

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG DENGAN KOORDINASI SINYAL LALU LINTAS DI SIMPANG BPK DAN BADRAN YOGYAKARTA

Prima Juanita Romadhona¹, Muhammad Akbar Zainuri²,

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Kampus Terpadu UII, Jl. Kaliurang km 14.5, Besi, Sleman Yogyakarta 55584,
email: prima_dhona@uii.ac.id¹⁾

Abstract: *BPK and Badran intersection located at the center of Yogyakarta City that can not be separated from traffic issues. Both intersections have a closed distance within 380 meters with the high volume of vehicles that passing through them. Traffic microsimulation using VISSIM software was used to perform queue length, travel time, delay on existing condition and signal coordination design. The research was conducted by field survey method to find the traffic volume, geometry and vehicle speed. Level of service of the intersection was refers to the Minister of Transportation Regulation number 96/2015. As the result, the performance of two intersections at the existing have not been coordinated and has low value of service level. Therefore, two solutions design were used to coordinate signals between intersections. Alternative I was coordinated signals of intersections and the second alternative was used the signals coordination with one-way system at the road beetwen intersection. From both alternatives, the second alternative was better than the other.*

Keywords : *Signal Coordination, Microsimulation, One Way System, VISSIM.*

Abstrak: Simpang BPK dan Simpang Badran yang terletak di pusat Kota Yogyakarta tidak lepas dari permasalahan lalu lintas. Selain karena tata guna lahan di sekitarnya yang sibuk juga dikarenakan kedua simpang tersebut memiliki jarak 380 meter. Dalam penelitian ini, mikrosimulasi lalu lintas dengan *software VISSIM* digunakan untuk melakukan analisis panjang antrian, perjalanan waktu tempuh, dan tundaan pada kondisi eksisting dan perancangan koordinasi sinyal. Survei pengambilan data primer meliputi volume lalu lintas, geometri simpang dan kecepatan kendaraan. Setelah dimodelkan dengan *software VISSIM*, tingkat kinerja simpang dianalisis dengan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 96 Tahun 2015. Dari hasil analisis, diketahui bahwa Simpang BPK dan Simpang Badran belum terkoordinasikan. Setelah itu, dilakukan dua solusi perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada kedua simpang tersebut. Alternatif I mengkoordinasikan sinyal kedua simpang tersebut dan alternatif kedua dengan menggunakan sistem satu arah di jalan penghubung dengan tetap terkoordinasi sinyal waktunya. Dari kedua alternatif perancangan tersebut, didapatkan alternatif kedua yang terbaik.

Kata kunci : *Koordinasi Sinyal, Mikrosimulasi, Sistem Satu Arah, VISSIM.*

Salah satu persimpangan yang dekat dan cukup padat di daerah Kota Yogyakarta adalah Simpang BPK dan Simpang Badran. Kedua simpang tersebut saling berdekatan dengan jarak antar simpang sekitar ± 380 m, sehingga sering terjadi kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Persimpangan tersebut sangat ramai dilewati kendaraan karena merupakan akses jalan yang dilalui masyarakat menuju stasiun kereta api yang berada tidak jauh dari simpang tersebut, SAMSAT, dan sekolah. Selain itu, pada simpang tersebut terdapat beberapa

perkantoran seperti kantor Badan Pemeriksa Keuangan dan merupakan Kawasan perhotelan karena letaknya yang tidak jauh dari Malioboro.

Dalam Simpang BPK memiliki tiga lengan dimana setiap lengannya memiliki dua arah. Sedangkan, untuk Simpang Badran terbagi menjadi empat lengan dimana setiap lengannya memiliki dua arah dan dua diantaranya memiliki median yaitu kearah Utara Jalan Tentara Pelajar dan kearah Timur Jalan Jlagran Lor (menuju Stasiun Tugu).

