

KAJIAN PANJANG WORK ZONE DAN SISTEM PENGATURAN LALU LINTAS PADA PROYEK PERBAIKAN JALAN SEMARANG – GODONG

Ericha Marthina, Arini Novita Sari, Bambang Riyanto^{*)}, Amelia Kusuma Indriastuti^{*)}

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

ABSTRAK

Jalan Semarang – Godong merupakan tipe jalan 2/2 UD yang sedang dalam perbaikan dan sangat terpengaruh akibat adanya sistem buka – tutup, sehingga jalan tersebut dijadikan objek penelitian. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis karakteristik lalu lintas, mencari hubungan antara volume kedatangan – panjang antrian – panjang work zone dan mengkaji sistem pengaturan lalu lintas pada work zone. Analisis yang dilakukan adalah analisis pada kondisi existing serta sistem pengaturan lalu lintas dengan panjang 1.105 kmyang menggunakan metode pendekatan simpang bersinyal 2 fase pada MKJI 1997. Analisis ini juga disimulasikan pada panjang work zone yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan analisis pada kondisi existing dengan data hasil pengamatan tiap siklus tidak dapat dilanjutkan, sehingga analisis hanya menggunakan data klasifikasi. Sistem pengaturan lalu lintas dapat meminimalisir panjang antrian dan derajat kejenuhan. Dari hasil simulasi panjang work zone yang berbeda didapatkan nilai DS dan antrian minimum terjadi pada panjang 0.2 km. Hasil lain yang diperoleh adalah semakin besar arus kedatangan semakin panjang antrian kendaraannya, tetapi tingkat kenaikan antrian pada kondisi existing lebih besar dibandingkan dengan hasil analisis sistem pengaturan lalu lintas. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut terkait faktor pada kerusakan jalan dan panjang segmen yang paling optimal. Untuk mengefektifkan pengaturan lalu lintas dapat menggunakan APILL portable atau menggunakan metode pelaksanaan yang lebih tepat.

kata kunci : *work zone, karakteristik lalu lintas, pengaturan lalu lintas, derajat kejenuhan, antrian kendaraan*

ABSTRACT

Road of Semarang – Godong is a type of road 2/2 UD currently under repair and greatly affected the result of the open – closed system, so the road was made the object of research. The aim of the research was to analyze the characteristics of the traffic, looking for the relationship between the volume of arrivals – long queues – the length of the work zone and reviewing traffic management system in the work zone. Analyze that done are analyze on existing condition and traffic management system with a length of 1,070 km using the method of the approach to the junction signal with two phases on MKJI 1997. This analysis also simulated on the variant length of the work zone. The results showed an analysis of existing conditions with observations data each cycle can't proceed, so analysis only use data classification. The system settings can minimize the length of the traffic queues and the degree

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

of saturation. From the results of the simulation of different length work zone obtained a value of DS and the minimum of the queue length 0.2 km. Other results obtained is increasingly large flows of arrival on-site queue getting longer, but the rate of increase in the existing conditions in the queue is larger compared to the results of the analysis of the traffic management system. Further research is required related factors on damage to roads and the length of the segment that is most optimal. To streamline traffic settings can use APILL portable or using more appropriate implementation method.

keywords: *work zone, traffic characteristics, traffic arrangements, degree of saturation, the queue of vehicles*

PENDAHULUAN

Adanya kondisi jalan di Provinsi Jawa Tengah yang rusak membuat ketidaknyamanan dan rasa tidak aman bagi pengguna jalan. Saat ini, kegiatan perbaikan jalan sedang gencar dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dengan misi “jalan tanpa lubang”. Ruas jalan yang sangat terpengaruh akibat adanya perbaikan jalan adalah tipe jalan dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan sistem buka – tutup atau menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas. Salah satu jalan di Provinsi Jawa Tengah dengan tipe jalan dua arah tak terbagi (2/2UD) yang sedang dalam perbaikan jalan yaitu ruas jalan Semarang – Godong. Adanya perbaikan jalan dengan sistem buka - tutup pada ruas jalan ini berpengaruh pada kinerja jalan dalam melayani arus kendaraan yang melintas. Hal ini disebabkan karena adanya penyempitan ruas jalan yang menimbulkan hambatan dalam lalu lintas, seperti penurunan kecepatan dan menimbulkan antrian kendaraan dalam waktu yang cukup lama.

Pekerjaan perbaikan segmen jalan Semarang – Godong dengan panjang tertentu serta kondisi jalan yang sempit dan terbatas dapat mempengaruhi antrian dan waktu kendaraan dalam melintasi ruas jalan yang dibuka. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu :

1. Menganalisis karakteristik lalu lintas pada ruas Semarang – Godong yang sedang dalam perbaikan jalan.
2. Mencari hubungan antara volume kedatangan kendaraan – panjang antrian – panjang *work zone*.
3. Mengkaji sistem pengaturan lalu lintas pada zona penyempitan ruas jalan di proyek perbaikan jalan Semarang – Godong.

