

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL DAN FLYOVER DI BUNDARAN KALIBANTENG

Reza Eka Pradipta, Torang Purba, Y.I Wicaksono^{*)}, Amelia K. Indriastuti^{*)}

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

ABSTRAK

Bundaran Kalibanteng adalah salah satu simpul utama di Kota Semarang yang menghubungkan akses barat – timur – selatan dan dari bandara. Bundaran ini berada pada pertemuan enam ruas jalan, yaitu Jalan Yos Sudarso (Jalur Pantura), Jalan Sudirman, Jalan Pamularsih, Jalan Abdul Rahman Saleh, Jalan Siliwangi, dan Jalan Akses Bandara Ahmad Yani yang diatur oleh simpang bersinyal. Walaupun terdapat Flyover Kalibanteng, antrian kendaraan berat tetap terlihat terutama di Pendekat Siliwangi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola pergerakan di bundaran tahun 2016, evaluasi kinerja simpang bersinyal dan flyover di Bundaran Kalibanteng, beserta upaya peningkatan kinerjanya pada tahun 2018. Survei primer berupa traffic counting beserta pengamatan fase dan waktu siklus. Evaluasi kinerja simpang bersinyal dan flyover di Bundaran Kalibanteng dititikberatkan pada karakteristik pergerakan volume kendaraan berat mengingat bundaran ini merupakan bagian jalur kendaraan niaga Pulau Jawa. Kinerja simpang bersinyal eksisting (2016) diperlihatkan melalui nilai Derajat Kejenuhan (DS) dan tundaan dari masing-masing pendekatnya, sebagai berikut: Pendekat Sudirman dengan DS 0,80 dan tundaan 120,42 det/smp; Pendekat Pamularsih dengan DS 1,14 dan tundaan 395,53 det/smp; Pendekat Abd. Saleh dengan DS 0,37 dan tundaan 104,57 det/smp; Pendekat Siliwangi dengan DS 1,59 dan tundaan 1209,47 det/smp; Pendekat Bandara Ahmad Yani dengan DS 0,95 dan tundaan 146,89 det/smp; serta Pendekat Yos Sudarso dengan DS 0,48 dan tundaan 117,44 det/smp. Skenario penanganan yang diusulkan antara lain: (1) Optimasi waktu siklus dengan flyover eksisting; (2) Optimasi waktu siklus dengan flyover Siliwangi - Yos Sudarso dua arah; (3) Optimasi waktu siklus dengan flyover Siliwangi - Sudirman dua arah; dan (4) Optimasi waktu siklus dengan flyover Siliwangi - Yos Sudarso dan Siliwangi - Sudirman dua arah. Dengan mengakomodasi rencana pengalihan jalan akses bandara (2018), kinerja simpang saat penerapan skenario 1, ternyata didapat hasil bahwa pendekat Siliwangi dan Yos Sudarso memiliki nilai DS > 0,85. Untuk skenario 2, didapat hasil bahwa pendekat Siliwangi, Sudirman dan Yos Sudarso memiliki nilai DS > 0,85. Untuk skenario 3, didapat hasil bahwa pendekat Siliwangi, Pamularsih dan Yos Sudarso memiliki nilai DS > 0,85. Untuk skenario 4, ternyata tidak terdapat hasil pendekat dengan nilai DS > 0,85. Dari keempat skenario, skenario dengan kinerja terbaik adalah skenario 4, namun penerapan skenario ini membutuhkan kajian biaya dan desain teknis secara komprehensif.

Kata kunci: *Bundaran Kalibanteng, simpang bersinyal, flyover, derajat kejenuhan, tundaan*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRACT

Kalibanteng roundabout is one of the main node in the city of Semarang which connects access from the east – west - south and from the airport. This Roundabout is located by the confluence of six roads, they are Jalan Yos Sudarso (Pantura), Jalan Sudirman, Jalan Pamularsih, Jalan Abdul Rahman Saleh, Jalan Siliwangi, and road access of Ahmad Yani Airport. Although there is exist Kalibanteng Flyover, stand in line of heavy vehicle still occurred especially from Jalan Siliwangi . This Research aims to identify the movement patterns on the roundabout in 2016, evaluates the performance of signalized intersection and flyover in Kalibanteng Roundabout along with efforts the performance improvement in 2018. The Primary Survey by the method of traffic counting along with phase and cycle time observation. The performance evaluation of signalized intersections and flyovers in the Roundabout Kalibanteng focused on the characteristics of the movement of the volume of heavy vehicles based on that in this roundabout includes crossing dense commercial vehicles on Java Island. Performance of existing signalized intersections (2016) demonstrated through the value of Degree of Saturation (DS) and the delay of each closers, as follows: Jl. Sudirman with DS 0.80 and delays 120.42 det / smp; Jl. Pamularsih with DS 1.14 and delays 395.53 det / smp; Jl. Abd. Saleh with DS 0.37 and delays 104.57 det / smp; Jl. Siliwangi with DS and delays 1209.47 1.59 det / smp; Jl. Ahmad Yani Airport with DS 0.95 and delays 146.89 det / smp; and Jl. Yos Sudarso with DS 0.48 and delays 117.44 det / smp. Handling scenarios proposed, among others: (1) Optimization of the cycle time with the existing flyover; (2) Optimization of cycle time with flyover Siliwangi - Yos Sudarso two directions; (3) Optimization of cycle time with a flyover Siliwangi - Sudirman two directions; and (4) Optimization of cycle time with a flyover Siliwangi - Yos Sudarso and Siliwangi - Sudirman both directions. Accomodating the road access of Airport transfer plan (2018), the performance of the intersection with the application of scenario 1, it turns out there are closers Siliwangi and Yos Sudarso have a DS value > 0.85. For scenario 2, it turns out there are closers Siliwangi, Sudirman and Yos Sudarso have a DS value > 0.85. For scenario 3, it turns out there are closers Siliwangi, Pamularsih and Yos Sudarso have a DS value > 0.85. For scenario 4, it turns out there are no closers with DS > 0.85. Of the four scenarios, the scenario with the best performance is scenario 4, but the implementation of this scenario requires a study of the costs and technical design comprehensively.

Keywords: *Kalibanteng Roundabout, signalized intersection, flyovers, degree of saturation, delays.*

PENDAHULUAN

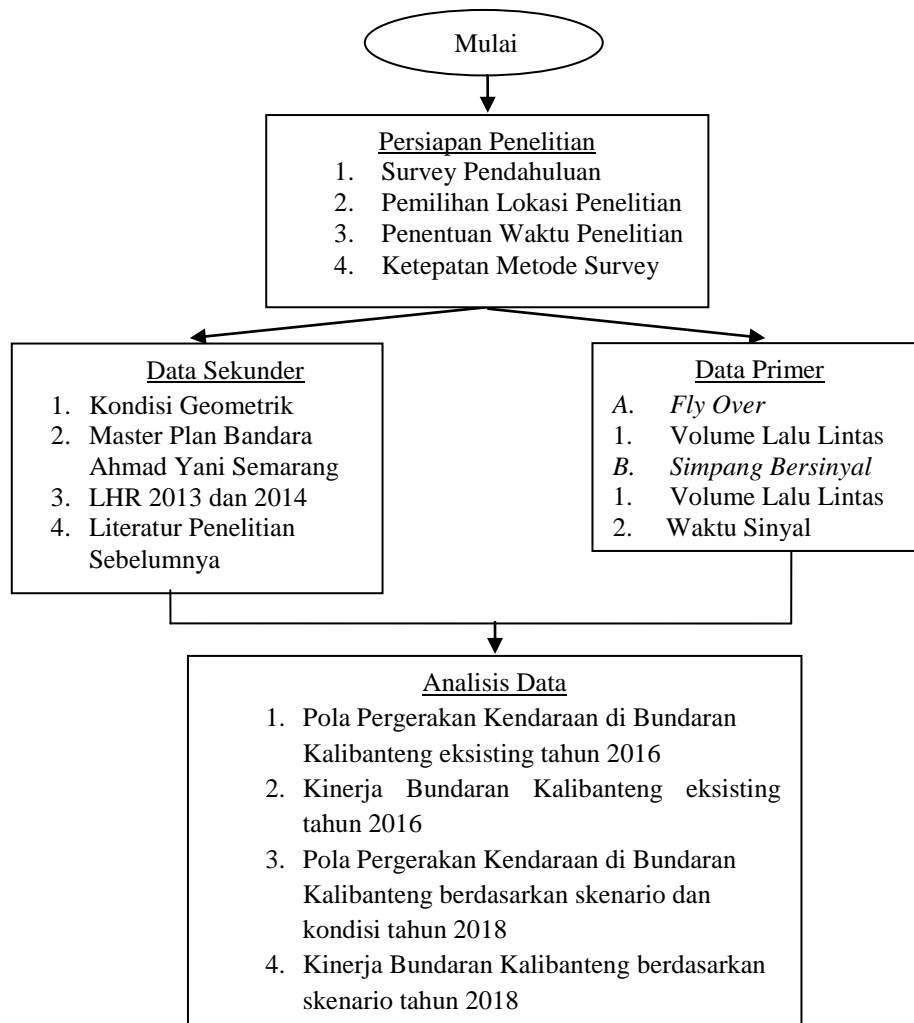
Bundaran Kalibanteng sebagai salah satu simpul utama Kota Semarang sekaligus bagian dari Jalur Pantura menghubungkan akses barat – timur – selatan dan dari bandara. Bundaran ini berada pada pertemuan enam ruas jalan, yaitu Jalan Yos Sudarso (Jalur Pantura) di timur laut, Jalan Sudirman di timur, Jalan Pamularsih di tenggara, Jalan Abdul Rahman Saleh di barat daya, Jalan Siliwangi di barat, dan Jalan Akses Bandara Ahmad Yani di barat laut. Akibatnya, jalur ini menjadi perlintasan yang padat kendaraan niaga dari barat ke timur Jawa ataupun sebaliknya. Berdasarkan data LHR dari Bina Marga, pada tahun 2009 – 2013, jumlah kendaraan niaga yang melintasi Jalur Pantura mencapai rata-rata 26%, dengan proporsi 55% kendaraan niaga bergerak dari timur ke barat (Hendra dan Andrianto, 2014).

Guna mengurai kemacetan lalu-lintas di kawasan ini, maka dibangun *flyover* di Bundaran Kalibanteng dan mulai digunakan tahun 2014. *Fly over* ini berbentuk menyerupai huruf

“Y”, dengan arah dari Jalan Yos Sudarso menuju Jalan Siliwangi dan Jalan Sudirman menuju Jalan Siliwangi. Pengoperasian *fly over* ini cukup dapat mengurangi pergerakan kendaraan terutama kendaraan niaga dari arah timur ke barat. Akan tetapi seiring peningkatan jumlah penduduk dan tingkat ekonomi dua tahun terakhir, memicu tingginya arus pergerakan lalu lintas yang melewati Bundaran Kalibanteng, sehingga pada arah sebaliknya, kendaraan besar masih terus memenuhi lajur-lajur jalan utama sehingga masih membebani Bundaran Kalibanteng di bawah *Fly Over* ini. Selain itu, program Pemerintah untuk memperluas kawasan Bandara Ahmad Yani berimplikasi pada pemindahan jalan akses menuju Bandara yang akan melewati Jalan Puri Anjasmoro (Kampung Laut) mulai tahun 2018. Berdasarkan hal-hal tersebut, penelitian ini dianggap perlu untuk dilakukan guna mengevaluasi kinerja simpang bersinyal dan *flyover* pada Bundaran Kalibanteng tahun 2016 dan upaya peningkatan kinerja dengan berdasarkan kondisi tahun 2018.

METODOLOGI PENELITIAN

a. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

b. Pengumpulan Data

survei pencacahan volume lalu lintas dilaksanakan pada jam 09.00 – 11.00 WIB (*peak time* untuk kendaraan berat) dan 15.45 – 17.45 WIB (*off-peak time* untuk kendaraan berat) pada hari Kamis tanggal 19 Mei 2016. Interval waktu pengamatan dilakukan per 15 menit. Lokasi pengamatan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Lokasi pengamatan volume lalu lintas

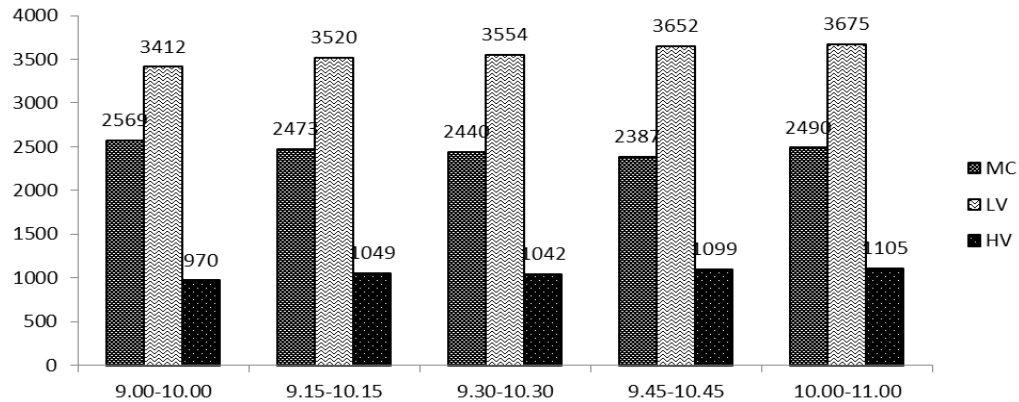
Sementara, data sekunder berupa literatur/dokumen teknis pendukung diperoleh dari beberapa instansi seperti Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kota Semarang, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah dan Satker Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Jawa Tengah.

c. Analisis Data

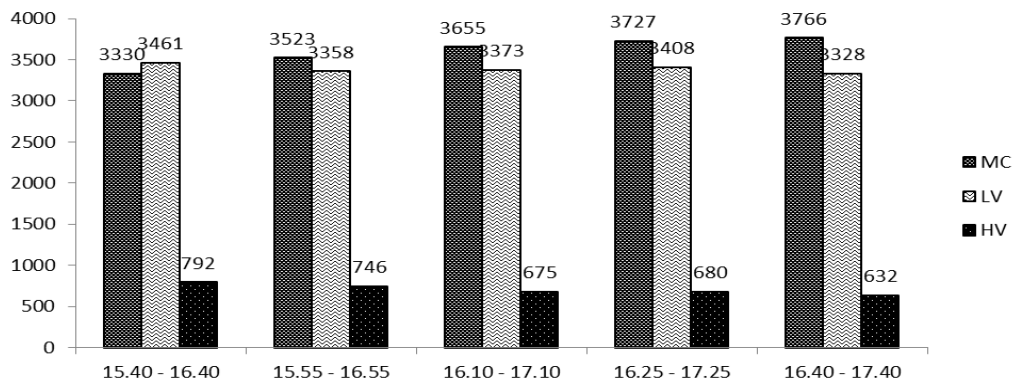
Penelitian ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sebagai pedoman evaluasi dan analisis. Bundaran Kalibanteng diperlakukan sebagai Simpang Bersinyal. Hal ini berdasarkan pada Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, di mana Bundaran termasuk salah satu teknik pengaturan lalu lintas terhadap simpang dan sudah terpasang sistem persinyalan di kondisi eksisting.

DATA VOLUME LALU LINTAS

Volume lalu lintas hasil survei diklasifikasikan menjadi sepeda motor (MC), kendaraan berat (HV) dan kendaraan ringan (LV). Data ini diperlihatkan dalam Gambar 3 dan 4. Pemilihan volume kendaraan terpilih (rencana) dan waktu periode *peak hour* dan *off-peak hour* berdasarkan pada volume kendaraan berat terbesar.



Gambar 3. Volume Lalu Lintas menuju Bundaran Kalibanteng pada pagi hari (smp)



Gambar 4. Volume Lalu Lintas menuju Bundaran Kalibanteng pada sore hari (smp)

Volume kendaraan berat tertinggi yang melewati Bundaran Kalibanteng terjadi pada periode pagi. Dengan demikian, waktu puncak (*peak hour*) adalah saat jam 09.00-11.00 (pagi) dan waktu sepi (*off-peak hour*) adalah saat jam 15.40-17.40 (sore).

KINERJA RUAS DAN SIMPANG BERSINYAL KONDISI EKSISTING

Kinerja ruas jalan dan *flyover* kondisi eksisting diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kinerja Ruas dan Flyover di Bundaran Kalibanteng (tahun 2016)

Ruas Jalan	Jam Puncak	Arus Lalu Lintas (Q)		Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DS)	
		(smp/jam)			(smp/jam)	
		Menuju Bundaran	Dari Bundaran	Menuju Bundaran	Dari Bundaran	
Siliwangi	Pagi	3567	3016	4514	0,79	0,67
	Sore	3193	3548	4514	0,71	0,79
Yos Sudarso	Pagi	1170	1354	4657	0,25	0,29
	Sore	1243	1252	4657	0,27	0,27
Sudirman	Pagi	1797	1976	4703	0,38	0,42
	Sore	2089	2003	4703	0,44	0,43

Tabel 1. Hasil Analisis Kinerja Ruas dan Flyover di Bundaran Kalibanteng (tahun 2016) (Lanjutan)

Ruas Jalan	Jam Puncak	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)		Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	
		Menuju Bundaran	Dari Bundaran		Menuju Bundaran	Dari Bundaran
		Pamularsih	Pagi		723	816
	Sore	976	965	3432	0,28	0,28
Abdul Rahman Saleh	Pagi		1185	6344		0,19
	Sore		1198	6344		0,19
Bandara Ahmad Yani	Pagi	521	435	3300	0,16	0,13
	Sore	721	403	3300	0,22	0,12
FO Yos-Siliwangi	Pagi		932	3069		0,30
	Sore		948	3069		0,31
FO Sudirman-Siliwangi	Pagi		1205	3069		0,39
	Sore		1492	3069		0,49

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai DS pada ruas jalan pendekat $\leq 0,75$, kecuali pada Jalan Siliwangi yang mencapai angka 0,79. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja masing-masing jalan pendekat masih relatif aman. Untuk Jalan Siliwangi yang sudah melewati batas aman kinerja ruas jalan, perlu diberikan penanganan khusus terkait banyaknya kendaraan berat (*Heavy Vehicle*). Kinerja simpang bersinyal eksisting diperlihatkan dalam Tabel 2.

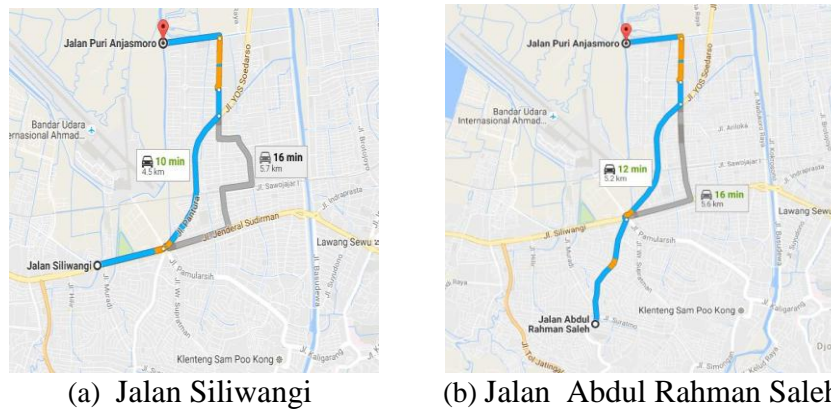
Tabel 2. Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Bundaran Kalibanteng

Kode Pendekat	Hi-jau di fase ke	Waktu hijau		Waktu Siklus (detik)		Derajat Kejenuhan (DS)		Kendaraan Henti Rata-Rata (stop/smp)		Tundaan Simpang Rata-Rata	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
		Siliwangi	1	90	98			1,59	1,30		
Abd. Saleh	2	32	45			0,37	0,26				
Yos	3	25	20			0,35	0,48				
Sudarso Band. A. Yani	4	48	40	253	258	0,60	0,95	2,25	1,65	669,35	379,42
Pamularsih	4	48	40			0,71	1,14				
Sudirman	5	33	30			0,80	0,21				

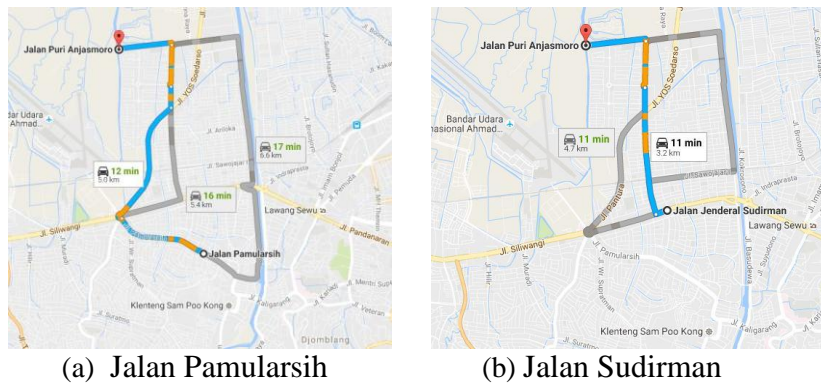
Berdasarkan hasil analisis, nilai derajat kejenuhan pada pendekat Jalan Siliwangi, Jalan Pamularsih, dan Jalan Bandara Ahmad Yani melebihi $\geq 0,85$. Nilai ini dipengaruhi oleh pengaturan fase yang panjang (5 fase) sehingga kapasitas pendekat menjadi tidak maksimal melayani arus lalu lintas akibatnya menimbulkan panjang antrian dan tundaan yang lama. Selain itu untuk nilai waktu siklus, nilai kendaraan terhenti rata-rata dan tundaan rata-rata juga masih tergolong besar khususnya di pagi hari dan selisih nilai tersebut di pagi dan sore hari cukup kontras. Hal disebabkan arus lalu lintas yang lebih tinggi di pagi hari. Oleh sebab itu, Simpang Kalibanteng diperlukan penataan kembali.

PEMINDAHAN AKSES BANDARA (TAHUN 2018)

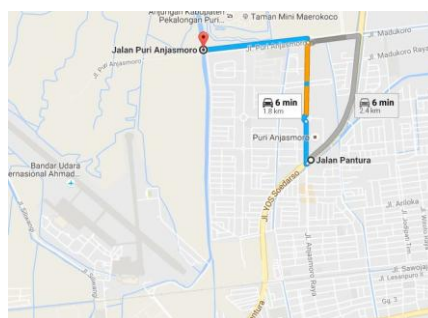
Dengan dipindahkannya jalur akses menuju bandara Ahmad Yani melalui Jalan Puri Anjasmoro mulai tahun 2018 maka jalan akses eksisting akan dinonaktifkan sehingga akan berpengaruh beban lalu lintas pada Bundaran Kalibanteng akan berkurang. Pemindahan jalur akses bandara ini akan mengakibatkan perubahan pola arus pergerakan di Bundaran Kalibanteng. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengguna jalan raya memilih rute perjalanan adalah jarak tempuh dan waktu tempuh menuju lokasi tujuan sehingga volume kendaraan dari berbagai jalan pendekat yang akan masuk ke Bandara Ahmad Yani berpeluang menggunakan rute lain menuju jalan Puri Anjasmoro. Berikut pemilihan rute yang diperkirakan akan terjadi saat pemindahan akses bandara tahun 2018.



Gambar 5. Pemilihan Rute menuju Bandara Ahmad Yani dari (a) Jalan Siliwangi (b) Jalan Abdul Rahman Saleh



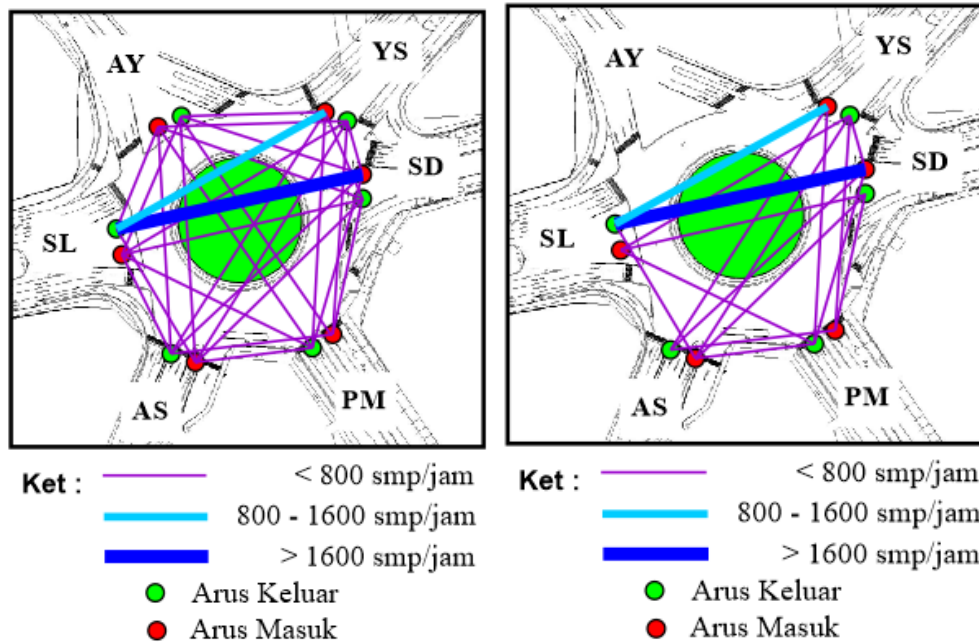
Gambar 6. Pemilihan Rute menuju Bandara Ahmad Yani dari (a) Jalan Pamularsih (b) Jalan Sudirman



Gambar 7. Pemilihan Rute menuju Bandara Ahmad Yani dari Jalan Yos Sudarso

PERUBAHAN POLA PERGERAKAN TINJAUAN TAHUN 2016 DAN TAHUN 2018

Pola pergerakan kendaraan di Bundaran Kalibanteng memiliki karakteristik tertentu. Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian di lapangan maka didapat hasil berupa *desire line* seperti Gambar 8.a dan 8.b berikut ini:



Gambar 8. (a) Pola Pergerakan Tahun 2016 (b) Pola Pergerakan Tahun 2018

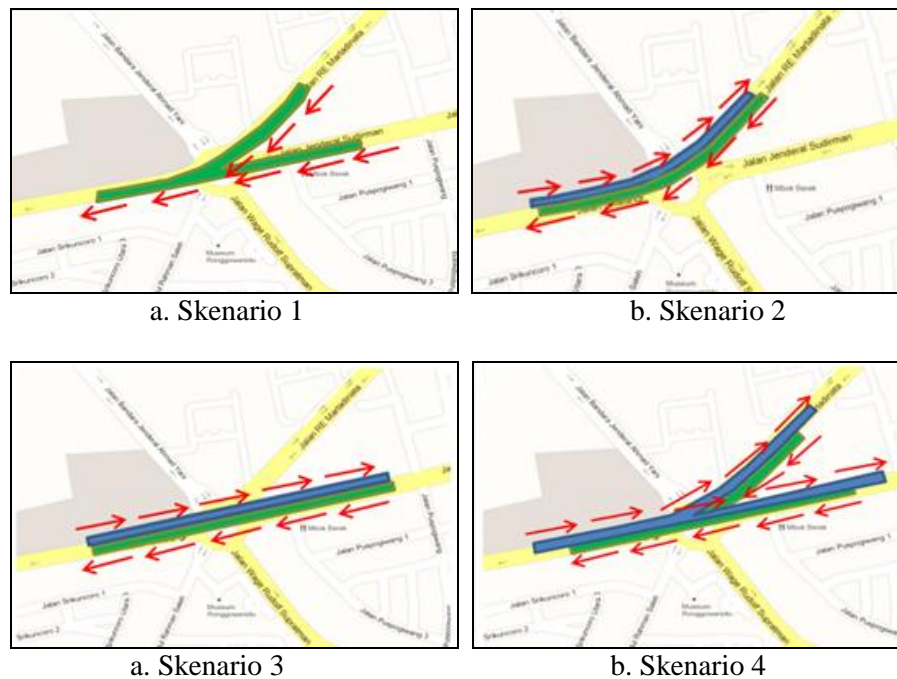
Pada tahun 2016, dengan kondisi eksisting maka berdasarkan gambar 8.a didapat bahwa volume kendaraan tertinggi yang melewati bundaran ada pada 3 pendekatan utama, yaitu Pendekat Siliwangi, Pendekat Yos Sudarso dan Pendekat Sudirman. Untuk pola pergerakan dari Pendekat Siliwangi menuju Yos Sudarso ada di rentang 800-1600 smp/jam dengan didominasi oleh volume kendaraan berat (HV), sedangkan dari Pendekat Siliwangi menuju Sudirman ada direntang lebih dari 1600 smp/jam dengan didominasi oleh kendaraan ringan (LV) dan sepeda motor (MC). Untuk pendekatan lainnya ada direntang kurang dari 800 smp/jam dengan distribusi jenis kendaraan yang merata.

Untuk tahun 2018, dengan kondisi eksisting tanpa jalan akses bandara maka berdasarkan gambar 8.b didapat bahwa volume kendaraan tertinggi yang melewati bundaran tetap ada pada 3 pendekatan utama seperti pada tinjauan tahun 2016. Yang membedakan adalah dengan tiadanya jalan akses bandara maka kendaraan dialihkan menuju Pendekat Yos Sudarso dari arah Pendekat Siliwangi, Abdul Rahman Saleh dan Pamularsih, sehingga Volume kendaraan yang masuk ke Pendekat Yos Sudarso cukup meningkat. Namun masih dalam rentang volume yang sama yaitu 800-1600 smp/jam.

SKENARIO PENINGKATAN KINERJA LALU LINTAS KAWASAN BUNDARAN KALIBANTENG (TAHUN 2018)

Setelah melakukan analisis kondisi eksisting simpang bersinyal didapatkan hasil kinerja simpang yang kurang efektif dan efisien terutama berdasarkan MKJI 1997. Oleh karena itu diperlukan penanganan berupa optimasi pada simpang bersinyal kalibanteng ini sehingga

dapat meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanan. Optimasi simpang bersinyal yang dimaksud adalah dengan penataan fase dan pengaturan persinyalan.



Gambar 9. (a) Skenario 1 (b) Skenario 2 (c) Skenario 3 (d) Skenario 4

1. Skenario 1

Dalam skenario pertama, diasumsikan Bundaran Kalibanteng memiliki kondisi geometri Bundaran dan *flyover* seperti kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting *flyover* memiliki 2 (dua) lengan satu arah dari Jalan Yos Sudarso menuju Jalan Siliwangi dan dari arah Jalan Sudirman menuju Jalan Siliwangi.

2. Skenario 2

Dalam skenario kedua ini, diasumsikan Bundaran Kalibanteng hanya memiliki *flyover* dari Jalan Yos Sudarso menuju Jalan Siliwangi dan *flyover* dari Jalan Siliwangi menuju Jalan Yos Sudarso.

3. Skenario 3

Dalam skenario ketiga ini, diasumsikan Bundaran Kalibanteng hanya memiliki *flyover* dari Jalan Sudirman menuju Jalan Siliwangi dan *flyover* dari Jalan Siliwangi menuju Jalan Sudirman.

4. Skenario 4

Dalam skenario keempat ini, diasumsikan Bundaran Kalibanteng memiliki *flyover* Jalan Yos Sudarso-Jalan Siliwangi Dua Arah dan *flyover* Jalan Sudirman-Jalan Siliwangi Dua Arah.

KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK SKENARIO 1

Kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting 2018 ini menggunakan analisis simpang bersinyal dengan optimasi waktu siklus dengan 3 fase. Kinerja simpang bersinyal skenario 1 diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Bundaran Kalibanteng Skenario 1

Kode Pendekat	Hi-jau di fase ke	Waktu Hijau		Waktu Siklus (detik)		Derajat Kejenuhan (DS)		Kendaraan Henti Rata-Rata (stop/smp)		Tundaan Simpang Rata-Rata	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Siliwangi	1,2	65	42			0,92	0,89				
Abd. Saleh	3	27	25			0,34	0,26				
Yos Sudarso	3	27	25	172	125	0,92	0,89	0,77	0,73	50,75	32,97
Pamularsih	1	65	42			0,40	0,60				
Sudirman	2	65	42			0,22	0,22				

Berdasar pada Tabel 3 didapat bahwa pada kondisi scenario 1 untuk nilai DS rata-rata setiap pendekat berada di angka $\leq 0,75$, kecuali pada pendekat Siliwangi dan Yos Sudarso. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja pendekat Siliwangi dan Yos Sudarso sudah melewati batas aman. Sehingga perlu diberikan penanggulangan khusus untuk mengatasi volume kendaraan yang padat. Sedangkan dari segi waktu siklus terbesar masih mencapai 172 detik pada pagi hari, kendaraan henti rata-rata mencapai 0,77 stop/smp pada pagi hari, dan tundaan simpang rata-rata mencapai 50,75 detik pada pagi hari.

KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK SKENARIO 2

Kinerja simpang bersinyal kondisi tahun 2018 ini menggunakan analisis simpang bersinyal dengan optimasi waktu siklus 3 fase. Kinerja simpang bersinyal skenario 2 diperlihatkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Bundaran Kalibanteng Skenario 2

Kode Pendekat	Hi-jau di fase ke	Waktu hijau		Waktu Siklus (detik)		Derajat Kejenuhan (DS)		Kendaraan Henti Rata-Rata (stop/smp)		Tundaan Simpang Rata-Rata	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Siliwangi	1,2	37	28			0,85	0,86				
Abd. Saleh	3	10	10			0,47	0,54				
Yos Sudarso	3	10	10	89	105	0,58	0,86	1,46	1,41	133,92	149,90
Pamularsih	1	27	28			0,50	0,75				
Sudirman	2	37	52			0,85	0,86				

Berdasar pada Tabel 4 didapat bahwa pada kondisi skenario 2 untuk nilai DS rata-rata setiap pendekat berada di angka $\leq 0,75$, kecuali pada pendekat Siliwangi, Yos Sudarso dan Sudirman. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja ketiga pendekat tersebut sudah melewati batas aman. Sehingga perlu diberikan penanggulangan khusus untuk mengatasi volume kendaraan yang padat. Sedangkan dari segi waktu siklus terbesar masih mencapai 105 detik pada sore hari, kendaraan henti rata-rata mencapai 1,46 stop/smp pada pagi hari, dan tundaan simpang rata-rata mencapai 149,90 detik pada sore hari.

KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK SKENARIO 3

Kinerja simpang bersinyal kondisi tahun 2018 ini menggunakan analisis simpang bersinyal dengan optimasi waktu siklus 3 fase. Kinerja simpang bersinyal skenario 3 diperlihatkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Bundaran Kalibanteng Skenario 3

Kode Pendekat	Hi-jau di fase ke	Waktu hijau		Waktu Siklus (detik)		Derajat Kejenuhan (DS)		Kendaraan Henti Rata-Rata (stop/smp)		Tundaan Simpang Rata-Rata	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Siliwangi	1,2	20	30			0,81	0,73				
Abd. Saleh	3	27	66			0,16	0,11				
Yos Sudarso	3	27	66	81	136	0,81	0,90	0,72	0,72	24,11	38,02
Pamularsih	1	20	30			0,62	0,90				
Sudirman	2	20	25			0,32	0,36				

Berdasar pada Tabel 5 didapat bahwa pada kondisi skenario 3 untuk nilai DS rata-rata setiap pendekat berada di angka $\leq 0,75$, kecuali pada pendekat Siliwangi, Pamularsih dan Yos Sudarso. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja ketiga pendekat tersebut sudah melewati batas aman, sehingga perlu diberikan penanggulangan khusus untuk mengatasi volume kendaraan yang padat. Sementara, waktu siklus terbesar masih mencapai 136 detik pada sore hari, kendaraan henti rata-rata mencapai 0,72 stop/smp pada pagi hari, dan tundaan simpang rata-rata mencapai 38,02 detik pada sore hari.

KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK SKENARIO 4

Kinerja simpang bersinyal kondisi tahun 2018 ini menggunakan analisis simpang bersinyal dengan optimasi waktu siklus 3 fase. Berbeda dengan skenario lainnya, di skenario 4 Jalan Siliwangi hanya mendapat waktu hijau di 1 fase saja. Kinerja simpang bersinyal skenario 4 diperlihatkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Bundaran Kalibanteng Skenario 4

Kode Pendekat	Hi-jau di fase ke	Waktu hijau		Waktu Siklus (detik)		Derajat Kejenuhan (DS)		Kendaraan Henti Rata-Rata (stop/smp)		Tundaan Simpang Rata-Rata	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Siliwangi	1	13	16			0,59	0,42				
Abd. Saleh	3	10	10			0,25	0,26				
Yos Sudarso	3	10	10	48	51	0,31	0,40	0,73	0,78	18,20	20,48
Pamularsih	1	13	16			0,56	0,65				
Sudirman	2	10	10			0,37	0,34				

Berdasar pada Tabel 6 didapat bahwa pada kondisi skenario 4 untuk nilai DS rata-rata setiap pendekat sudah berada di angka $\leq 0,75$. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja setiap pendekat tersebut sudah aman. Sedangkan dari segi waktu siklus terbesar masih mencapai 136 detik pada sore hari, kendaraan henti rata-rata mencapai 0,72 stop/smp pada pagi hari, dan tundaan simpang rata-rata mencapai 38,02 detik pada sore hari.

SKENARIO TERBAIK

Dari hasil analisis, didapatkan hasil skenario terbaik yaitu skenario 4 dengan menyediakan *flyover* Jalan Yos Sudarso – Jalan Siliwangi 2(dua) arah dan *flyover* Jalan Sudirman-Jalan Siliwangi 2(dua) arah. Hal ini terlihat dari aspek analisis nilai derajat kejenuhan yang paling rendah, $DS < 0,85$ dan panjang antrian yang paling pendek bila dibandingkan dengan skenario lainnya. Skenario 1 nilai $DS > 0,85$ terjadi di Jalan Siliwangi dan Jalan Yos Sudarso, skenario 2 nilai $DS > 0,85$ terjadi di Jalan Siliwangi, Jalan Yos Sudarso, dan Jalan Sudirman dan skenario 3 nilai $DS > 0,85$ terjadi di Jalan Yos Sudarso dan Jalan Pamularsih. Namun dari aspek biaya konstruksi, skenario 4 menjadi skenario termahal dan skenario 1 menjadi skenario termurah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan pola pergerakan di Bundaran Kalibanteng menunjukkan bahwa volume kendaraan berat (HV) tertinggi terjadi di Jalan Siliwangi menuju Jalan Yos Sudarso dan untuk volume kendaraan ringan (LV) dan sepeda motor tertinggi terjadi di Jalan Siliwangi menuju Jalan Sudirman.
2. Kondisi simpang bersinyal di Bundaran Kalibanteng dengan pengaturan 5 fase menciptakan kinerja buruk dengan indikator nilai $DS > 0,85$ terjadi di Jl. Siliwangi, Jl. Pamularsih dan Jl. Bandara Ahmad Yani dengan nilai tundaan simpang rata-rata 669,35 detik di pagi hari dan 379,42 detik di sore hari.
3. Pemindahan jalan akses menuju Bandara Ahmad Yani akan membentuk pola pergerakan baru. Pola tersebut mengakibatkan meningkatnya volume kendaraan yang menuju jalan Yos Sudarso sesuai dengan hasil pengamatan dan penelitian di lapangan.
4. Berdasarkan rekapitulasi perbandingan hasil analisis 4 (empat) skenario dipilih skenario 4 berupa penyediaan *flyover* Jalan Yos Sudarso-Jalan Siliwangi 2 (dua) arah dan *flyover* Jalan Sudirman-Jalan Siliwangi 2 (dua) arah sebagai skenario terbaik. Namun perlu dilanjutkan kajian biaya, ekonomi serta desain teknis yang mendalam agar terpilih skenario paling efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, 2007. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.
- Hendra, Adrianto D.N., 2014, *Analisa Pengaruh Muatan Berlebih (Overloading) Kendaraan Pada Struktur Perkerasan Rigid Terhadap Umur Rencana Perkerasan*, Tugas Akhir, Program S1 Lintas Jalur, Jurusan Teknik Sipil, Kerjasama Kementerian Pekerjaan Umum dan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan