KOORDINASI SINYAL DUA SIMPANG BERDEKATAN: STUDI KASUS SIMPANG GONDOMANAN DAN SIMPANG KM NOL KOTA YOGYAKARTA

Suci Iryanti[1], Berlian Kushari[2]

[1]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email: siryanti7@gmail.com
[2]Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email: bkushari@uii.ac.id

ABSTRACT

Gondomanan and KM Nol are two successive 4-legged signalized intersections located in the center of Yogyakarta City. A busy area connected by the two hosts many historical buildings, public offices, commercial blocks and is famous as a tourist's destination and public space. At many times, large number of vehicles pass through the intersections, causing congestion. The distance between the two intersections is relatively short so that signal coordination is possible to be designed to reduce congestion. The purpose of this study is to evaluate the performance of the existing intersections and to reduce congestion by implementing signal coordination scenario between the two intersections. Microsimulation analysis and development of the scenario were performed using VISSIM software. The parameters used to select the best alternative design were intersection capacity, as well as travel delay and speed at the road section connecting the two intersections. The data used for the study include traffic volume during peak and off-peak hours, the geometry of the intersections and the road section, as well as vehicle speed and driver's behavior. The results showed, among others, that at current state, the Gondomanan and KM Nol intersections were not coordinated. A signal coordination scenario using a common cycle time of 150 seconds was shown to reduce delay and increase the travel speed better that that which used 135 seconds. During peak hour, the travel delay of West-bound traffic between the two intersections decreased by 42.40% from the existing 20.73 seconds to 11.94 seconds. The capacity increased 27.53% from the existing 677.3 to 863.13 PCUs/hour. The speed increased only marginally by 5.38% from the existing 23.0 to 24.3 km/hour.

***Keywords*:** signal coordination, capacity, delay, microsimulation, VISSIM

PENDAHULUAN

Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol merupakan dua simpang bersinyal yang cukup besar dan berdekatan satu sama lain. Kedua simpang tersebut terletak di pusat Kota Yogyakarta, di kawasan daerah wisata kultural-historis yang bercampur dengan area komersial, perkantoran, dan *public space*. Dengan tipe guna lahan semacam ini, kawasan di sekitar kedua simpang berdekatan tersebut merupakan pembangkit lalulintas yang cukup besar. Dengan lokasi yang hanya berjarak 500 meter antarkeduanya, kondisi lalulintas padat yang sering terjadi pada kedua simpang dan ruas penghubungnya kerap menimbulkan kemacetan.

Beberapa kajian untuk merekayasa Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol secara terisolasi telah dilakukan sebelumnya. Falahuddin (2018), misalnya, melakukan evaluasi kinerja Simpang KM Nol dan mengusulkan rancangan geometri simpang berbentuk bundaran. Rancangan bundaran ini dibandingkan kinerjanya dengan rancangan eksisting pada waktu itu berdasarkan Manual

Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Lalulintas kendaraan yang melewati dua simpang atau lebih dengan jarak antarsimpang yang pendek tentunya akan mengalami resiko tundaan dan tingginya waktu tempuh kendaraan apabila tidak ada koordinasi sinyal antar simpang-simpang tersebut. Studi untuk merancang koordinasi sinyal antarsimpang sebenarnya sudah jamak dilakukan. Ramadhan (2016), Husna (2016), dan Zainuri (2018), misalnya, melakukan penelitian perancangan koordinasi sinyal pada lokasi studinya masing-masing dengan pendekatan mikrosimulasi lalulintas.

Upaya untuk meningkatkan kinerja simpang, baik secara terisolasi maupun terkoordinasi dengan simpang lain, dapat dilakukan dengan beberapa cara. Sepanjang tidak mengubah aspek geometri ataupun tipe pengaturannya, maka mengubah fase dan waktu siklus simpang untuk mendapatkan kinerja yang lebih optimum merupakan pendekatan yang lazim dilakukan. Hal ini dilakukan, misalnya oleh Islamy (2017) dan Pratama (2017) dalam studi mereka.

Makalah ini melaporkan sebuah studi kasus yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja operasional pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol, Kota Yogyakarta, serta mengusulkan koordinasi pengaturan sinyal untuk kedua simpang tersebut agar terwujud kinerja pelayanan lalulintas yang lebih baik, khususnya bagi lalulintas yang mengakses ruas jalan penghubung keduanya. Parameter kinerja yang ditinjau meliputi tundaan, waktu tempuh, serta kapasitas pada pendekat simpang. Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, pendekatan mikrosimulasi lalulintas menggunakan perangkat lunak VISSIM digunakan dalam studi ini.