Pada jam sibuk, panjang antrian di Simpang

Badran terkadang melampaui lengan penghubung dengan Simpang BPK. Hal ini menyebabkan perjalanan kendaraan di kedua simpang menjadi tidak lancar. Selain karena simpang bersinyal yang berdekatan tanpa koordinasi, besarnya jumlah kendaraan yang melintas merupakan penyebab kemacetan yang terjadi. Untuk itu, dari penelitian ini telah dilakukan analisis kinerja kondisi pada Simpang BPK dan Simpang Badran pada saat ini dan usulan koordinasi sinyal antar simpang sebagai salah satu solusi alternatif pada kedua simpang yang saling berdekatan.

KAJIAN PUSTAKA

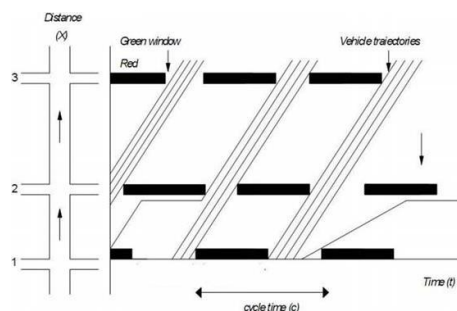
Koordinasi Simpang Bersinyal

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Darat (1991:23) dasar pendekatan dari perencanaan sistem terkoordinasi pengaturan lalu lintas sepanjang suatu jalan arteri adalah bahwa kendaraan-kendaraan yang lewat jalan tersebut akan melaju dalam bentuk iring-iringan dari satu simpang ke simpang berikutnya. Untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal tidak akan efektif.
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.

Menurut Taylor dan Young (1996)

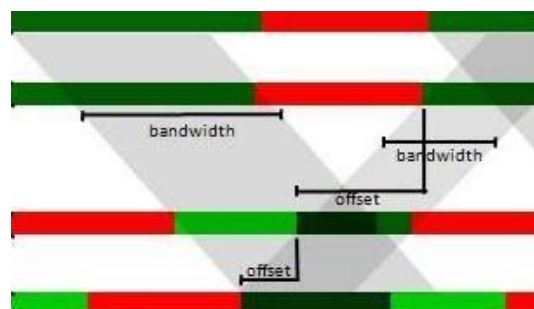
koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu jalan untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor dan Young ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Prinsip koordinasi sinyal dan green wave

Sumber : Taylor dan Young (1996)

Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang selanjutnya, sedangkan *bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir (Papacostas, 2005). Untuk lebih jelasnya, *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Offset dan bandwidth dalam diagram koordinasi

Sumber : Papacostas (2005)

Cahyaningrum dkk (2014:21) meneliti di Simpang Kentungan dan Simpang Monjali, yang terletak pada Jalan Ring Road Utara. Dari hasil analisis diketahui bahwa kedua simpang belum terkoordinasi. Dari sebelas alternatif perencanaan koordinasi sinyal didapatkan waktu siklus terbaik sebesar 130 detik dengan waktu *offset* sebesar 70,93 detik.

Analisis data yang dilakukan oleh Hadijah (2014:38) pada Jalan Diponegoro Metro berpedoman pada metode Direktorat Jenderal Bina Marga (1997). Dari keempat perencanaan usulan solusi disimpulkan bahwa perencanaan 3 yang terbaik yaitu Simpang II akan di analisis dengan waktu siklus sama seperti pada simpang I yaitu 113 detik. Kinerja simpang yang telah terkoordinasi menunjukkan hasil Derajat Kejenuhan (DS) 0,58 dengan Panjang Antrian (QL) 51,74 meter. Jumlah Kendaraan Terhenti (NSV) 238,66 smp/jam, dan Tundaan (D) sebesar 66,49 det/smp.

Mulizar dkk (2014:46) meneliti koordinasi simpang bersinyal di Jalan Merdeka Kota Lhokseumawe. Ada dua metode yang digunakan pada perencanaan koordinasi ini, yaitu Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) dan perangkat lunak *Transyt 14* dikembangkan oleh TRRL (*Transport and Road Research Laboratory*) Inggris. *Transyt 14* digunakan untuk mengevaluasi kinerja persimpangan pada kondisi eksisting dan setelah dikoordinasi serta membuat beberapa alternatif koordinasi dengan *performance index* (PI) sebagai kriteria utama. Hasil penelitian untuk alternatif terbaik koordinasi sinyal dibandingkan kondisi eksisting diperoleh PI berkurang 36,79%, *degree of saturation* turun 21,31%, antrian berkurang 14,15%, waktu tunda berkurang 44,60%, jumlah henti turun 36,23%, kecepatan perjalanan meningkat 34,19%, konsumsi bahan bakar dapat dihemat 14,60% dan tingkat pelayanan dapat ditingkatkan dari D menjadi C.