TINJAUAN PUSTAKA

Zona Perbaikan Jalan (*Work Zone*)

Zona kerja (*work zone*) merupakan suatu segmen sebagai bagian dari ruas jalan yang ditutup pada sebagian lebar jalannya karena adanya suatu kegiatan di jalan. Pada umumnya zona kerja (*work zone*) ini mengakibatkan adanya penyempitan ruas jalan karena kegiatan konstruksi pada perbaikan jalan (Widjajanti, 2009).

Kontrol Lalu Lintas Pada *Work Zone*

Manual yang dikeluarkan oleh Inggris (DTLR, 2002), sebagian dituliskan dalam Widjajanti (2009) menjelaskan standar metode kontrol lalu lintas yang harus dipilih untuk

meminimalkan gangguan lalu lintas akibat keluar/masuk kendaraan kerja bergantung pada batas kecepatan yang diijinkan dan arus lalu lintas yang melewati jalan tersebut.

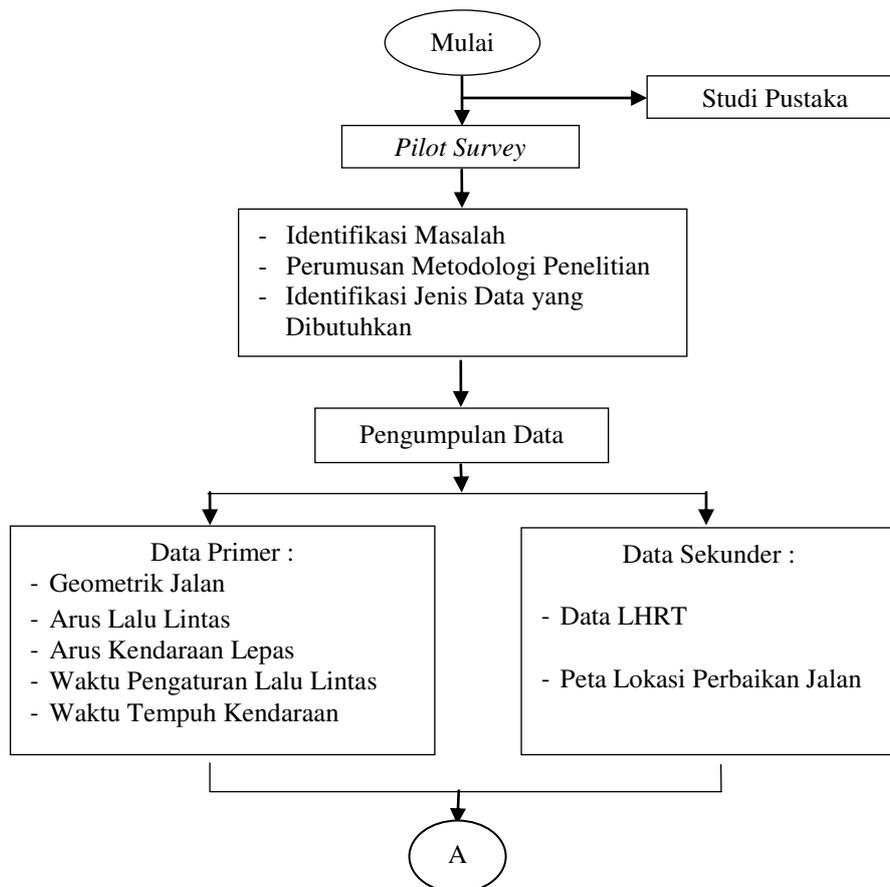
Kepadatan di suatu ruas jalan perlu dikontrol agar tidak terjadi antrian kendaraan yang mengakibatkan kemacetan lalu lintas, pengontrolan lalu lintas dapat menggunakan lampu lalu lintas. Selain menggunakan lampu lalu lintas, pengontrolan dapat dilakukan dengan cara manual menggunakan polisi lalu lintas dan/atau seseorang yang ditugasi untuk mengontrol arus kendaraan.

Parameter Kontrol Lalu Lintas

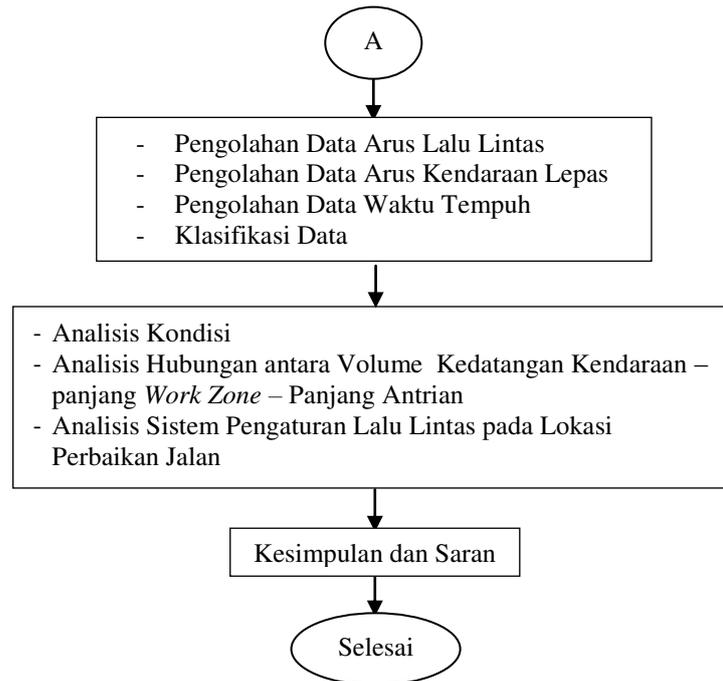
Adapun parameter yang digunakan dalam pengontrolan lalu lintas, yaitu klasifikasi kendaraan, kecepatan, karakteristik lalu lintas, karakteristik geometri dan pengaturan sinyal.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang terstruktur dan sistematis sangat diperlukan dalam pelaksanaan. Hal tersebut akan berpengaruh pada efektivitas waktu dan pekerjaan serta dapat menghindari terjadinya pekerjaan yang berulang-ulang dan tidak diperlukan. Tahapan tersebut dapat dilihat pada diagram alir penelitian di Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir (lanjutan)