LANDASAN TEORI

Koordinasi Simpang Bersinyal

Koordinasi antarsimpang bersinyal merupakan salah satu upaya untuk mengurangi tundaan dan antrian. Menurut Taylor dan Young (1996) beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengkoordinasikan sinyal, yaitu:

1. Waktu siklus pada sinyal tiap simpang diusahakan sama, hal ini untuk mempermudah menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang berikutnya.
2. Sebaiknya pola pengaturan simpang yang dipergunakan adalah *fixed time signal*, karena koordinasi sinyal dilakukan secara terus menerus.

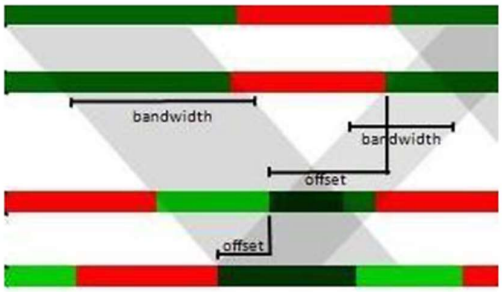
Sejalan dengan pendapat Taylor dan Young (1996), McShane dan Roess (1990) juga memberikan beberapa prakondisi yang hendaknya dipenuhi dalam pengkoordinasian simpang bersinyal, yaitu:

1. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih, maka koordinasi sinyal tidak akan efektif lagi.
2. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama.
3. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk *grid*.
4. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

Koordinasi sinyal simpang-simpang yang berdekatan dilakukan dengan memanfaatkan waktu *offset* dan *bandwidth* (Papacostas dan Prevedourous, 2005) sebagaimana ilustrasi pada Gambar 1. *Offset* merupakan perbedaan waktu antara awal sinyal hijau pada simpang pertama dan awal sinyal hijau pada simpang berikutnya. Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi, namun waktu *offset* juga dapat digunakan untuk mulai membentuk lintasan koordinasi.

Bandwidth, di sisi lain, merupakan perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Keduanya berada pada kecepatan yang

konstan dan merupakan peleton yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.



Gambar 1. Offset dan Bandwith dalam Diagram Koordinasi Sinyal Simpang

Kapasitas Simpang Bersinyal

Kapasitas diartikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat melewati suatu bagian jalan (baik ruas maupun simpang) dalam kondisi tertentu dalam satuan waktu tertentu. Kapasitas umumnya dihitung dalam satuan kendaraan/jam atau SMP/jam (SMP: Satuan Mobil Penumpang).

Untuk menghitung kapasitas (C) suatu lengan atau lajur pada simpang bersinyal, MKJI 1997 menyarankan Persamaan (1) berikut.

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (1)$$

Dengan *g:* waktu hijau (detik), *c*: waktu siklus (detik), dan *S*: arus jenuh (SMP/jam). Arus jenuh secara teoritis dapat diperkirakan berdasarkan arus jenuh dasar (S_o) dan beberapa faktor koreksi tertentu. Namun dalam studi simulasi ini, arus jenuh disurvei secara langsung ketika melakukan *running* simulasi tersebut (*on screen survey*).

Mikrosimulasi Lalulintas dengan VISSIM

VISSM adalah perangkat lunak multimoda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain (PTV Vision, 2016). VISSIM dapat dimanfaatkan untuk melakukan evaluasi alternatif rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

Sebelum studi simulasi lalulintas dapat dilakukan di dalam lingkugan VISSIM, perlu dikembangkan suatu model yang merepresentasikan kondisi geometri, lalulintas, pengaturan, serta perilaku berlalulintas (*traffic behaviour*) secara akurat. Model dinyatakan representatif terhadap kondisi lapangan apabila nilai parameter tertentu dalam model telah mendekati nilai aktualnya berdasarkan survai lapangan.

Parameter yang digunakan untuk menguji tingkat representasi model terhadap kondisi lapangan pada studi ini adalah volume lalulintas kendaraan. Menurut Gustavsson (2007), perbandingan antara parameter volume lalulintas pada model dengan nilai kondisinya lapangan dianalisis dengan metode statistik *chi-squared* sebagaimana disarankan oleh Geoffrey E. Havers (GEH), dirumuskan sebagaimana Persamaan (2).

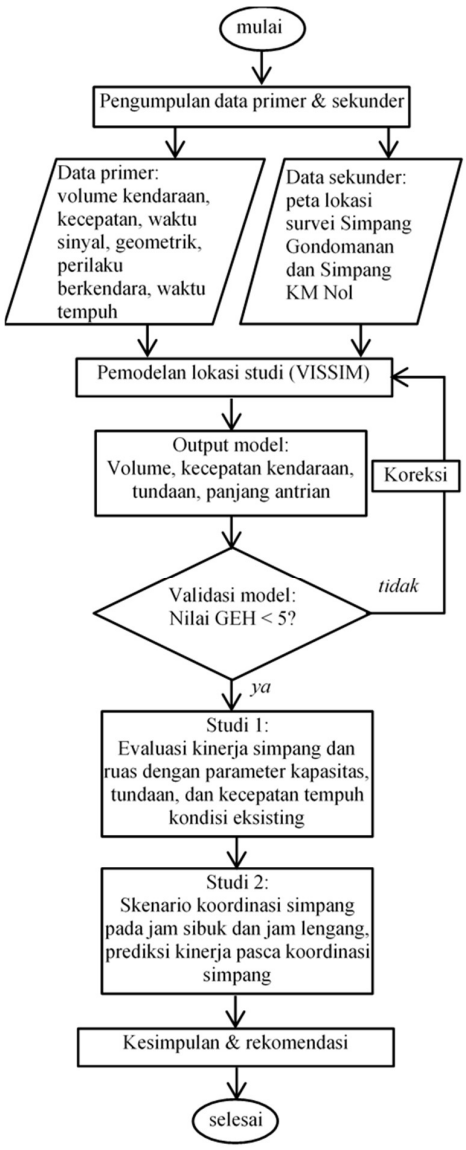
$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0{,}5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (2)$$

dengan $q_{simulated}$: data volume lalu lintas (kendaraan/jam) pada model VISSIM dan $q_{observed}$: data volume lalu lintas (kendaraan/jam) hasil survei lapangan. Batas penerimaan statistik GEH adalah 5. Pada nilai GEH di atas 5, pemodelan tidak disarankan untuk diterima sebagai model yang representatif.

METODOLOGI

Proses pelaksanaan studi ini digambarkan dalam bagan alir berikut (Gambar 2). Pada bagian awal, upaya pengumpulan data sekunder maupun primer ditujukan untuk memperoleh model VISSIM yang representatif. Setelah model tersebut diperoleh, dilakukan evaluasi kinerja kedua simpang dan ruas penghubungnya pada kondisi eksisting (Studi 1). Hasil-hasil yang diperoleh dari Studi 1 kemudian digunakan untuk melakukan Studi 2 yang berupa studi

simulasi koordinasi sinyal kedua simpang untuk kondisi jam sibuk maupun jam lengang.

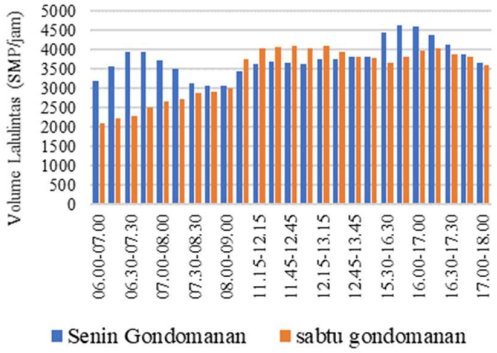


Gambar 2. Bagan Alir Pelaksanaan Studi

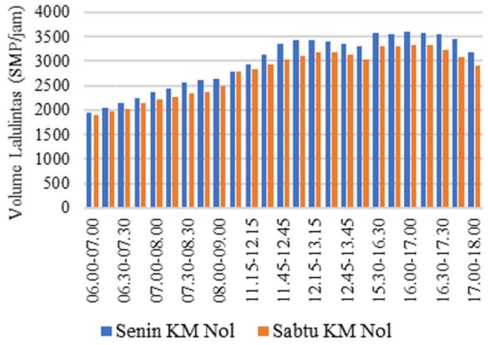
HASIL SURVEI LALU LINTAS

Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas dilakukan selama 2 hari yaitu hari Senin dan Sabtu untuk mendapatkan jam puncak dan jam lengang pada kedua simpang. Hari Senin dipilih untuk mewakili hari-hari kerja (*weekdays*), sedangkan Sabtu mewakili hari libur (*weekend*). Gambar 3 dan 4 menunjukkan data volume survei lalu lintas pada hari Senin dan Sabtu di kedua simpang.