Tingkat Pelayanan (*Level of Service*)

Menurut Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015:17) penetapan tingkat pelayanan bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu jalan dan/atau persimpangan. Hubungan antara besarnya tundaan henti kendaraan (detik) dengan tingkat pelayanan

dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria tingkat pelayanan untuk persimpangan bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan per kendaraan (detik/kendaraan)
A	≤ 5
B	$>5 - 15$
C	$>15 - 25$
D	$>25 - 40$
E	$>40 - 60$
F	≥ 60

Sumber : Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015)

VISSIM

“Verkehr Stadten – Simulations modell” atau yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah perangkat lunak simulasi aliran mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. Pemodelan ini pertama kali dikembangkan oleh Planning Transportasi Verkehr AG (PTV) di Karlsruhe, Jerman pada tahun 1992. VISSIM adalah model simulasi yang telah dipilih untuk mengkalkulasi kondisi jalan.

Yulianyahya dkk (2016:163) meneliti dua simpang di sekitar Candi Prambanan dengan jarak 436 meter pada ruas Jalan Yogya-Solo. Dalam penelitian ini, digunakan mikrosimulasi lalu lintas dengan *software VISSIM*. Dari hasil analisis, diketahui bahwa kedua simpang pada ruas Jalan Yogya-Solo belum terkoordinasi dengan baik dengan tingkat pelayanan E untuk periode jam puncak. Untuk itu, dilakukan beberapa perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada kedua simpang tersebut, dengan cara menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari tiga perancangan periode jam puncak, didapatkan alternatif terbaik dengan waktu siklus baru sebesar 117 detik.

Tarigan dkk (2017:1) meneliti tiga simpang yaitu simpang USU (simpang I), simpang Siti Hajar (simpang II), dan simpang Mongonsidi (simpang III) sebagai

salah satu simpang yang berdekatan di kota Medan. Akibat belum adanya koordinasi pada ketiga simpang tersebut, pengguna kendaraan dari simpang I menuju simpang III atau pun sebaliknya sering sekali mendapati sinyal merah pada simpang berikutnya. Setelah dikoordinasikan dengan metode Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) dicoba dengan berbagai alternatif koordinasi, didapatkan hasil waktu siklus 160 detik untuk setiap simpangnya dan hasil tundaan rata-rata 99,13 detik dan henti rata-rata 1,4 menggunakan *software VISSIM*.

Sistem Satu Arah

Menurut Hobbs (1995:271), untuk merancang jalan satu arah diperlukan jalan-jalan pelengkap dengan frekuensi jalan-jalan sambungan yang tepat. Titik pemberhentian pada jalan satu arah merupakan tempat kritis yang memerlukan perancangan yang hati-hati untuk menangani posisi konflik yang ditimbulkan oleh tuntutan adanya belokan-belokan tambahan. Pada tempat-tempat dengan arus lalu lintas padat, jalan simpang dengan satu arah akan menguntungkan.

Pramanasari dkk (2014:142) telah mengidentifikasi kinerja ruas jalan dan simpang serta mencari solusi penyebaran lalu lintas yang efisien dengan merencanakan dua skenario manajemen lalu lintas sistem satu arah. Dari hasil perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dengan dua skenario yaitu skenario 1 pemberlakuan sistem satu arah dan skenario 2 diberlakukan sistem satu arah dengan *contra flow* pada ruas Jl. Dr. Wahidin dan Jl. Sultan Agung. Hasil analisis dan *scoring* didapatkan bahwa skenario terbaik adalah skenario 1.

Bolla dkk (2015:217) meneliti simpang tiga bersinyal Straat A Kota Kupang dengan merekayasa

lalu lintas dengan sistem satu arah pada simpul simpang tiga Straat A tersebut. Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) kinerja Simpang Tiga *Straat A* dikategorikan dalam tingkat pelayanan B. Kinerja lalu lintas pada ruas jalan yang dipengaruhi adalah ruas jalan A. Yani dengan tingkat pelayanan C, pada ruas jalan Sumba tingkat pelayanan C, dan ruas Jalan Flores tingkat pelayanan C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem lalu lintas satu arah pada simpang tiga *Straat A* layak dilakukan.

METODE PENELITIAN

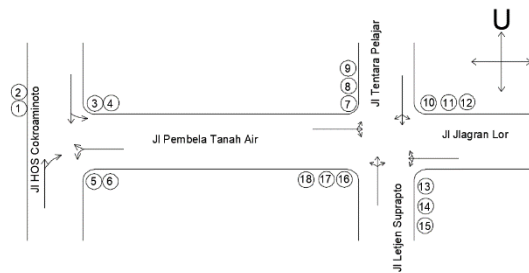
Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lokasi penelitian pada kedua simpang, terdiri dari sebagai berikut.

1. Volume kendaraan pada kondisi *peak* yang melewati setiap lengan simpang, di mana dalam hal ini dilakukan pencatatan menurut klasifikasi kendaraan dan arah pergerakan.
2. Jumlah fase dan waktu sinyal pada masing-masing simpang.
3. Kondisi geometrik, pembagian jalur, dan jarak antar simpang.
4. Lingkungan simpang yang diamati secara visual.
5. Kecepatan Kendaraan
6. *Driving Behaviour*

Metode Survei

Penelitian ini dilakukan pada dua simpang yaitu Simpang BPK dan Simpang Badran. Survei volume kendaraan dilakukan oleh *surveyor* dengan mencatat volume kendaraan secara manual. *Surveyor* ditempatkan pada masing-masing lengan simpang untuk mencatat volume masing-masing pergerakan. Lokasi penelitian

serta penempatan surveyor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi penelitian dan penempatan surveyor

Selain itu, survei waktu sinyal dilakukan untuk mengetahui pengaturan tiap-tiap waktu pada masing-masing simpang bersinyal. Survei ini dilakukan dengan pengukuran langsung di tiap kaki pada masing-masing simpang dengan

menggunakan *stopwatch* atau dengan cara melihat langsung waktu siklus yang tertera di *traffic light*.

ANALISIS DATA

Perancangan koordinasi sinyal antar simpang pada kondisi eksisting dilakukan analisis berdasarkan teori koordinasi dan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Dari hasil pengambilan data didapat pada periode jam puncak memiliki volume lalu lintas sebesar 22.895 kendaraan/jam. Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran yang telah dilakukan melalui volume lalu lintas yang keluar di *VISSIM* dengan volume lalu lintas yang di *input* ke dalam program *VISSIM*. Data hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil evaluasi volume *VISSIM* sesudah kalibrasi

Lokasi	Lengan	Volume lapangan (Kend/Jam)	Volume Running <i>VISSIM</i> (Kend/jam)	Selisih (Kend/jam)	Persentase (%)	Keterangan
Simpang 1	Selatan	4769	4629	140	2,931	OK
	Utara	2313	2164	149	6,442	OK
	Timur	2951	2576	375	12,714	OK
Simpang 2	Selatan	3741	3567	174	4,662	OK
	Timur	1463	1386	77	5,263	OK
	Utara	3165	3050	115	3,633	OK
	Barat	4493	4794	-301	-6,699	OK

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa volume lalu lintas lapangan dan volume *running VISSIM* memiliki perbedaan jumlah kendaraan antara data yang diinput dengan data yang keluar namun masih dapat ditoleransi dengan nilai selisih di bawah 15%. Setelah di validasi didapatkan nilai tundaan, waktu tempuh, dan kecepatan berdasarkan hasil evaluasi *VISSIM* pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel tersebut diketahui bahwa hampir seluruh lengan di kedua simpang berada di tingkat pelayanan terburuk tanpa koordinasi sinyal.

Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang

Alternatif Pemecahan 1

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan dari hasil survei primer untuk dilakukan simulasi *VISSIM* pada arah simpang 1 ke simpang 2 sebesar 17,84 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 22 km/jam. Dengan kecepatan ini akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan tera-

akhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau dan tidak perlu menunggu dalam sinyal merah pada siklus selanjutnya. Waktu tempuh dari Simpang 1 ke Simpang 2 (t_1) dan dari Simpang 2 ke Simpang 1 (t_2) adalah sebagai berikut.

$$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan} \quad (1)$$

$$t_1 = (0,38 \text{ km} : 17,84 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik} \\ = 76,68 \text{ detik}$$

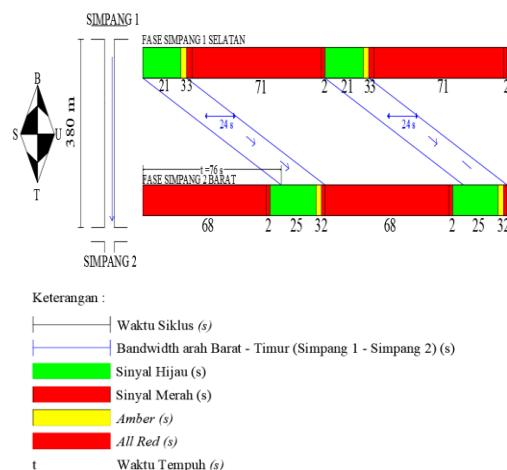
$$t_2 = (0,38 \text{ km} : 22 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik} \\ = 62,15 \text{ detik}$$

Waktu tempuh di atas digunakan untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. selanjutnya dilakukan trial waktu siklus. Pengaturan dilakukan berbeda dengan fase kondisi eksisting, dimulai dari fase Simpang 1 fase pertama lengan selatan dengan waktu hijau 21 detik, utara 28 detik, dan timur 35 detik, secara berurutan. Selanjutnya, Simpang 2 dimulai fase pertama yaitu timur dengan waktu hijau 21 detik, selatan 17 detik, utara 17 detik, dan barat 25 detik. Diagram koordinasi alternatif 1 terlihat pada Gambar 6 dan 7.

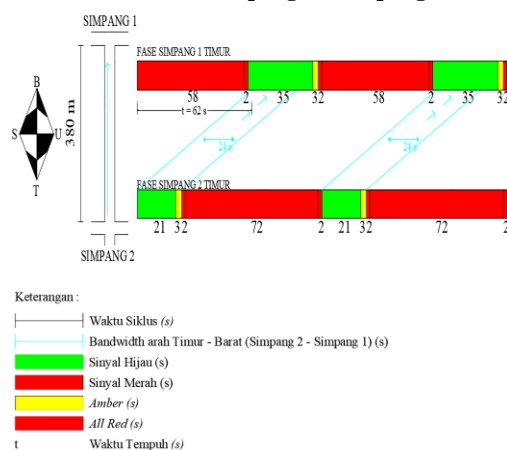
Dari alternatif pertama didapatkan hasil evaluasi tundaan, waktu tempuh, dan panjang antrian pada Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Nilai tundaan, waktu tempuh, panjang antrian dan kecepatan hasil evaluasi VISSIM kondisi eksisting

Lokasi	Arah	Avg. Delay (s)	Vehicle Travel Time VISSIM (s)	Qlen (m)	Level of Services (LoS)
Simpang 1	Utara	72,81	96,56	74,54	F
	Selatan	159,65	196,24	90,67	F
	Timur	9,62	62,12	21,27	B
Simpang 2	Selatan	210,71	258,67	131,9	F
	Timur	114,13	134,12	52,84	F
	Utara	148,15	202,52	177,68	F
	Barat	226,73	353,39	355,25	F



Gambar 6. Diagram sinyal sesudah dikoordinasi kondisi alternatif 1 simpang 1 – simpang 2



Gambar 7. Diagram sinyal sesudah dikoordinasi kondisi alternatif 1 simpang 2 – simpang 1

Tabel 4. Nilai tundaan, waktu tempuh, panjang antrian dan hasil evaluasi VISSIM kondisi alternatif 1

Lokasi	Arah	Avg. Delay (s)	Vehicle Travel Time VISSIM (s)	Qlen (m)	Level of Services (LoS)
Simpang BPK	Utara	20,61	35,24	26,06	C
	Selatan	142,32	174,08	51,81	F
	Timur	10,14	63,85	17,94	B
Simpang Badran	Utara	115,17	151,14	118,89	F
	Timur	31,51	39,87	28,95	D
	Selatan	164,11	202,28	118,62	F
	Barat	163,5	282,24	337,98	F

Alternatif Pemecahan 2

Alternatif kedua adalah merubah lengan timur pada simpang 1 menjadi satu arah menuju simpang 2. Pada kondisi ini juga akan merubah fase pada simpang 2 dengan membuat lengan selatan dan lengan utara yang akan melaju lurus menjadi bersamaan waktunya. Perubahan waktu siklus, pengaturan fase lalu lintas, serta diagram lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini.

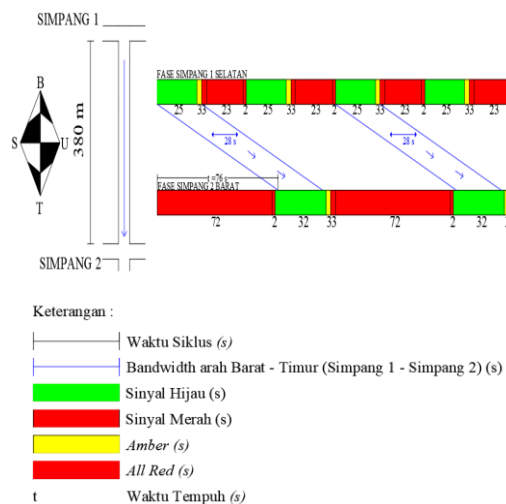
Tabel 5. Data sinyal lalu lintas alternatif 1 periode simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	25	3	25	3	56
Selatan	20	3	31	2	

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi berbeda dengan besarnya *bandwidth* kondisi eksisting yaitu sebesar 28 detik untuk arah barat ke timur (rute Simpang 1–Simpang 2). Waktu siklus yang digunakan pada simpang 1 adalah sebesar 56 detik dan simpang 2 sebesar 112 detik yang merupakan waktu siklus trial. Gambar diagram koordinasi Alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.

Tabel 6. Data sinyal lalu lintas alternatif 2 periode simpang 2

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)	
	Hi-jau	Kuning	Me-rah	All-red		
Timur	24	3	83	2	112	
Barat	32	3	74	3		
Se-latan	R	16	3	91		2
	S	40	3	74		2
Utara	19	3	88	2		



Gambar 7. Diagram sinyal sesudah dikoordinasi kondisi alternatif 2 simpang 2 – simpang 1

Dari alternatif kedua didapatkan hasil antrian pada Tabel 7 berikut.
evaluasi tundaan, waktu tempuh, dan panjang

Tabel 7 Nilai tundaan, waktu tempuh, panjang antrian dan hasil evaluasi VISSIM kondisi alternatif kedua

Lokasi	Arah	Delay (s)	Vehicle Travel Time VISSIM (s)	Qlen (m)	Level of Services (LoS)
Simpang BPK	Utara	4,18	16,32	9,33	A
	Selatan	18,38	34,83	37,58	C
Simpang Badran	Selatan	58,1	79,05	78,4	E
	Timur	30,8	37,34	31,86	D
	Utara	27,53	33,19	66,8	D
	Barat	82,81	181,65	166,01	F

Pembahasan

Berikut ini adalah hasil rata-rata perbandingan nilai pada periode eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2.

Tabel 8. Hasil rata-rata perbandingan pada periode eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2

Variabel	Eksisting	Alternatif 1	Penurunan (%)	Alternatif 2	Penurunan (%)
Panjang Antrian (m)	129,2	100	23	65	50
Vehicle Travel Time (s)	186,2	135,5	27	63,7	66
Tundaan (s)	134,5	92,5	31	37	73

Telah dilakukan upaya perbaikan pada kedua simpang yaitu Alternatif I dengan mengkoordinasikan sinyal kedua simpang tersebut dan alternatif II dengan menggunakan sistem satu arah di ruas jalan penghubung simpang. Hasilnya presentase rata-rata penurunan nilai panjang antrian pada alternatif I sebesar 23% dan alternatif II sebesar 50%. Untuk peningkatan waktu perjalanan tempuh menjadi lebih cepat pada alternatif I 27% dan alternatif II 66%, sedangkan untuk waktu tundaan sendiri mengalami penurunan pada alternatif I sebesar 31% dan alternatif II 73%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa Simpang BPK dan Simpang Badran belum terkoordinasikan. Tingkat pelayanan menurut Menteri Perhubungan Republik Indo-

nesia (2015) di kedua simpang tersebut di setiap lengannya mencapai F (terburuk).

Untuk meningkatkan kinerja, pada kedua simpang tersebut telah dilakukan koordinasi sinyal dengan permodelan software VISSIM. Hasilnya, koordinasi sinyal dengan sistem satu arah pada lengan penghubung menunjukkan peningkatan tingkat pelayanan yang lebih baik.

Saran

1. Diperlukan pemodelan lanjutan tentang kondisi geometri jalan pada kedua simpang tersebut misalnya pada kondisi kelandaian jalan.
2. Untuk menerapkan alternatif II yaitu sistem satu arah, perlu memperhitungkan juga beban akibat perpindahan volume kendaraan terhadap jaringan jalan disekitarnya yang meliputi ruas jalan serta simpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolla. M. E. dkk., 2015. *Kajian Penerapan Rekayasa Lalu Lintas Sistem Satu Arah Pada Simpang Tiga Straat A Kota Kupang*. Jurnal Teknik Sipil. Volume IV, No.2. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Cahyaningrum. F.P. dkk., 2014. *Koordinasi Simpang Bersinyal Pada Simpang Kentungan dan Simpang Monjali Yogyakarta*. Jurnal Transportasi. Vol. 14 No. 1 April 2014: 21-30. Bandung: Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi Universitas Katolik Parahyangan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga., 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat., 1991. *Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat*. Jakarta: SK DJ Hub Dar No. AJ 401/1/7.
- Hadijah. I., 2014. Analisis Koordinasi Simpang Jalan Diponegoro Kota Metro. Jurnal TAPAK Vol. 4 No. 1 Nov 2014. Hal 38-49. Metro: Universitas Muhammadiyah Metro.
- Hobbs. F. D., 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia., 2015. *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Peraturan Menteri Perhubungan Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015.
- Mulizar. Anggraini. R. dkk., 2014. *Perencanaan Koordinasi Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Merdeka Kota Lhokseumawe)*. Jurnal Teknik Sipil. Volume 3, No. 1, Februari 2014. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Papacostas. C. S., 2005. *Transportation Engineering and Planning*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Shane. Mc.WR dan Roess. R.P., 1990. *Traffic Engineering*. New Jersey Prentice Hall Inc.
- Tarigan. T. S. A. dkk., 2016., *Simulasi Koordinasi Rambu Lalu Lintas Terhadap Volume Kendaraan Saat Waktu Puncak Lalu Lintas di Persimpangan Menggunakan Software VISSIM*. Jurnal Teknik Sipil USU. Volume 6, No.1. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Taylor. M. dan Young. W., 1996., *Understanding Traffic System*. Sydney: Avebury Technical.
- Utomo. R.B. dkk., 2016., *Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang dan Koordinasi Antar Simpang (Studi Kasus : Simpang Stasiun Brambanan – Simpang Taman Wisata Candi)*. Jurnal Teknisia. Volume XXI, No.1, Mei 2016. Sleman: Universitas Islam Indonesia
- Pramanasari. R. dkk., 2014. *Penerapan Manajemen Lalu Lintas Satu Arah Pada Ruas Jalan Sultan Agung – Sisingamangaraja – Dr. Wahidin Kota Semarang Untuk Pemerataan Sebaran Beban Lalu Lintas*. Jurnal Karya Teknik Sipil. Volume 3. No. 1. Halaman 142-153. Semarang: Universitas Diponegoro.