

EVALUASI KINERJA LALU LINTAS SIMPANG DI JALAN LAYANG DAN BUNDRAN KALIBANTENG,
SEMARANG DENGAN NILAI EKUIVALENSI MOBIL PENUMPANG SIMPANG BERSINYAL TERKOREKSI

Nur Fairuz Khairunnisa R., Ari Yanti, E.P.F. Eko Yuli Priyono^{1*)}, Supriyono^{*)},

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

ABSTRAK

Pintu masuk utama Kota Semarang dari arah Barat melalui jalur non tol melewati Simpang Kalibanteng yang memiliki 6 (enam) pendekat utama. Tingginya aktivitas masyarakat yang melewati simpang ini mengakibatkan kemacetan terutama pada jam sibuk. Arus lalu lintas pada ruas jalan terdiri dari berbagai tipe kendaraan dengan karakteristik berbeda. Arus lalu lintas ini dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) dengan nilai konversi yang disebut nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja jalan layang dan simpang bersinyal dengan nilai emp yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Penelitian ini menggunakan metode regresi linier berganda dengan pendekatan lalu lintas dengan metode kapasitas. Hasil analisis nilai emp untuk simpang bersinyal Kalibanteng pada Jalan Siliwangi untuk HV= 1,33 dan MC= 0,54, Jalan Bandara Ahmad Yani untuk HV= 0,77 dan MC= 0,63, Jalan Yos Sudarso untuk HV= 1,84 dan MC= 0,46, Jalan Jendral Sudirman untuk HV= 2,24 dan MC= 0,09, Jalan Pamularsih untuk HV= 1,99 dan MC= 0,19, Jalan Abdul Rahman Saleh untuk HV= 0,56 dan MC= 0,52. Hasil analisis derajat kejenuh simpang bersinyal pada kondisi eksisting terbesar yaitu pada jalan Siliwangi sebesar 0,99. Solusi perbaikan kinerja yang dilakukan yaitu optimasi waktu siklus dan fase sinyal, dan perubahan arah arus di *fly over*. Berdasarkan hasil analisis dengan perubahan arah arus tersebut, menghasilkan derajat kejenuhan terbesar yaitu 0,78 pada Jalan Siliwangi, Jalan Jendral Sudirman dan Jalan Yos Sudarso. Disimpulkan bahwa perubahan arah arus menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik dari kondisi eksisting.

Kata Kunci: Simpang bersinyal, ekivalensi mobil penumpang, kinerja simpang

ABSTRACT

West main entrance of Semarang are located via non-toll are located in Kalibanteng Intersection which have 6 (six) major approaches. The high activities of the citizens who pass this intersection cause congested, mainly during the peak hours. The traffic flow on the road section consists of various types of vehicles with different characteristics. This traffic flow is stated in passenger car unit (pcu) with the conversion value called as passenger car equivalent (pce). The aim of this research is to evaluate the performance of fly over and signalized intersection with the pce value adjusted with the real condition. This research uses multiple linear regression method by the capacity method. The analysis result of pce value for Kalibanteng signalized intersection in Siliwangi street is HV= 1,33 and MC= 0,54, Bandara Ahmad Yani Street is HV= 0,77 and MC= 0,63, Yos Sudarso Street is HV= 1,84 and MC= 0,46, Jendral Sudirman Street is HV= 2,24 and MC= 0,09, Pamularsih Street is HV= 1,99 and MC = 0,19, Abdul Rahman Saleh Street is HV= 0,56

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

and MC= 0,52. The highest degree of saturation analysis result for signalized intersection existing condition is on Siliwangi Street that is 0,99. The solution of performance improvement given is optimize the cycle time and signal phase, and the change of traffic direction on fly over. Based on the analysis result by changing the traffic direction, the highest degree of saturation is 0,78 on Siliwangi Street, Jendral Sudirman Street, and Yos Sudarso Street. For the conclusion, it can be inferred that the change of traffic direction in fly over gives better performance on its intersection than the existing condition.

Keywords: *Signalized intersection, passenger car equivalent, intersection performance*

PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibukota bagi Provinsi Jawa Tengah yang memiliki peran utama sebagai pusat pemerintahan, perdagangan, jasa, pendidikan, industri dan sebagai pusat pelayanan bagi kawasan di sekitarnya. Perkembangan dan pertumbuhan penduduk Kota Semarang dari tahun ke tahun menunjukkan kenaikan. Menurut Badan Pusat Statistik Kota Semarang, penduduk Kota Semarang dalam tahun 2015 sebanyak 1.592.729 jiwa sedangkan pada tahun 2011 sebanyak 1.527.433 jiwa, yang berarti jumlah penduduk mengalami kenaikan sebesar 4,3% dalam pada rentang waktu 2011-2015.

Saat ini pintu masuk utama Kota Semarang dari arah Barat melalui jalur non tol melalui Simpang Kalibanteng yang memiliki 6 (enam) jalur utama menuju Kota Semarang. Hal ini menyebabkan simpang Kalibanteng sangat strategis bagi perkembangan Kota Semarang. Arus lalu lintas yang melewati simpang ini cukup tinggi terutama pada jam-jam sibuk yaitu pada pagi hari dan sore hari. Tingginya aktivitas masyarakat yang melewati simpang dan meningkatnya pertumbuhan kendaraan pribadi yang tidak diiringi dengan fasilitas jalan yang tersedia, mengakibatkan menurunnya kinerja simpang sehingga terjadi kemacetan.

Seiring dengan peningkatan volume lalu lintas, pada tahun 2013 dibangun *fly over* pada simpang Kalibanteng, *fly over* ini didesain berbentuk huruf Y. Satu jalur ditempatkan pada ruas Jalan Jendral Sudirman menuju Jalan Siliwangi dan satu jalur pada ruas Jalan Yos Sudarso menuju Jalan Siliwangi.

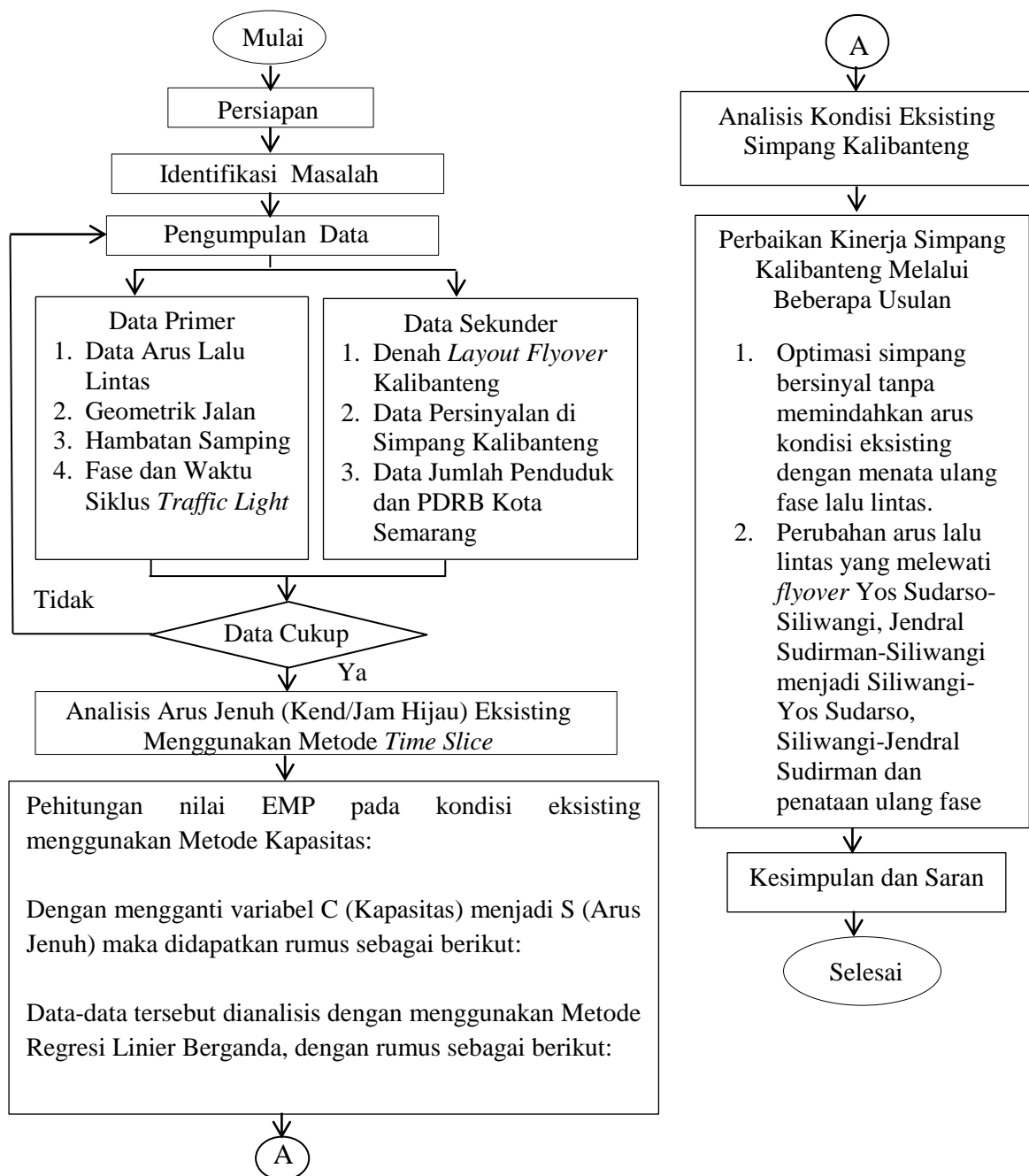
Arus yang melintas pada ruas jalan terdiri dari berbagai macam kendaraan. Oleh karena itu diperlukan sebuah nilai konversi yang dikenal dengan istilah satuan mobil penumpang (smp) dan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan tersebut dikenal dengan istilah ekivalensi mobil penumpang (emp).

Masing-masing ruas jalan memiliki karakteristik lalu lintas dan kondisi geometrik jalan yang berbeda, hal tersebut dapat mempengaruhi nilai emp. Nilai emp untuk Indonesia telah diatur dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. MKJI 1997 merupakan hasil studi empiris yang dilakukan pada tahun 1991 sampai dengan 1996, sehingga ketetapan tersebut belum tentu memenuhi karakteristik lalu lintas pada saat ini. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja jalan layang dan simpang bersinyal Kalibanteng dengan emp yang dianalisis berdasarkan Metode Kapasitas.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahap persiapan, tahap identifikasi masalah, tahap pengumpulan data, dan tahap penyajian dan analisis data. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari instansi yang terkait dengan penelitian dan data primer didapatkan dengan turun langsung ke lapangan untuk

melakukan survey dan dokumentasi lokasi. Untuk melakukan analisa arus jenuh, digunakan data arus lalu lintas yang diperoleh dari rekaman video. Kemudian data rekaman video diekstrak untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati garis henti saat waktu hijau. Komposisi pergerakan yang melewati garis henti dihitung dan dicatat berdasarkan klasifikasi sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV). Untuk mendapatkan data arus jenuh, potongan waktu (*time slice*) yang digunakan untuk memudahkan pengamatan kondisi arus jenuh adalah 5 (lima) detik. Untuk perhitungan nilai emp digunakan metode kapasitas. Metode kapasitas menganalisis arus kendaraan pada ruas jalan dengan kapasitas sebagai variabel terikat. Namun dalam penelitian ini, untuk menentukan nilai emp pada simpang bersinyal digunakan arus jenuh sebagai variabel terikat dan arus dari masing-masing jenis kendaraan sebagai variabel bebas. Setelah itu, data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode regresi linier berganda. Tahapan-tahapan metode penelitian disajikan melalui bagan alur sebagai berikut :

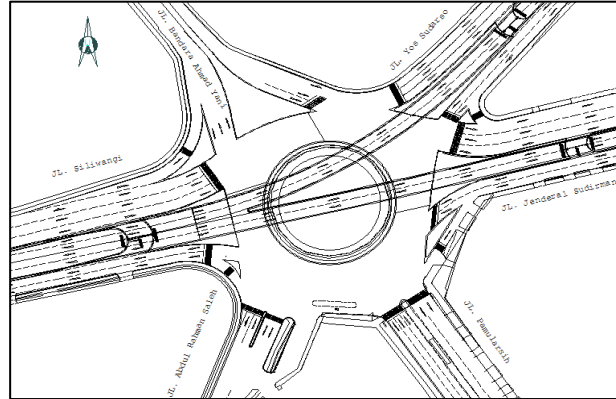


Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian

PENYAJIAN DATA

Data geometrik

Simpang Kalibanteng yang memiliki 6 (enam) pendekat. Pendekat tersebut adalah Jl. Yos Sudarso, Jl. Jendral Sudirman, Jalan Pamularsih, Jl. Abdul Rahman Saleh, Jl. Siliwangi dan Jl. Bandara Ahmad Yani. Denah geometrik simpang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 2. Geometrik Simpang
(Sumber : Bina Marga, 2011)

Data volume lalu lintas

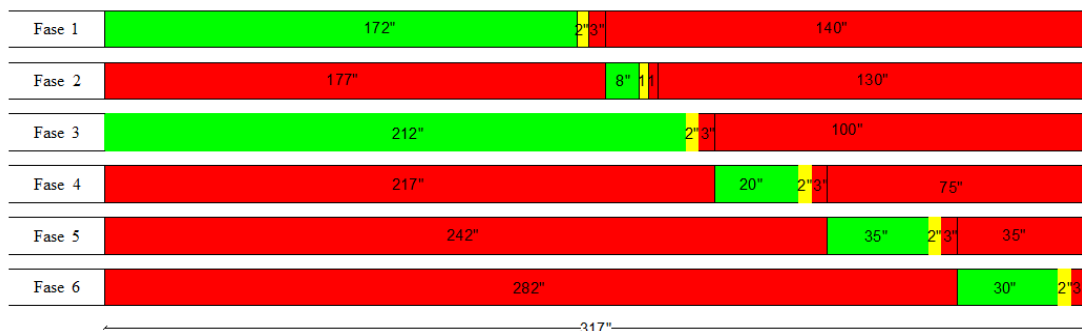
Dari hasil survei didapat nilai volume arus lalu lintas untuk setiap lengan pada jam puncak terlihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 . Rekap volume lalu lintas Simpang Kalibanteng

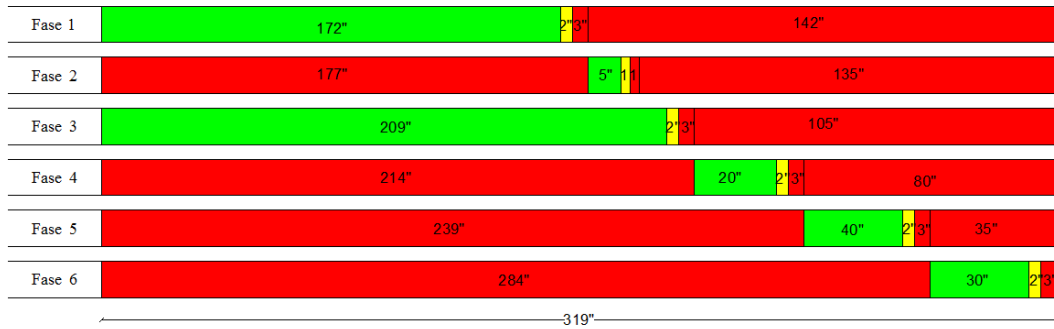
Pendekat	Jam Puncak	Volume Jam Puncak (Kend/Jam)	Pendekat	Jam Puncak	Volume Jam Puncak (Kend/Jam)
Siliwangi	Pagi	9011	Abdul Rahman Saleh	Pagi	1931
	Sore	7695		Sore	1369
Yos Sudarso	Pagi	457	Bandara Ahmad Yani	Pagi	693
	Sore	548		Sore	832
Pamularsih	Pagi	1726	Jendral Sudirman	Pagi	946
	Sore	1642		Sore	1056

Data pengaturan fase dan waktu siklus simpang

Data yang diperoleh setelah melakukan survey pengamatan pada simpang Kalibanteng yaitu data pengaturan fase, waktu siklus, waktu hijau, waktu kuning dan waktu *all red*.



Gambar 3. Diagram *time sequence* jam puncak pagi



Gambar 4. Diagram *time sequence* jam puncak sore

Keterangan:

Fase 1: Jl. Siliwangi, Fase 2: Bundaran, Fase 3: Jl. Abdul Rahman Saleh, Fase 4: Jl. Yos Sudarso, Fase 5: Jl. Bandara Ahmad Yani dan Jl. Pamularsih, Fase 6: Jl. Jendral Sudirman.

ANALISIS DATA

Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Analisis Kinerja Ruas Jalan

Dengan menggunakan metode MKJI 1997 nilai kinerja ruas jalan Simpang Kalibanteng pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kinerja ruas jalan kondisis eksisting

Pendekat	Arah	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	
				Pagi	Sore
Siliwangi	Menuju Simpang	4950	5025,24	0,78	0,67
	Meninggalkan Simpang	3300	3226,08	0,23	0,22
Abdul Rahman Saleh	Menuju Simpang	3000	2622,00	0,45	0,29
	Meninggalkan Simpang	3000	2622,00	0,22	0,26
Yos Sudarso	Menuju Simpang	3300	3102,00	0,11	0,15
	Meninggalkan Simpang	4950	4653,00	0,37	0,37
Bandara Ahmad Yani	Menuju Simpang	3300	2853,84	0,19	0,22
	Meninggalkan Simpang	4950	4280,76	0,14	0,10
Jendral Sudirman	Menuju Simpang	3300	3102,00	0,18	0,20
	Meninggalkan Simpang	4950	5025,24	0,50	0,41
Pamularsih	Menuju Simpang	4950	4264,52	0,23	0,22
	Meninggalkan Simpang	3300	2843,02	0,33	0,26
Fly Over Jendral sudirman-Siliwangi		3300	3102,00	0,59	0,39
Fly Over Yos Sudarso - Siliwangi		3300	3102,00	0,34	0,40
Fly Over Siliwangi		4950	4653,00	0,63	0,52

Analisis Emp dengan Metode Kapasitas

Nilai emp pada simpang bersinyal menggunakan arus jenuh sebagai variabel terikat dan arus dari masing-masing jenis kendaraan sebagai variabel bebas. Selanjutnya data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode regresi linier berganda. Hasil nilai emp dengan metode kapasitas pada Simpang Kalibanteng dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil nilai emp dan koefisien korelasi menggunakan metode kapasitas pada Simpang Bersinyal Kalibanteng

Pendekat	Arus Jenuh (smp/jam hijau)	LV	HV	MC	r
Siliwangi	11087,63	1,000	1,333	0,541	0,956
Abdul Rahman Saleh	6613,66	1,000	0,556	0,519	0,945
Yos Sudarso	8260,15	1,000	1,842	0,456	0,915
Bandara Ahmad Yani	7039,78	1,000	0,766	0,626	0,986
Jendral Sudirman	6360,49	1,000	2,245	0,098	0,829
Pamularsih	8654,09	1,000	1,989	0,189	0,757

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal

Dengan menggunakan nilai emp yang telah dianalisis maka selanjutnya kinerja simpang bersinyal dapat dianalisis menggunakan metode MKJI 1997 dan menghasilkan kinerja seperti Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting

Jam Puncak	Pendekat	Q	C	DS	QL	NS	D
Pagi	Siliwangi	5933,75	6016,00	0,99	906,67	0,93	89,06
	Abdul Rahman Saleh	1212,11	4423,01	0,27	160,73	0,37	26,32
	Yos Sudarso	298,32	541,14	0,57	97,34	0,88	149,57
	Bandara A. Yani	439,45	777,26	0,57	91,72	0,86	138,54
	Jendral Sudirman	373,85	601,94	0,62	119,98	0,87	143,99
	Pamularsih	716,03	955,50	0,75	160,08	0,89	144,34
Sore	Siliwangi	5128,60	6016,00	0,86	661,94	0,78	68,57
	Abdul Rahman Saleh	880,16	4423,01	0,20	116,52	0,36	26,95
	Yos Sudarso	365,69	541,14	0,71	121,75	0,90	155,49
	Bandara A. Yani	579,48	777,26	0,66	121,83	0,87	138,84
	Jendral Sudirman	396,51	601,94	0,66	128,79	0,88	146,49
	Pamularsih	701,40	955,50	0,65	153,59	0,86	138,02

Keterangan:

Q: Arus Lalu Lintas (smp/jam), C: Kapasitas Simpang (smp/jam), DS: Derajat Kejenuhan, QL: Panjang Antrian (meter), NS: Rasio Kendaraan Terhenti (stop/smp), D: Tundaan Rata-rata (detik/smp)

Analisis Kinerja Fly Over

Dengan menggunakan metode MKJI 1997, pertemuan antar ruas jalan pada fly over dianalisis menggunakan simpang tak bersinyal, dan pada kondisi eksisting kinerja dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

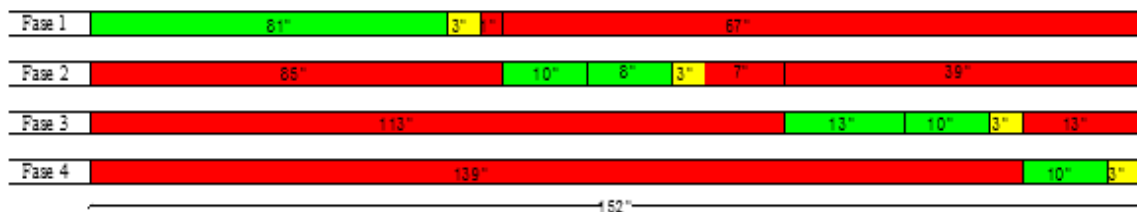
Tabel 5. Kinerja simpang tak bersinyal pada bagian *fly over* kondisi eksisting

Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan Simpang (detik/smp)	Peluang Antrian (%)
Pagi	7489,50	0,60	10,890	14,923 31,602
Sore	7250	0,48	9,928	10,200 23,373

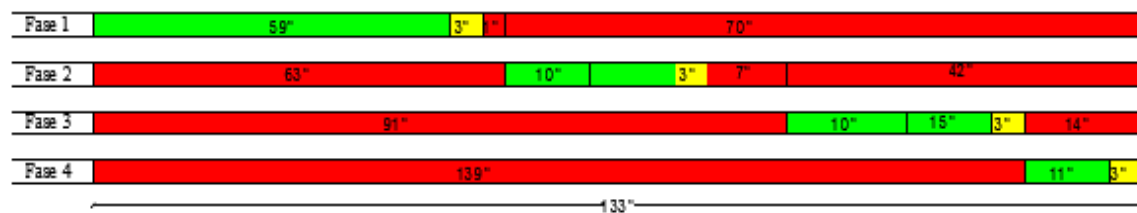
Kinerja dengan Menggunakan Rencana Skenario

Skenario 1: Optimasi Waktu Siklus dan Fase Sinyal

Fase sinyal yang digunakan Simpang Kalibanteng saat ini adalah 6 fase sehingga menyebabkan waktu siklus menjadi panjang. Kondisi fase tersebut di tata ulang sehingga menghasilkan waktu siklus yang lebih pendek. Berikut pada Gambar 5 dan Gambar 6 memperlihatkan *time sequence* yang disarankan berdasarkan volume lalu lintas eksisting, pengaruh *weaving* pada bundaran, dan jumlah fase yang telah di tata ulang menjadi 4 fase.



Gambar 5. Diagram time sequence jam puncak pagi skenario 1



Gambar 6. Diagram time sequence jam puncak sore skenario 1

Keterangan:

Fase 1: Jl. Siliwangi dan Jl. Abdul Rahman Saleh, Fase 2: Jl. Yos Sudarso, Fase 3: Jl. Jendral Sudirman dan Jl. Pamularsih, Fase 4: Jl. Bandara Ahmad Yani

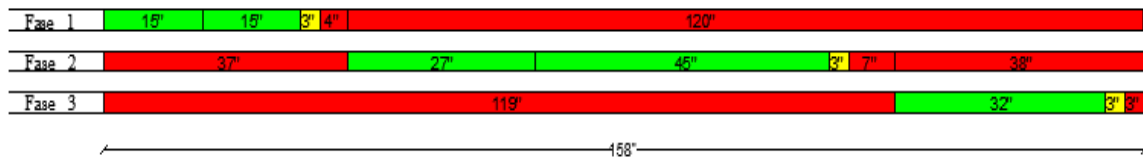
Skenario 2: Perubahan Arah Arus di Fly Over

Diasumsikan bahwa pergerakan arus dari arah Siliwangi menuju Yos Sudarso dan Jendral Sudirman seluruhnya melewati *fly over*. Sedangkan untuk arah sebaliknya melewati bundaran. Dengan perubahan arah arus ini, volume lalu lintas yang melewati bundaran akan berubah dari kondisi eksisting sehingga diperlukan kembali pengaturan fase dan waktu siklus. Volume lalu lintas untuk skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

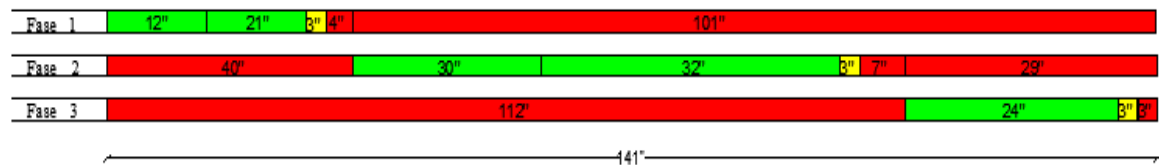
Table 6. Rekap volume lalu lintas Simpang Kalibanteng untuk skenario 2

Pendekat	Jam Puncak	Volume Jam Puncak (Smp/Jam)	Pendekat	Jam Puncak	Volume Jam Puncak (Smp/Jam)
Siliwangi	Pagi	1345,31	Abdul Rahman Saleh	Pagi	1212,06
	Sore	1092,52		Sore	880,12
Yos Sudarso	Pagi	1805,39	Bandara Ahmad Yani	Pagi	439,45
	Sore	2101,42		Sore	579,48
Pamularsih	Pagi	716,03	Jendral Sudirman	Pagi	1622,90
	Sore	701,40		Sore	1274,39

Berikut Gambar 7 dan Gambar 8 adalah *time sequence* pada simpang untuk skenario 2 yang disarankan berdasarkan volume lalu lintas, pengaruh *weaving* pada bundaran, dan jumlah fase yang telah di tata ulang menjadi 3 fase.



Gambar 7. Diagram *time sequence* jam puncak pagi skenario 2



Gambar 8. Diagram *time sequence* jam puncak sore skenario 2

Keterangan:

Fase 1: Jl. Siliwangi, Jl. Bandara Ahmad Yani dan Jl. Pamularsih, Fase 2: Jl. Yos Sudarso dan Jl. Abdul Rahman Saleh, Fase 3: Jl. Jendral Sudirman.

Analisis Kinerja Fly Over Sknario 2

Dengan menggunakan metode MKJI 1997, pertemuan antar ruas jalan pada *fly over* dianalisis menggunakan bagian jalinan tunggal karena terdapat gerakan lalu lintas yang menyatu dan memencar. Pada kondisi eksisting kinerja bagian jalinan tunggal dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kinerja bagian jalinan tunggal pada *fly over* untuk skenario 2

Jam Puncak	Arus Bagian Jalinan (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
Pagi	4360,2	6727,022	0,648
Sore	3835,6	6727,022	0,570

Rekapitulasi Hasil Kinerja Simpang Pada Kondisi Eksisting dan Skenario

Setelah semua skenario yang diberikan dianalisis, maka selanjutnya dapat dibandingkan dengan kondisi eksisting sehingga dapat diketahui skenario dengan kinerja terbaik untuk memecahkan masalah kemacetan di Simpang Kalibanteng. Berikut adalah perbandingan kinerja pada kondisi eksisting (E), skenario 1 (1), dan skenario 2 (2):

Tabel 8. Perbandingan kinerja ruas jalan

Pendekat	Arah	Derajat Kejenuhan					
		Pagi			Sore		
		E	1	2	E	1	2
Siliwangi	Menuju Simpang	0,78	0,78	0,19	0,67	0,67	0,15
	Meninggalkan Simpang	0,23	0,23	1,13	0,22	0,22	0,98
Abdul R. Saleh	Menuju Simpang	0,45	0,45	0,45	0,29	0,29	0,29
	Meninggalkan Simpang	0,22	0,22	0,22	0,26	0,26	0,26
Yos Sudarso	Menuju Simpang	0,11	0,11	0,42	0,15	0,15	0,49
	Meninggalkan Simpang	0,37	0,37	0,14	0,37	0,37	0,13
Bandara A.Yani	Menuju Simpang	0,19	0,19	0,19	0,22	0,22	0,22
	Meninggalkan Simpang	0,14	0,14	0,14	0,10	0,10	0,10
Jend. Sudirman	Menuju Simpang	0,18	0,18	0,74	0,20	0,20	0,55
	Meninggalkan Simpang	0,50	0,50	0,12	0,41	0,41	0,11
Pamularsih	Menuju Simpang	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22
	Meninggalkan Simpang	0,33	0,33	0,33	0,26	0,26	0,26
Fly Over Jendral sudirman-Siliwangi		0,59	0,59	0,62	0,39	0,39	0,49
Fly Over Yos Sudarso - Siliwangi		0,34	0,34	0,34	0,40	0,40	0,36
Fly Over Siliwangi		0,63	0,63	0,64	0,52	0,52	0,57

Tabel 9. Perbandingan kinerja simpang bersinyal

Pendekat	Jam Puncak	DS			QL (m)			D (det/smp)		
		E	1	2	E	1	2	E	1	2
		Siliwangi	Pagi	0,99	0,88	0,78	906,6	320,9	63,2	89,06
Sore	0,86		0,86	0,75	661,9	233,8	47,3	68,57	27,48	43,58
Abdul R. Saleh	Pagi	0,27	0,30	0,65	160,7	82,7	110,5	26,32	17,57	36,07
	Sore	0,20	0,25	0,39	116,5	56,5	63,9	26,95	18,45	26,73
Yos Sudarso	Pagi	0,57	0,48	0,78	97,3	42,9	171,5	149,57	63,34	38,50
	Sore	0,71	0,49	0,75	121,7	43,1	172,8	155,49	51,84	31,39
Bandara A.Yani	Pagi	0,57	0,83	0,40	91,7	46,3	28,8	138,54	78,05	41,15
	Sore	0,66	0,86	0,62	121,8	51,0	36,2	138,84	66,17	41,64
Jend. Sudirman	Pagi	0,62	0,63	0,78	119,9	54,0	152,2	143,99	64,34	36,03
	Sore	0,66	0,66	0,75	128,7	48,7	111,5	146,49	55,12	35,89
Pamularsih	Pagi	0,75	0,88	0,53	160,0	77,1	48,5	144,34	77,29	41,88
	Sore	0,65	0,86	0,62	153,5	62,9	45,1	138,02	64,09	41,10

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis emp simpang bersinyal lapangan menunjukkan nilai yang berbeda dengan nilai emp yang ditetapkan MKJI 1997.
2. Hasil analisis nilai emp untuk simpang bersinyal Kalibanteng pada Jalan Siliwangi untuk HV= 1,33 dan MC= 0,54, Jalan Bandara Ahmad Yani untuk HV= 0,77 dan MC= 0,63, Jalan Yos Sudarso untuk HV= 1,84 dan MC= 0,46, Jalan Jendral Sudirman untuk HV= 2,24 dan MC= 0,09, Jalan Pamularsih untuk HV= 1,99 dan MC= 0,19, Jalan Abdul Rahman Saleh untuk HV= 0,56 dan MC= 0,52.
3. Hasil perhitungan dari analisis data dengan emp baru untuk kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa pendekatan Siliwangi memiliki permasalahan dimana DS yang terjadi yaitu 0,99 untuk jam puncak pagi dan 0,86 untuk jam puncak sore yang menyebabkan panjang antrian sebesar 906,67 m untuk jam puncak pagi dan 661,94 m untuk jam puncak sore.
4. Solusi alternatif terbaik untuk Simpang Kalibanteng adalah skenario 2 karena menghasilkan kinerja yang lebih baik dari kondisi eksisting dan skenario 1 dilihat dari nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan rata-rata.

Saran

Rekomendasi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai emp baru dapat dijadikan sebagai alternatif, namun penelitian lebih lanjut diperlukan dengan interval waktu survey yang lebih lama dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan metode perhitungan emp yang berbeda.
2. Dengan terpilihnya skenario 2 sebagai solusi alternatif terbaik Simpang Kalibanteng, maka perlu dilakukan pelebaran jalan pada lengan Yos Sudarso dan Jendral Sudirman ke arah simpang, dan ruas jalan Siliwangi ke arah meninggalkan simpang, untuk menambah kapasitas simpang bersinyal.
3. Semakin sedikit jumlah fase lalu lintas yang digunakan maka semakin banyak titik-titik konflik yang terjadi. Oleh karena itu perlu diperhitungkan waktu tempuh menjalin dan kemampuan bagian jalinan (*Weaving Area*) dalam mengakomodasi pergerakan arus lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Hudoyo, Rosyid. 2006. *Efisiensi Rencana Flyover Kalibenteng Kota Semarang dalam Mengatasi Kemacetan dari Sisi Pengguna*. Semarang
- Ismiyati. 2011. *Statistik dan Probabilitas Untuk Teknik Bagi Peneliti Pemula*. Teknik Sipil Undip, Semarang.
- Paramitha, Agustina Maya, & Sitranata, Radiksa Ivan. 2013. *Evaluasi dan Upaya Peningkatan Kinerja Bundaran Kalibanteng Pasca Terbangunnya Flyover*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pradipta, Reza Eka, & Purba, Torang. 2016. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dan Flyover di Bundaran Kallibanteng*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wahyuningsih, Dewi, & Akbar, Fadhil. 2016. *Analisis Perubahan Perilaku Pengendara Sepeda Motor Pada Ruas Jalan di Kota Semarang*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.