Gambar 3. Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan



Gambar 4. Volume Lalu Lintas Simpang KM Nol

Dari Gambar 3, volume tertinggi pada Simpang Gondomanan terjadi pada Senin pukul 15.45-16.45 dengan volume 4649,8 SMP/jam, dan volume lengang pada Sabtu pukul 06.00-07.00 dengan volume 2099,6 SMP/jam. Dari Gambar 4, volume tertinggi pada Simpang KM Nol terjadi pada Senin jam 16.00-17.00 dengan volume 3602,5 SMP/jam, dan volume lengang pada Sabtu jam 06.00-07.00 dengan volume 1910 SMP/jam.

Dari ketiga periode pengambilan data tersebut didapatkan periode jam puncak yang terjadi pada kedua simpang adalah periode Senin sore dan periode jam lengang pada kedua simpang adalah Sabtu pagi. Tabel 1 dan 2

menunjukkan hasil survei besarnya arus lalu lintas pada jam puncak dan jam lengang di masing-masing simpang.

Tabel 1. Komposisi Lalu Lintas Jam Puncak

Lokasi	Jam Puncak	Kendaraan Mengakses Simpang		
		MC (kend/ jam)	LV (kend/ jam)	HV (kend/ jam)
Simpang Gondomanan				
U: Jl.May. Suryotomo	16.15-17.15	1864	343	10
T: Jl.Sultan Agung		4556	759	16
S: Jl.Brigjen Katamso		2121	407	21
B: Jl.P. Senopati		3441	556	19
Simpang KM Nol				
U: Jl.KH.Ahmad Y	16.00-17.00	2925	556	13
T: Jl.P.Senopati		2975	448	16
S: Jl.Pangurakan		1772	320	0
B: Jl.KH.Ahmad D		1949	320	0

Tabel 2. Komposisi Lalu Lintas Jam Lengang

Lokasi	Jam Lengang	Kendaraan Mengakses Simpang		
		MC (kend/ jam)	LV (kend/ jam)	HV (kend/ jam)
Simpang Gondomanan				
U: Jl.Mayor Suryotomo	06.00-07.00	1170	150	6
T: Jl.Sultan Agung		1547	469	14
S: Jl.Brigjen Katamso		1964	331	11
B: Jl.P. Senopati		1788	319	26
Simpang KM Nol				
U:Jl.KH.Ahmad Yani	06.00-07.00	831	187	17
T: Jl.P.Senopati		1367	166	11
S: Jl.Pangurakan		1211	155	4
B:Jl.KH.Ahmad Dahlan		1436	183	11

Sinyal Simpang

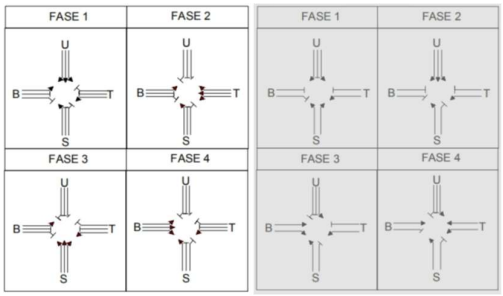
Data sinyal lalu lintas Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan pada hari Senin, 16 September 2019 dan hari Sabtu 14 September 2019 pada jam sibuk dan jam lengang dengan menggunakan alat *stopwatch* untuk mendapatkan waktu indikasi hijau, kuning, merah, dan merah semua. Data waktu siklus pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 berikut. Pengaturan fase sinyal pada kedua simpang diberikan pada Gambar 5.

Tabel 3 Waktu Siklus Simpang Gondomanan pada Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)			Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	
U	37	3	110	150
T	28	3	119	
S	34	3	113	
B	23	3	124	

Tabel 4 Waktu Siklus Simpang KM Nol pada Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)			Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	
U-Ka	43	3	67	113
S	19	3	91	
U-Lurus	19	3	91	
B-Ka	19	3	91	
T	28	3	82	
B-Lurus	54	3	52	



Gambar 5. Fase Sinyal pada Simpang Gondomanan (kiri) dan Simpang KM Nol (kanan)

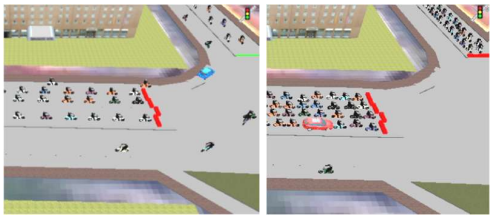
PENGEMBANGAN MODEL VISSIM

Berdasarkan data volume lalulintas, pengaturan waktu-waktu sinyal eksisting, geometri simpang, dan perilaku berlalu lintas

saat berjalan maupun berhenti, dikembangkan model simulasi dalam lingkungan perangkat lunak VISSIM. Model ini dikalibrasi dengan data perilaku lalu lintas (Tabel 5) dan divalidasi dengan data volume lalu lintas pada kondisi jam puncak maupun jam lengang. Statistik GEH validasi model dilaporkan pada Tabel 6 berikut. Berdasarkan tabel tersebut, model dapat dinyatakan representatif dengan kondisi lapangan dengan indikasi nilai statistik GEH di bawah batas penerimaan 5%. Gambar 6 menyajikan tangkap layar kondisi sebelum dan sesudai dilakukan kalibrasi pada Simpang KM Nol.

Tabel 5. Parameter Kalibrasi Perilaku Berlalu lintas pada Model VISSIM

Parameter Kalibrasi	Komponen yang diubah	Sebelum Kalibrasi	Sesudah Kalibrasi
Lateral	Jarak henti rerata	2 m	0,3 m
	Bagian aditif dari jarak aman	2 m	0,4 m
	Bagian multiplikatif dari jarak aman	3 m	0,8 m
Car following	Posisi pada arus bebas	*Middle of lane*	*Any*
	Jarak min. saat berhenti	1 m	0,3 m
	Jarang min. saat menge-mudi	1 m	0,5 m



Gambar 6. Tangkap Layar Model Simulasi VISSIM sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) dikalibrasi pada lokasi Simpang KM Nol Pendekat Timur

Tabel 6 Hasil Validasi Model *VISSIM* dengan Statistik *GEH*

Kondisi	Lokasi	Lengan	GEH (%)
Jam Puncak	Simpang Gondomanan	U	1,88
		T	4,75
		S	2,73
		B	3,80
	Simpang KM Nol	U	1,23
		T	0,21
		S	1,03
		B	2,33
Jam Lengang	Simpang Gondomanan	U	0,18
		T	1,80
		S	2,28
		B	1,22
	Simpang KM Nol	U	2,05
		T	1,80
		S	0,81
		B	4,39

KINERJA EKSISTING SIMPANG

Berdasarkan pengecekan atas waktu siklus kedua simpang yang berbeda satu sama lain (Tabel 3 dan 4), diperoleh indikasi bahwa pengaturan sinyal kedua simpang pada kondisi eksisting belum terkoordinasi.

Tabel 7 dan 8 berikut memberikan gambaran kondisi kinerja eksisting kedua simpang dilihat dari parameter tundaan pada jam puncak maupun jam lengang di kaki-kaki simpang, sebagaimana disimulasikan pada model VISSIM. Berdasarkan nilai-nilai tundaan tersebut, diberikan pula tingkat pelayanan (*Level of Service*) simpang menurut standar *Highway Capacity Manual* (HCM) versi 2010 (*Transportation Research Board*, 2010).

Tabel 7. Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan (LOS) Kondisi Eksisting pada Jam Puncak

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Simpang Gondoma-nan	U	39,06	D
	T	16,04	B
	S	24,24	C
	B	20,73	C
Simpang KM Nol	U	33,04	C
	T	23,25	C
	S	10,65	B
	B	15,51	B

Tabel 8. Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan (LOS) Hasil Kondisi Eksisting Jam Lengang

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Simpang Gondom-anan	U	35,53	D
	T	30,18	C
	S	10,82	B
	B	23,21	C
Simpang KM Nol	U	25,46	B
	T	24,46	C
	S	12,89	B
	B	12,84	B