Objek penelitian berlokasi di Jalan Raya Tegowanu, Karang Awen, Kabupaten Grobogan. Waktu pengamatan dilakukan pada hari kerja (26 Mei 2015) dan hari libur (30 Mei 2015) pada jam 06.00 – 09.00 dan 14.00 – 17.00. Survei dilakukan untuk mengamati waktu tempuh kendaraan, volume kendaraan yang dilepas saat jalan dibuka, waktu pengaturan lalu lintas sistem buka – tutup dan volume lalu lintas (*traffic counting survey*).

Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data diperlukan untuk mempersiapkan data awal yang harus diolah terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap analisis data. Dalam tahap ini terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data *real* hasil pengamatan tiap siklusnya dan data yang diperoleh dari cara pengklasifikasian. Klasifikasi data dimaksudkan untuk memudahkan perhitungan pada tahap analisis. Data yang diklasifikasi didapatkan dari data tiap siklus hasil pengamatan yang kemudian digolongkan menjadi rendah (R), sedang (S) dan tinggi (T).

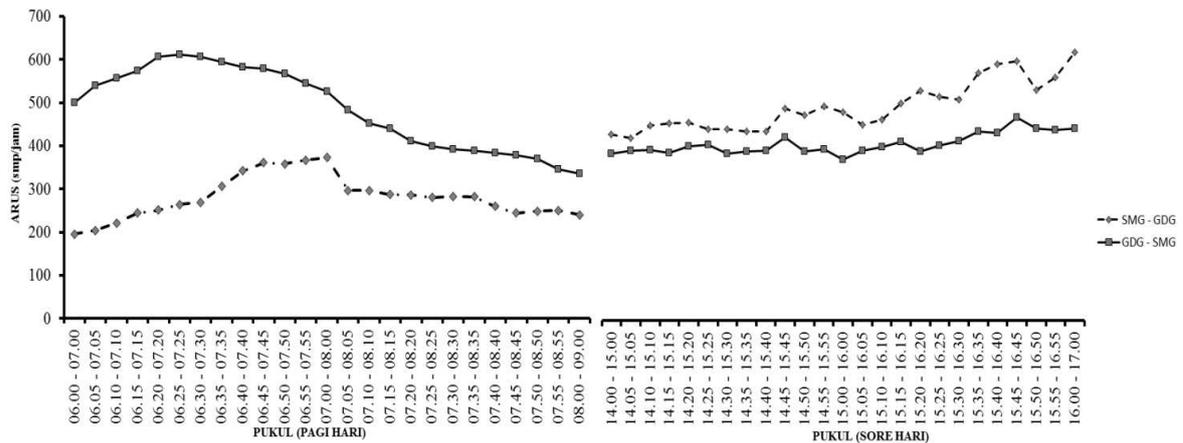
Tahap Analisis Data

Pada tahap ini, data primer yang sudah diolah kemudian dianalisis dengan metode pendekatan simpang bersinyal dua fase dalam MKJI 1997. Analisis dilakukan pada kondisi *existing* dan pada sistem pengaturan lalu lintas yang akan direncanakan. Pada analisis kondisi *existing* data arus jenuh yang digunakan adalah data hasil pengamatan sementara pada analisis pengaturan lalu lintas, arus jenuh (S) yang digunakan adalah arus jenuh kondisi ideal jalan dengan lebar 3.5 m yaitu 2100 smp/jam

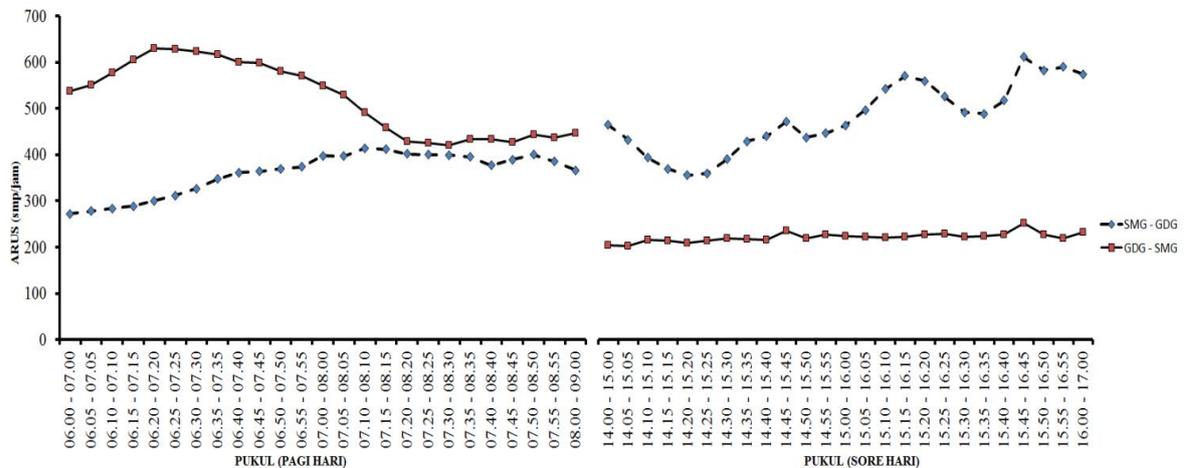
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lalu Lintas

Analisis inidmaksud untuk mengetahui fluktuasi dan karakteristik arus lalu lintas kondisi *existing* pada lokasi perbaikan jalan sepanjang 1105 m. Analisis ini menggunakan data *real* hasil pengamatan tiap siklusnya. Hasil dari analisis jam puncak dapat dilihat pada Gambar 2.



a. Fluktuasi Arus pada Hari Kerja



b. Fluktuasi Arus pada Hari Libur

Gambar 2. Grafik Fluktuasi Arus Lalu Lintas pada Ruas Semarang – Godong

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan pola fluktuasi pada hari kerja dan hari libur. Pola fluktuasi di waktu pagi pada kedua hari tersebut menunjukkan arus lalu lintas dari arah Godong lebih besar dibandingkan dengan arus lalu lintas dari arah Semarang. Pola fluktuasi di waktu sore pada kedua hari tersebut menunjukkan arus lalu lintas dari arah Semarang lebih besar dari pada arus lalu lintas dari arah Godong. Hal ini disebabkan karena adanya pergerakan yang besar seperti jam berangkat kantor pada pagi hari terutama dari arah Godong dan jam pulang kantor pada sore hari dari arah Semarang.

Analisis Kondisi Existing

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara panjang *work zone* – panjang antrian – volume kedatangan pada kondisi *existing* yang kemudian akan disimulasikan di berbagai panjang *work zone*. Analisis ini menggunakan metode pendekatan MKJI 1997.

Dalam hal ini digunakan digunakan dua jenis data yaitu data hasil pengamatan tiap siklusnya dan data hasil klasifikasi yang telah diolah sebelumnya. Analisis menggunakan data hasil pengamatan tidak dapat dilanjutkan karena beberapa data memiliki nilai IFR lebih dari 1. Jika perhitungan seperti ini tetap dilanjutkan maka akan didapatkan angka minus (-). Hasil rekapitulasi nilai IFR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi nilai FR dan IFR pada Kondisi *Existing*

		Hari Kerja						Hari Libur			
		SIKLUS	FR		IFR			SIKLUS	FR		IFR
		KE-	FR1	FR2	IFR			KE-	FR1	FR2	IFR
Pagi	1	0.204	0.175	0.378		Pagi	1	0.404	0.402	0.806	
	2	0.311	0.330	0.642			2	0.624	0.366	0.989	
	3	0.329	0.468	0.797			3	0.756	0.547	1.303	
	4	0.616	0.513	1.129			4	0.825	0.371	1.196	
	5	0.928	0.513	1.441			5	1.223	0.452	1.675	
	6	1.148	0.257	1.405			6	0.845	0.370	1.216	
	7	0.471	0.234	0.705			7	0.427	0.286	0.712	
	8	0.348	0.307	0.654			Sore	1	0.475	0.431	0.906
	9	0.674	0.314	0.989				2	0.307	0.518	0.825
	10							3	0.322	0.473	0.795
Sore	1	0.737	0.338	1.075							
	2	0.595	0.391	0.986							
	3	0.623	0.580	1.203							
	4	0.411	0.399	0.811							
	5	0.442	0.246	0.688							
	6	0.557	0.372	0.929							
	7	0.563	0.596	1.160							
	8	0.632	0.527	1.159							

Agar data yang dimiliki dapat dianalisis lebih lanjut, data arus lalu lintas (Q), waktu kuning (k), arus jenuh (S) dan data waktu hijau (g) diklasifikasi menjadi *range* rendah, sedang, dan tinggi. Hasil dari klasifikasi data dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk jalan dengan lebar 3,5 m, didapat arus jenuh ideal sebesar 2100 smp/jam. Jika arus jenuh yang terjadi melebihi nilai tersebut maka dalam analisis digunakan nilai arus jenuh ideal. Dengan pendekatan ini, didapat nilai DS dan panjang antrian yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan derajat kejenuhan dan panjang antrian yang cukup besar. Panjang antrian maksimum didapat sebesar 2.78 km dari arah Semarang yang terjadi pada hari libur dan derajat kejenuhan maksimum didapat sebesar 1.50 yang terjadi pada hari kerja dari arah Semarang.

Hubungan antara Volume Kedatangan – Panjang Work Zone – Panjang Antrian Kondisi Existing

Setelah mendapatkan hasil derajat kejenuhan dan panjang antrian pada kondisi *existing* dengan jarak 1105 meter, analisis juga disimulasikan dengan panjang *work zone* yang berbeda yaitu pada panjang 200, 400, 600, 800, dan 1000 m. Simulasi ini dilakukan dengan cara memasukkan nilai waktu kuning (k) yang bervariasi sesuai dengan panjang *work zone* nya. Waktu kuning (k) dihitung menggunakan rumus :

$$k = \frac{\text{Panjang work zone (km)}}{\text{Space Mean Speed (km/jam)}} \times 3600 \dots\dots\dots(1)$$

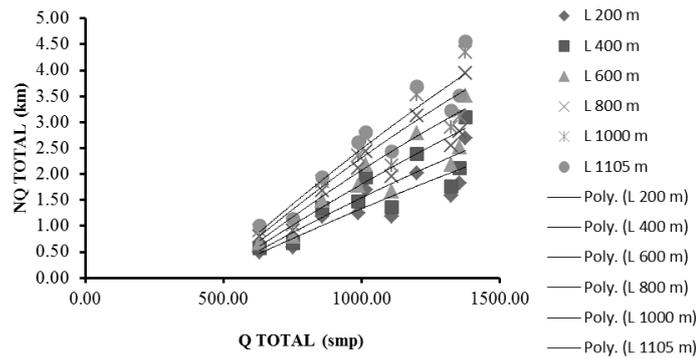
Tabel 2. Hasil Klasifikasi Data

Hari Kerja			Hari Libur								
Arah Semarang		Arah Godong	Arah Semarang		Arah Godong						
Klasifikasi Q	Q yang mewakili	Klasifikasi Q	Q yang mewakili	Klasifikasi Q	Q yang mewakili						
Rendah	100-400	239.28	Rendah	100-400	393.00	Rendah	100-400	335.60	Rendah	100-400	346.20
Sedang	400-700	594.34	Sedang	400-700	514.15	Sedang	400-700	493.50	Sedang	400-700	520.97
Tinggi	700-1000	809.52	Tinggi	700-1000	760.20	Tinggi	700-1000	855.20	Tinggi	700-1000	866.40
Klasifikasi S	S yang mewakili										
Rendah	200 - 700	700.00	Rendah	600 - 1200	1200.00	Rendah	400 - 1250	1250.00	Rendah	600 - 1000	1000.00
Sedang	700 - 1200	1200.00	Sedang	1200 - 1800	1800.00	Sedang	1250 - 2100	2100.00	Sedang	1000 - 1400	1400.00
Tinggi	1200 - 1700	1700.00	Tinggi	1800 - 2400	2400.00	Tinggi	2100 - 2950	2950.00	Tinggi	1400 - 1800	1800.00
Klasifikasi k1	k yang mewakili	Klasifikasi k2	k yang mewakili	Klasifikasi k1	k yang mewakili	Klasifikasi k2	k yang mewakili	Klasifikasi k1	k yang mewakili	Klasifikasi k2	k yang mewakili
Rendah	200 - 275	363.00	Rendah	100 - 175	376.00	Rendah	200 - 275	583.00	Rendah	200 - 240	518.00
Sedang	275 - 350	497.00	Sedang	175 - 250	417.00	Sedang	275 - 350	706.00	Sedang	240 - 280	576.00
Tinggi	350 - 425	624.00	Tinggi	250 - 325	403.00	Tinggi	350 - 425	915.00	Tinggi	280 - 320	866.00
Klasifikasi g1	g yang mewakili	Klasifikasi g2	g yang mewakili	Klasifikasi g1	g yang mewakili	Klasifikasi g2	g yang mewakili	Klasifikasi g1	g yang mewakili	Klasifikasi g2	g yang mewakili
Rendah	300 - 450	374.00	Rendah	200 - 350	296.00	Rendah	300 - 450	374.00	Rendah	200 - 350	296.00
Sedang	450 - 600	512.00	Sedang	350 - 500	415.00	Sedang	450 - 600	512.00	Sedang	350 - 500	415.00
Tinggi	600 - 750	663.00	Tinggi	500 - 650	579.00	Tinggi	600 - 750	663.00	Tinggi	500 - 650	579.00

Tabel 3. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian Kondisi Existing

	Q1 SMG (smp/jam)	Q2 GDG (smp/jam)	DS	NQ SMG (smp)			QL SMG (km)	NQ GDG(Smp)			QL GDG (km)			
				DS1	DS2	NQ1		NQ2	NQ SMG	NQ1		NQ2	NQ GDG	
Hari Kerja	239.28	R	393.00	R	0.96	1.16	5.42	76.54	81.95	0.35	30.82	122.23	153.06	0.66
	239.28	R	514.15	S	1.14	0.85	17.97	77.69	95.66	0.41	2.32	165.34	167.66	0.72
	239.28	R	760.20	T										
	594.34	S	393.00	R	1.14	1.46	41.59	337.27	378.86	1.62	64.17	166.55	230.72	0.99
	594.34	S	514.15	S	1.31	1.04	73.15	256.78	329.93	1.41	17.98	219.92	237.90	1.02
	594.34	S	760.20	T	1.50	1.09	101.54	299.41	400.95	1.72	35.83	383.28	419.10	1.80
	809.52	T	393.00	R										
	809.52	T	514.15	S	1.18	1.13	65.73	406.17	471.90	2.02	34.22	245.91	280.13	1.20
809.52	T	760.20	T											
Hari Libur	335.60	R	346.20	R										
	335.60	R	520.97	S	0.78	1.03	1.25	170.08	171.33	0.73	15.94	264.36	280.30	1.20
	335.60	R	866.40	T										
	493.50	S	346.20	R										
	493.50	S	520.97	S	0.60	1.15	0.26	304.24	304.50	1.31	37.90	312.76	350.66	1.50
	493.50	S	866.40	T										
	855.20	T	346.20	R	0.87	1.28	2.70	614.18	616.88	2.64	40.33	204.09	244.42	1.05
	855.20	T	520.97	S	0.98	1.26	10.35	638.89	649.25	2.78	56.21	356.09	412.31	1.77
855.20	T	866.40	T											

Waktu kuning (k) yang bervariasi dianalisis sesuai dengan panjang *work zone* untuk mendapatkan besar dari panjang antrian. Setelah itu dibuat grafik antara total arus dan total panjang antrian dari kedua arah yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Arus Kedatangan dan Panjang Antrian dengan Variasi Panjang *Work Zone* pada Kondisi *Existing*

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin panjang *work zone* dan semakin besar volume kedatangan kendaraan, maka semakin panjang juga antrian kendaraan dengan jumlah volume kendaraan yang sama untuk setiap variasi panjang *work zone*.

Sistem Pengaturan Lalu Lintas

Dapat dilihat pada hasil analisis kondisi *existing* terdapat banyak nilai derajat kejenuhan yang lebih dari 1, karena itu diperlukan sistem pengaturan lalu lintas yang baru. Analisis ini menggunakan data yang sudah diklasifikasi. Prinsip dari analisis ini hampir sama dengan analisis kondisi *existing* yaitu sesuai dengan tahapan analisis dalam MKJI 1997, hanya saja yang membedakan adalah nilai arus jenuh (S) yang dimaksimalkan menjadi arus jenuh ideal yaitu 2100 smp/jam, sehingga diharapkan dapat meminimalisir derajat kejenuhan dan panjang antrian. Pada kondisi *existing* arus jenuh dapat melebihi kondisi ideal, karena mengingat berbagai faktor yang mungkin mempengaruhi arus jenuh pada perbaikan jalan maka diambil arus jenuh ideal untuk faktor keamanan.

Hasil dari analisis sistem pengaturan ini yang berupa nilai dari derajat kejenuhan dan panjang antrian dapat dilihat dalam Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, nilai derajat kejenuhan sudah tidak ada yang melebihi nilai 1.

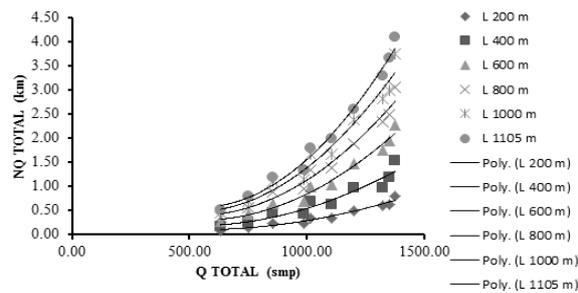
Hubungan antara Volume Kedatangan – Panjang *Work Zone* – Panjang Antrian pada Sistem Pengaturan Lalu Lintas

Pada sistem pengaturan lalu lintas, analisis juga dilakukan di berbagai variasi panjang *work zone* untuk mengetahui hubungan antara volume kedatangan – panjang antrian – panjang *work zone* yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan grafik Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin panjang *work zone* dan semakin besar volume kedatangan, maka semakin panjang juga antrian kendaraannya. Grafik diatas juga dapat membuktikan bahwa sistem pengaturan lalu lintas dapat meminimalisir panjang antrian. Apabila dibandingkan dengan grafik di Gambar 4, dapat dilihat bahwa tingkat kenaikan antrian kendaraan pada kondisi *existing* lebih besar jika dibandingkan dengan tingkat kenaikan antrian pada hasil analisis sistem pengaturan lalu lintas. Selain itu, semakin besar arus dan semakin panjang *work zone* maka tingkat kenaikan antrian pada sistem pengaturan lalu lintas memiliki tingkat kenaikan antrian yang cenderung sama dengan hasil pengamatan.

Tabel 4. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian Sistem Pengaturan Lalu Lintas

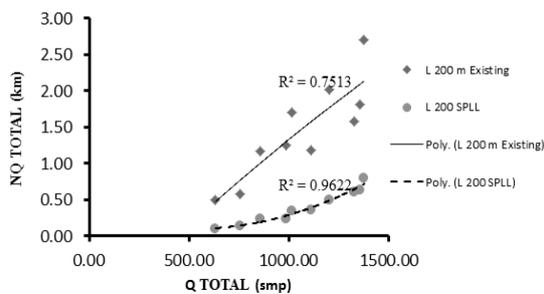
	Q1 SMG (smp/jam)	Q2 GDG (smp/jam)	DS		NQ SMG (smp)			QL SMG (km)	NQ GDG(Smp)			QL GDG (km)	
			DS1	DS2	NQ1	NQ2	NQ SMG		NQ1	NQ2	NQ GDG		
Hari Kerja	239.28	R 393.00	R	0.56	0.56	0.14	49.05	49.19	0.21	0.14	73.40	73.54	0.32
	239.28	R 514.15	S	0.62	0.62	0.33	65.48	65.80	0.28	0.33	122.68	123.00	0.53
	239.28	R 760.20	T										
	594.34	S 393.00	R	0.72	0.72	0.81	181.66	182.46	0.78	0.80	128.98	129.78	0.56
	594.34	S 514.15	S	0.77	0.77	1.15	245.70	246.84	1.06	1.14	217.67	218.81	0.94
	594.34	S 760.20	T	0.84	0.84	2.12	381.19	383.31	1.64	2.14	470.75	472.88	2.03
	809.52	T 393.00	R										
	809.52	T 514.15	S	0.84	0.84	1.98	456.12	458.11	1.96	1.96	309.47	311.43	1.33
809.52	T 760.20	T											
Hari Libur	335.6	R 346.20	R										
	335.6	R 520.97	S	0.67	0.67	0.52	114.32	114.83	0.49	0.52	164.09	164.61	0.71
	335.6	R 866.40	T										
	493.5	S 346.20	R										
	493.5	S 520.97	S	0.74	0.74	0.88	204.33	205.21	0.88	0.88	213.71	214.59	0.92
	493.5	S 866.40	T										
	855.2	T 346.20	R	0.80	0.80	1.46	412.68	414.14	1.77	1.44	191.99	193.43	0.83
	855.2	T 520.97	S	0.85	0.85	2.26	576.15	578.41	2.48	2.22	376.23	378.45	1.62
855.2	T 866.40	T											



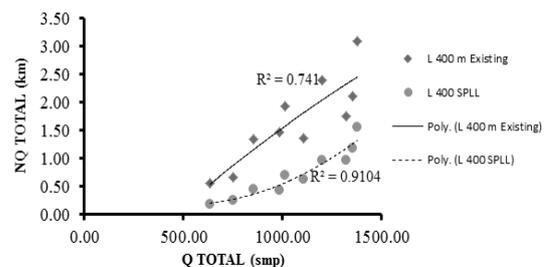
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Arus Kedatangan dan Panjang Antrian dengan Variasi Panjang Work Zone pada Sistem Pengaturan Lalu Lintas

Perbandingan Grafik pada Kondisi Existing dan Sistem Pengaturan Lalu Lintas

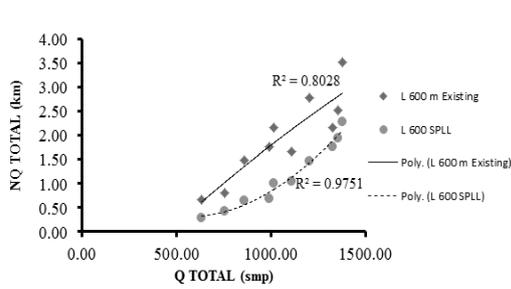
Dalam penelitian ini tidak hanya membandingkan hasil analisis kondisi *existing* dengan sistem pengaturan lalu lintas pada jarak 1105 m, tetapi juga membandingkan hasil analisis tersebut pada berbagai panjang *work zone* yang berbeda. Dalam hal ini, variabel yang dibandingkan berupa total arus dan total panjang antrian dari kedua arah yang dapat dilihat pada pada Gambar 5.



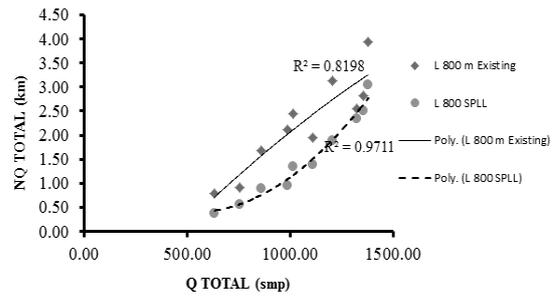
a. Panjang Work Zone 0.2 km



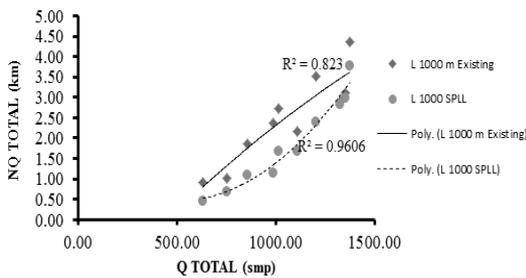
b. Panjang Work Zone 0.4 km



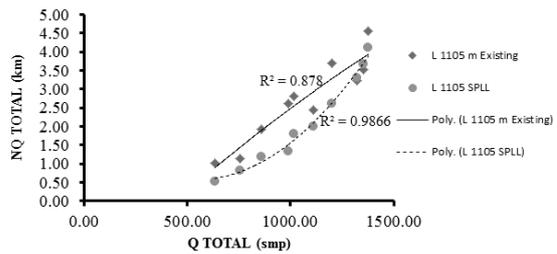
c. Panjang Work Zone 0.6 km



d. Panjang Work Zone 0.8 km



e. Panjang Work Zone 1 km



f. Panjang Work Zone 1.05 km

Gambar 5. Perbandingan Total Arus dan Total Panjang Antrian Kendaraan pada berbagai panjang Work Zone

Dari Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus kedatangan semakin panjang antrian kendaraannya, hanya saja tingkat kenaikan antrian kendaraan pada kondisi *existing* lebih besardaripada hasil analisis sistem pengaturan lalu lintas. Selain itu, semakin besar arus dan semakin panjang *work zone* maka tingkat kenaikan antrian pada sistem pengaturan lalu lintas memiliki tingkat kenaikan antrian yang cenderung sama dengan hasil pengamatan.

KESIMPULAN

1. Karakteristik jalan Semarang – Godong kondisi *existing* terlihat pada pola fluktuasi hari kerja dan hari libur. Pola fluktuasi di waktu pagi pada kedua hari tersebut menunjukkan arus lalu lintas dari arah Godong lebih besar dibandingkan dengan arus lalu lintas dari arah Semarang. Pola fluktuasi di waktu sore pada kedua hari tersebut menunjukkan arus lalu lintas dari arah Semarang lebih besar dari pada arus lalu lintas dari arah Godong. Hal ini disebabkan karena adanya pergerakan yang besar seperti jam berangkat kantor pada pagi hari terutama dari arah Godong dan jam pulang kantor pada sore hari dari arah Semarang.
2. Jam puncak dari arah Semarang pada pagi hari di hari kerja terjadi sekitar pukul 07.00 – 08.00 WIB dan pukul 16.00 – 17.00 WIB di sore hari. Sementara dari arah Godong jam puncak terjadi sekitar pukul 06.25 – 07.25 WIB pada pagi hari dan pukul 15.45 – 16.45 WIB pada sore hari. Sedangkan jam puncak pada hari libur dari arah Semarang terjadi sekitar pukul 07.10 – 08.10 WIB di pagi hari dan 15.45 – 16.45 WIB pada sore hari. Sementara dari arah Godong jam puncak terjadi sekitar pukul 06.20 – 07.20 WIB di pagi hari dan 15.45 – 16.45 WIB di sore hari.

3. Kajian hubungan antara volume kedatangan – panjang *work zone* – panjang antrian yang dilakukan pada variasi panjang *work zone* yang berbedamenunjukkan bahwa semakin besar arus kedatangan dan semakin panjang *work zone* maka semakin besar antrian kendaraan yang ada. Nilai DS dan antrian minimum terjadi pada *work zone* dengan panjang 200 m.
4. Perbandingan volume kedatangan dan total panjang antrian kendaraan dari hasil analisis kondisi *existing* dan sistem pengaturan lalu lintas menunjukkan semakin besar arus kedatangan semakin panjang antrian kendaraannya, tetapi tingkat kenaikan antrian kendaraan pada kondisi *existing* lebih besar dibandingkan dengan hasil analisis sistem pengaturan lalu lintas.
5. Adanya sistem pengaturan lalu lintas dapat meminimalisir panjang antrian serta derajat kejenuhan (DS) dengan nilai maksimal sebesar 0.85 dan antrian maksimal sebesar 2.48 km.

SARAN

Dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan metode lain terkait faktor pada kerusakan jalan dan panjang segmen yang paling optimal. Untuk mengefektifkan pengaturan lalu lintas dapat menggunakan APILL portable atau menggunakan metode pelaksanaan yang lebih tepat dan terencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Indrajaya, 2002. *Pengaruh Penyempitan Jalan Terhadap Karakteristik Lalu Lintas*, Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nuhun, Ridwan, 2008. *Analisis Panjang Antrian Simpang Wua-Wua dan Simpang Mandiri Kota Kendari*, Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sugiyanto, Gito, 2012. *Materi Rekayasa Lalu Lintas*, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto.
- Tamin, O. Z, 1999. *Evaluasi Kinerja Persimpangan Berlampu Lalu-Lintas Dengan Metode Gelombang Kejut (Shock Wave)*, Fakultas Teknik Sipil Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- Widjajanti, E, 2009. *Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di Lokasi Penyempitan Ruas Jalan pada Kondisi Arus Lalu Lintas Lewat Jenuh*, Disertasi Teknik Sipil Universitas Indonesia, Jakarta.