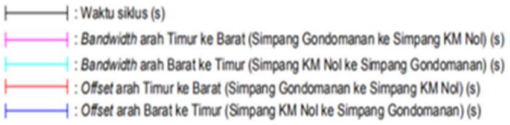
SIMULASI KOORDINASI SINYAL

Skenario Simulasi

Tabel 9. Skenario Pengaturan Sinyal

Lengan	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)	Waktu Siklus
Skenario 1, Simpang Gondomanan, Jam Puncak				
T	40	3	103	150
S	40		103	
B	20		123	
U	22		121	
Skenario 1, Simpang KM Nol, Jam Puncak				
B-lurus	33	3	120	150
B-Ka.	23		120	
U	23		120	
T	40		103	
S	36		107	
Skenrio 2, Simpang Gondomanan, Jam Lengang				
T	35	3	93	135
S	30		98	
B	22		106	
U	20		108	
Skenario 2, Simpang KM Nol, Jam Lengang				
B-lurus	22	3	106	135
B-ka.	23		105	
S	23		95	
T	35		93	
U	26		102	

Studi simulasi untuk koordinasi sinyal kedua simpang dilakukan dengan mengambil nilai waktu siklus yang sama untuk diterapkan pada kedua simpang sekaligus. Lengan yang dikoordinasikan adalah lengan Timur-Barat yang menghubungkan kedua simpang dengan arus lalu lintas 4-lajur 2-arah terpisah. Secara total dibuat 2 skenario simulasi, yaitu dengan waktu siklus masing-masing 150 dan 135 detik. Setiap skenario dicobakan untuk kondisi arus jam puncak dan arus jam lengang. Tabel 9 memberikan data skenario simulasi pengaturan sinyal yang digunakan dalam studi ini. Berdasarkan skenario tersebut, maka dapat diperoleh besarnya waktu *bandwidth* dan *offset* untuk keperluan koordinasi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7. Nilai waktu-waktu tersebut ditabelkan pada Tabel 10.



Gambar 7. Waktu Bandwith dan Offset pada Skenario Koordinasi Sinyal Simpang

Tabel 10. Waktu Bandwidth Skenario Koordinasi Simpang

Arah	Skenario	Arus	Bandwidth (detik)
Gondo manan – KM Nol	1	Puncak	38
	2	Puncak	33
	1	Lengang	43
	2	Lengang	38
KM Nol – Gondo manan	1	Puncak	39
	2	Puncak	31
	1	Lengang	36
	2	Lengang	25

Hasil Simulasi

Tabel 11. Nilai Tundaan Hasil Simulasi pada Periode Jam Puncak dan Jam Lengang

Rute	Tundaan (detik)		
	Eksist-ing	Skenario 1	Skenario 2
Periode Jam Puncak			
Gondomanan ke KM Nol	23,25	21,89	25,43
KM Nol ke Gondomanan	20,73	11,94	15,99
Periode Jam Lengang			
Gondomanan ke KM Nol	24,46	10,09	19,82
KM Nol ke Gondomanan	23,21	25,06	22,40

Table 12. Nilai Kapasitas (SMP/jam) Hasil Simulasi pada Periode Jam Puncak dan Jam Lengang

Rute	Kapasitas (SMP/jam)		
	Eksist-ing	Skenario 1	Skenario 2
Periode Jam Puncak			
Gondomanan ke KM Nol	527,19	478,80	439,78
KM Nol ke Gondomanan	677,30	863,13	809,6
Periode Jam Lengang			
Gondomanan ke KM Nol	423,71	345,6	344,4
KM Nol ke Gondomanan	344,4	383,04	388

Simulasi dengan mengkoordinasikan sinyal kedua simpang menggunakan 2 skenario di atas menghasilkan kinerja lalulintas pada arus utama yang menghubungkan kedua simpang sebagaimana dilaporkan pada Tabel 11 (nilai tundaan), Tabel 12 (kapasitas pendekat), Tabel 13 (kecepatan perjalanan), dan Tabel 14 (tingkat pelayanan lengan simpang) dan Tabel 15 (tingkat pelayanan ruas penghubung).

Table 13. Nilai Kecepatan Perjalanan (km/jam) Hasil Simulasi pada Periode Jam Puncak dan Jam Lengang

Rute	Kecepatan Perjalanan (km/jam)		
	Eksist-ing	Skenario 1	Skenario 2
Periode Jam Puncak			
Gondomanan ke KM Nol	24,16	24,61	24,36
KM Nol ke Gondomanan	23,03	24,27	24,11
Periode Jam Lengang			
Gondomanan ke KM Nol	30,68	32,86	32,43
KM Nol ke Gondomanan	31,82	33,75	33,42

Dari hasil-hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa skenario koordinasi yang lebih baik adalah Skenario 1. Pada Skenario 1 ini digunakan waktu siklus 150 detik. Lengan yang dikoordinasikan menunjukkan adanya penurunan nilai tundaan dan peningkatan kecepatan rata-rata, meski tidak terlalu besar. Kapasitas lengan Barat Simpang Gondomanan lebih baik pada kondisi Skenario 1 dibandingkan dengan kondisi eksisting dan kondisi Skenario 1. Selain itu, nilai tundaan pada lengan Timur Simpang KM Nol lebih baik pada Skenario 1 daripada kondisi eksisting maupun Skenario 2. Dari sisi tingkat pelayanan (LOS), kedua skenario memiliki potensi untuk memperbaiki tingkat pelayanan, namun potensi peningkatannya lebih baik pada Skenario 1.

Table 14. Nilai Tingkat Pelayanan (LOS) Lengan Simpang Hasil Simulasi pada Periode Jam Puncak dan Jam Lengang

Rute	LOS Lengan Simpang (HCM 2010)		
	Eksist-ing	Skenario 1	Skenario 2
Periode Jam Puncak			
Gondomanan ke KM Nol	C	C	C
KM Nol ke Gondomanan	C	B	B
Periode Jam Lengang			
Gondomanan ke KM Nol	C	B	B
KM Nol ke Gondomanan	C	C	C

Table 15. Nilai Tingkat Pelayanan (LOS) Ruas Hasil Simulasi pada Periode Jam Puncak dan Jam Lengang

Rute	LOS Lengan Simpang (HCM 2010)		
	Eksist-ing	Skenario 1	Skenario 2
Periode Jam Puncak			
Gondomanan ke KM Nol	E	E	E
KM Nol ke Gondomanan	E	E	E
Periode Jam Lengang			
Gondomanan ke KM Nol	D	D	D
KM Nol ke Gondomanan	D	C	C

Berdasarkan hasil simulasi yang dikemukakan di atas, dapat ditunjukkan bahwa perbaikan kinerja pelayanan lalu lintas dapat diupayakan melalui koordinasi sinyal pada simpang-simpang yang berdekatan. Hal ini memperkaya hasil studi sebelumnya, misalnya Falahuddin (2018) yang mengusulkan perbaikan kinerja pelayanan melalui penanganan simpang secara terisolasi.

KESIMPULAN

Studi ini meneliti tentang potensi peningkatan kinerja lalu lintas pada dua simpang yang berdekatan, yaitu Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol, Kota Yogyakarta. Observasi menunjukkan bahwa pada kondisi eksistingnya kedua simpang tersebut belum terkoordinasi. Studi simulasi yang dilakukan memberikan hasil bahwa kinerja lalu lintas dapat ditingkatkan dengan melakukan koordinasi antar kedua simpang tersebut. Parameter kinerja yang diteliti meliputi tundaan, kecepatan perjalanan, kapasitas simpang, serta *level-of-service* ruas penghubungnya.

SARAN

Untuk simulasi yang lebih realistis, pada penelitian mendatang dapat dipertimbangkan berbagai faktor hambatan samping ataupun kendaraan tak bermotor yang turut mempengaruhi kinerja pada simpang maupun ruas jalan.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.

Falahuddin, F. 2018. Evaluasi Dan Desain Ulang Simpang 0 KM Yogyakarta Dengan Bundaran. *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Gustavsson, F. N., 2007, *New Transportation Research Progress*, Nova Science Publisher, Inc., New York

Husna, B.N. 2016. Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Islamy, N.R. 2017. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jembatan Wreksodiningrat). *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

McShane, W.R dan Roess. R.P. 1990. *Traffic Engineering*. Prentice Hall Inc. New Jersey.

Papacostas, C.S dan Prevedouros, P.D. 2005. *Transportation Engineering and Planing*. Prentice Hall Inc. Singapura.

Pratama, A. 2017. Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal APMD Di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997. *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

PTV Vision, 2016, *PTV VISSIM 9 User Manual,* PTV AG, Karlsruhe, Germany.

Ramadhan, A.A. 2016. Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang UNY Dan Simpang Demangan). *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Taylor, M. dan Young, W. 1996. *Understanding Traffic System*. Averbury Technical. Sydney.

Transportation Research Board. 2010. *Highway Capacity Manua*l *(HCM)*. National Research Council. Washington, D.C.

Zainuri, M.A. 2018. Koordinasi Sinyal Antar Simpang BPK Dan Simpang Badran Yogyakarta. *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta