

**EVALUASI PERILAKU LALU LINTAS PADA SIMPANG DAN KOORDINASI
ANTAR SIMPANG
(STUDI KASUS : SIMPANG STASIUN BRAMBANAN – SIMPANG TAMAN
WISATA CANDI)**

Rizki Budi Utomo¹, Raafi Widyaputra Yulianyaha², Miftahul Fauziah³

¹Dinas Perhubungan DIY, Yogyakarta, Indonesia

Email: beorizki@gmail.com

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam
Indonesia

email: raafiwp@gmail.com; miftahul.fauziah@uii.ac.id,

ABSTRACT

Stasiun Brambanan and Taman Wisata Candi intersection are two short separate intersections around Prambanan Temple. The distance of these intersections is only 436 m, while the traffic volume is too high and because of no signal coordination between these intersections, they lead to traffic congestion during peak hour. Therefore, the need for improvement by using traffic signal coordination between them is significant. The traffic micro simulation software of VISSIM was used to simulate the existing delay and to design traffic signal coordination. To obtain existing traffic volume during peak hour and off peak hour period, and to design a new cycle time for signal coordination, primary data were compiled according to direct observation. Result showed that the existing traffic route generates travel time of 57.24 seconds and average traveling speed of 27.42 kilometer/hour with the service level of "E" in peak hour period. The best alternative of cycle time for peak hours was 117 seconds, with average delay of 17.65 seconds, travel time between intersection was 50.99 seconds, average travel speed of 30.78 kilometer/hour and the service level of "E". Travel time from East leg at 1st intersection onto East leg at 2nd intersection (Yogya-Solo Routes) was 31.73 seconds, delay of 15.57 seconds, average travel speed of 49.47 kilometer/hour with the service level of "E". On off peak hour period, the existing average delay was 19.59 seconds, average travel time of 39,6 seconds and average speed of 39.64 kilometer/hour with the service level of "E". The best alternative of new cycle time was 98 seconds, average delay of 16.42 seconds, travel time of 30.77 seconds, average travel speed 51.01 kilometer/hour, and the service level of "D". Travel time from East leg at 1st intersection onto 2nd intersection was 27.25 seconds, delay of 14.83 seconds, average travel speed of 57.60 kilometer/hour with the service level of "D". In general it can be said that the traffic coordination slightly increase traffic performance during peak hour at the same service level range, while on off peak hours it significantly improves their level of service.

Keywords: Signal Coordination, VISSIM, and service level.

PENDAHULUAN

Persimpangan menjadi salah satu bagian yang harus diperhatikan dalam rangka melancarkan arus lalu lintas. Keberadaan persimpangan tersebut harus dikelola dengan baik sehingga didapat kelancaran pergerakan lalu lintas dan meminimalisasi konflik yang terjadi pada persimpangan. Selain itu, pengaturan lalu lintas di simpang, terutama simpang-simpang yang relatif berdekatan sepanjang jalan lurus dan menerus perlu

diserasikan agar efektif. Tidak optimalnya kinerja simpang akan menimbulkan permasalahan dalam lalu lintas

Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Koordinasi sinyal antar simpang diperlukan untuk mengoptimalkan kapasitas jaringan jalan karena dengan adanya koordinasi sinyal ini diharapkan tundaan (*delay*) yang dialami kendaraan dapat berkurang dan

menghindarkan antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang telah bergerak meninggalkan satu simpang diupayakan tidak mendapati sinyal merah pada simpang berikutnya, sehingga dapat terus berjalan dengan kecepatan normal. Sistem sinyal terkoordinasi mempunyai indikasi sebagai salah satu bentuk manajemen transportasi yang dapat memberikan keuntungan berupa efisiensi biaya operasional.

Studi tentang efektifitas kinerja simpang telah dilakukan oleh Triani (2006) pada simpang AR.Hakim-WR. Supratman Kota Mataram dan memberikan solusi yang optimal agar pengaturan simpang menjadi lebih efektif. Penelitian dengan perencanaan pengaturan fase dan waktu siklus optimum untuk menaikkan kapasitas persimpangan telah dilakukan pula oleh Sitanggang dan Harianto (2010), yang telah mengkaji koordinasi antar simpang bersinyal Jalan K.H Wahid Hasyim - Jalan Gajah Mada, Medan, dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan untuk koordinasi menggunakan perangkat lunak *Transyt 14* yang berpedoman pada metode yang dikembangkan oleh TRRL (*Transport and Road Research Laboratory, 2000*), Inggris.

Analisa koordinasi sinyal antar simpang dengan menggunakan software *Transyt 14* pada simpang empat & simpang BPD kota Lhokseumawe telah dilakukan oleh Abdullah (2016), sedangkan kajian tentang koordinasi simpang pada simpang Jaminginting-Patimura-Monginsidi, Medan telah dilakukan oleh Zega dan Surbakti (2010).

Paper ini menyajikan hasil kajian tentang perilaku individual dua simpang yang berdekatan, yaitu simpang stasiun Brambanan dan simpang stasiun taman wisata candi Prambanan pada kondisi eksisting, dan usulan koordinasi sinyal antar simpang dengan pembuatan berbagai alternatif yang paling menguntungkan berdasar MKJI (Bina Marga, 1997) dan dengan software *VISSIM*.

PERILALU LALU LINTAS PADA SIMPANG DAN KOORDINASI ANTAR SIMPANG

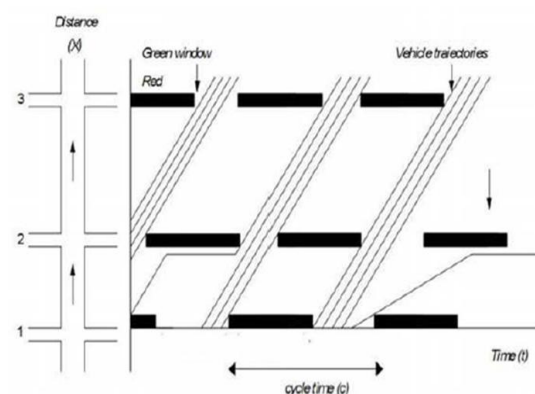
Parameter perilaku simpang bersinyal diukur berdasar derajat kejenuhan (DS), yang merupakan hasil bagi antara volume dan kapasitas. Kapasitas persimpangan berkaitan erat dengan arus jenuh, yang didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekatan persimpangan jalan pada saat waktu hijau per lajur (Bina Marga, 1997), sebagaimana diformulasikan pada Persamaan (1) berikut.

$$C = S \times g/c \quad (.1),$$

dengan C: kapasitas (smp/jam), S: arus jenuh ((smp/jam hijau), g: waktu hijau (detik), dan c: waktu siklus (detik). Besarnya arus jenuh merupakan fungsi dari arus jenuh dasar (S_0) dan berbagai faktor penyesuaian, yaitu ukuran kota (F_{CS}), hambatan samping (F_{SF}), kelandaian (F_G), parker (F_P), belok kanan (belok kanan), dan belok kiri (belok kiri), sesuai Persamaan 2.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2).$$

Menurut Taylor dkk (1996), koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu jalan untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Koordinasi Sinyal dan *Green Wave*

Sumber: Taylor dkk (1996)



Gambar 2 Lokasi Penelitian

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengkoordinasikan sinyal, yaitu: a). waktu siklus pada sinyal tiap simpang diusahakan sama, agar mempermudah menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang berikutnya dan b). sebaiknya pola pengaturan simpang yang dipergunakan adalah *fixed time signal*, karena koordinasi sinyal dilakukan secara terus menerus

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian, yaitu kedua simpang pada Jalan Yogya-Solo dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

Dalam pelaksanaan survei lapangan, data-data yang diambil meliputi Volume Lalu Lintas, Geometri simpang dan ruas, Waktu Tempuh Kecepatan, dan Waktu Sinyal Lalu Lintas. Survei lalu lintas dilakukan pada hari Senin, Sabtu, dan Minggu yaitu pada pukul 06.00 - 09.00 WIB, 11.00 - 14.00 WIB, dan 15.00 - 18.00 WIB.

Berdasar data yang telah diperoleh, analisis dilakukan menggunakan *software* Microsoft Excel 2007 dan *software* VISSIM. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan

dianalisis berdasarkan simulasi perangkat lunak VISSIM untuk mengetahui kinerja dari ketiga simpang. Hambatan samping pada pemodelan VISSIM diabaikan. Setelah mengetahui kinerja ketiga simpang selanjutnya ketiga simpang tersebut dikoordinasikan. Usulan perbaikan berupa koordinasi sinyal dilakukan dengan pola pengaturan waktu pada sinyal diterapkan dua waktu yaitu jam sibuk (*on peak*) dan jam lengang (*off peak*).

Hasil dan kesimpulan akan ditampilkan dalam bentuk visualisasi simulasi lalu lintas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1-3 berikut adalah data rekapitulasi volume lalu lintas dari kedua simpang.

Dari ketiga periode pengambilan data tersebut didapat periode jam puncak terjadi pada hari Sabtu jam 16.30 – 17.30 WIB dengan volume sebesar 8447 smp/jam. Periode jam lengang terjadi juga pada hari Minggu, jam 06.00 – 07.00 WIB dengan volume sebesar 4086 smp/jam. Berikut ini adalah data distribusi pergerakan arus lalu lintas per arah pada periode jam puncak dan jam lengang.

Tabel 1 Data Volume Lalu Lintas Periode Pagi

Data Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Smp/Jam)			
Waktu	Minggu, 15 November 2015	Senin, 16 November 2015	Sabtu, 21 November 2015
06.00 – 07.00	4086	4496	4091
06.15 – 07.15	4314	4949	4696
06.30 – 07.30	4354	5654	5159
06.45 – 07.45	4481	6403	5630
07.00 – 08.00	4707	6832	5838
07.15 – 08.15	4989	7256	5985
07.30 – 08.30	5245	6799	6119
07.45 – 08.45	5546	6493	6028
08.00 – 09.00	5894	6268	5864

Tabel 2 Data Volume Lalu Lintas Periode Siang

Data Volume Lalu Lintas Periode Siang (Smp/Jam)			
Waktu	Minggu, 15 November 2015	Senin, 16 November 2015	Sabtu, 21 November 2015
11.00 – 12.00	5738	4867	5622
11.15 – 12.15	5939	4908	5675
11.30 – 12.30	6219	4947	5862
11.45 – 12.45	6416	4963	5945
12.00 – 13.00	6468	5175	6143
12.15 – 13.15	6478	5242	6376
12.30 – 13.30	6400	5270	6314
12.45 – 13.45	6406	5339	6377
13.00 – 14.00	6427	5241	6412

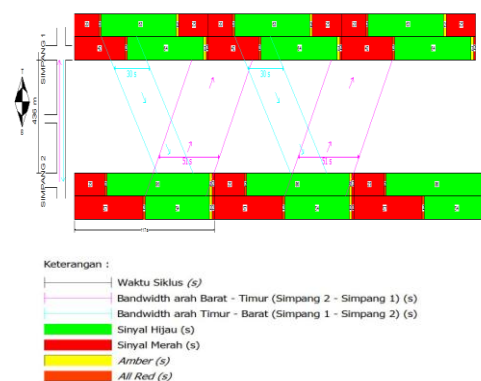
Tabel 3 Data Volume Lalu Lintas Periode Sore

Data Volume Lalu Lintas Periode Sore (Smp/Jam)			
Waktu	Minggu, 15 November 2015	Senin, 16 November 2015	Sabtu, 21 November 2015
15.00 – 16.00	6474	5323	6182
15.15 – 16.15	6820	5832	6987
15.30 – 16.30	7069	6256	7624
15.45 – 16.45	7145	6537	8138
16.00 – 17.00	7081	6757	8277
16.15 – 17.15	7250	6787	8323
16.30 – 17.30	7454	6658	8447
16.45 – 17.45	7556	6453	8324
17.00 – 18.00	7448	6002	7712

Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang Kondisi Eksisting Periode Jam Puncak

Analisis koordinasi sinyal antar simpang pada kondisi eksisting dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Besarnya *bandwith* yang digunakan berdasarkan selisih waktu rata-rata antara kendaraan pertama dan

kendaraan terakhir yaitu sebesar 51 detik untuk arah Barat ke Timur (Simpang 2–Simpang 1) dan sebesar 30 detik untuk arah Timur ke Barat (rute Simpang 1–Simpang 2). Gambar 3 berikut adalah diagram koordinasi sinyal antar simpang periode jam puncak kondisi eksisting. Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ketika arus utama bergerak dari arah Simpang 2-Simpang 1 (Barat-Timur) masih adanya kendaraan yang mendapat sinyal merah pada Simpang 1 dikarenakan nilai selisih waktu kendaraan pertama dan terakhir besar. Tetapi sebaliknya, ketika arus utama bergerak dari arah Simpang 1-Simpang 2 (Timur-Barat) sudah mendapatkan sinyal hijau dikarenakan nilai selisih waktu kendaraan pertama dan terakhir kecil. Hal ini menunjukkan perlunya alternatif perbaikan koordinasi di kedua simpang agar lebih baik lagi.



Gambar 3 Diagram Sinyal Eksisting Sebelum Dikoordinasi Periode Jam Sibuk

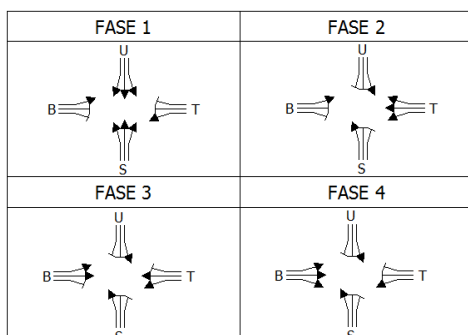
Alternatif 1 Periode Jam Puncak

Alternatif perancangan koordinasi sinyal yang pertama dilakukan dengan menggunakan waktu siklus yang berasal dari waktu siklus eksisting Simpang 2 dan setelah diperiksa dengan rumus waktu siklus optimum MKJI, 1997 pada lampiran 5.1 tidak ada perbedaan yang signifikan yaitu sebesar 117 detik. Pengaturan fase pada Simpang 2 berbeda dengan fase kondisi eksisting sedangkan Simpang 1 sama dengan fase kondisi eksisting, dimulai dari pengaturan fase pada Simpang 1 fase pertama lengan Utara dan Selatan dengan waktu hijau

33 detik, fase kedua lengan Timur ke Utara dengan waktu hijau 18 detik, lengan Timur ke Barat dengan waktu hijau 31 detik, fase ketiga lengan Barat ke Timur dengan waktu hijau 52 detik, fase keempat lengan Barat ke Selatan dengan waktu hijau 41 detik, kemudian pengaturan fase pada Simpang 2 fase pertama lengan Utara dengan waktu hijau 17 detik, fase kedua lengan Barat dengan waktu hijau 51 detik, fase ketiga lengan Timur ke Utara dengan waktu hijau 37 detik, fase keempat lengan Timur ke Barat dengan waktu hijau 30 detik. Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 4-6 berikut menyajikan pengaturan sinyal dan pengaturan fase kedua simpang pada Alternatif 1.

Tabel 4 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode *On Peak* Simpang 1

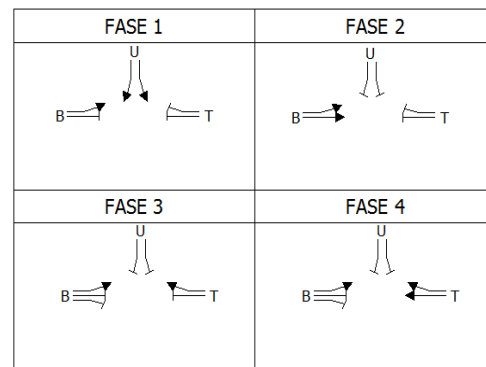
Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara+Selatan	33	2	80	2	117
Timur-Utara	18	2	95	2	
Timur-Barat	31	2	82	2	
Barat-Timur	52	2	61	2	
Barat-Selatan	41	2	72	2	



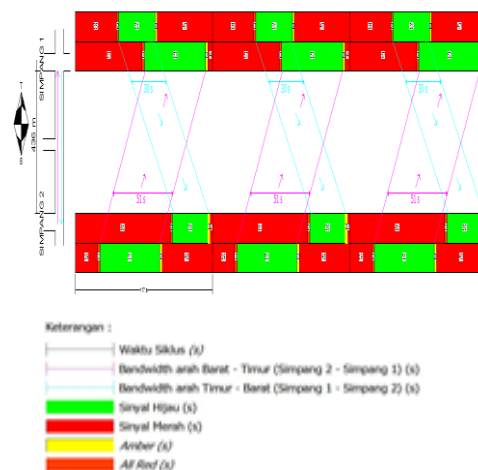
Gambar 4 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 *On Peak* Simpang 1

Tabel 5 Data Sinyal Lau Lintas Alternatif 1 Periode *On Peak* Simpang 2

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	17	2	96	2	117
Barat	51	2	62	2	
Timur-Utara	37	2	76	2	
Timur-Barat	30	2	83	2	



Gambar 5 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 *On Peak* Simpang 2



Gambar 6 Diagram Sinyal Alternatif 1 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Puncak

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi sama dengan besarnya *bandwidth* kondisi eksisting yaitu sebesar 51 detik untuk arah Barat ke Timur (rute Simpang 2–Simpang 1) dan 30 detik untuk arah Timur ke Barat (rute Simpang 1–Simpang 2). Waktu siklus yang digunakan

adalah sebesar 117 detik yang merupakan waktu siklus eksisting Simpang 2. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 1 periode jam puncak.

Dari Alternatif 1 periode jam puncak didapat hasil evaluasi tundaan, waktu tempuh, dan kecepatan sebagai berikut ini (Tabel 6).

Tabel 6 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, dan Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1 Jam Puncak

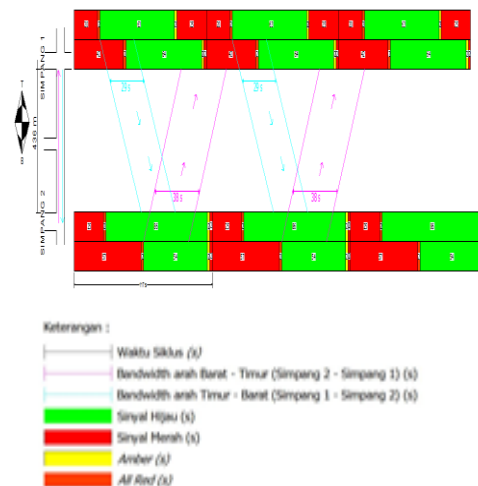
Rute	Periode On Peak			
	Avg. Delay (s)	Vehicle Travel Time (s)	Avg. Travel Speed (km/h)	Level of Services
Simpang 1 ke Simpang 2	15,57	31,73	49,47	E
Simpang 2 ke Simpang 1	17,65	50,99	30,78	E

Perencanaan alternatif 1 kondisi jam puncak merupakan alternatif yang paling terbaik dengan kecepatan dari arah Simpang 1 ke Simpang 2 sebesar 49,47 km/jam dan dari arah Simpang 2 ke Simpang 1 sebesar 30,78 km/jam. Namun, sesuai Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, Alternatif 1 periode jam puncak belum mencapai kriteria dimana tingkat pelayanan jalan arteri primer sekurang-kurangnya B.

Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang Kondisi Eksisting Periode Jam Lengah

Analisis koordinasi sinyal antar simpang pada kondisi eksisting dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Besarnya *bandwith* yang digunakan berdasarkan selisih waktu rata-rata antara kendaraan pertama dan kendaraan terakhir seperti sebesar 38 detik untuk arah Barat ke Timur (Simpang 2–Simpang 1) dan sebesar 29 detik untuk arah Timur ke Barat (rute Simpang 1–Simpang 2). Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi sinyal antar simpang periode jam puncak kondisi eksisting. Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ketika arus utama bergerak dari arah Simpang 2–Simpang 1 (Barat-Timur) masih adanya kendaraan yang mendapat sinyal merah pada Simpang 1 dikarenakan nilai selisih waktu kendaraan pertama dan terakhir besar. Tetapi

sebaliknya, ketika arus utama bergerak dari arah Simpang 1–Simpang 2 (Timur-Barat) sudah mendapatkan sinyal hijau seluruhnya dikarenakan nilai selisih waktu kendaraan pertama dan terakhir kecil. Hal ini menunjukkan perlunya alternatif perbaikan koordinasi di kedua simpang agar lebih baik lagi. Secara grafis disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Sinyal Eksisting Sebelum Dikoordinasi Periode Jam Lengah

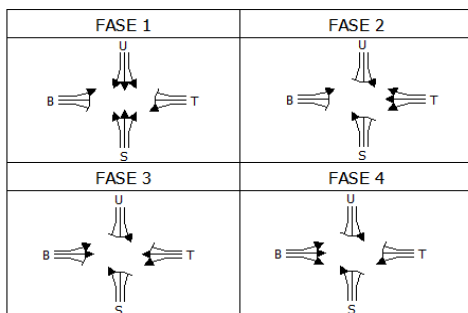
Alternatif 2 Periode Jam Lengah

Alternatif perancangan koordinasi sinyal yang kedua dilakukan dengan menggunakan waktu siklus baru Simpang 2 yang diperoleh dengan rumus waktu siklus optimum MKJI, 1997 pada lampiran 5.7 yaitu sebesar 98 detik. Pengaturan fase pada Simpang 2 berbeda dengan fase kondisi eksisting sedangkan Simpang 1 sama dengan fase kondisi eksisting, dimulai dari pengaturan fase pada Simpang 1 fase pertama lengan Utara dan Selatan dengan waktu hijau 22 detik, fase kedua lengan Timur ke Utara dengan waktu hijau 22 detik, lengan Timur ke Barat dengan waktu hijau 30 detik, fase ketiga lengan Barat ke Timur dengan waktu hijau 39 detik, fase keempat lengan Barat ke Selatan dengan waktu hijau 39 detik, kemudian pengaturan fase pada Simpang 2 fase pertama lengan Utara dengan waktu hijau 19 detik, fase kedua lengan Barat dengan waktu hijau 38 detik, fase ketiga lengan Timur ke Utara dengan waktu hijau

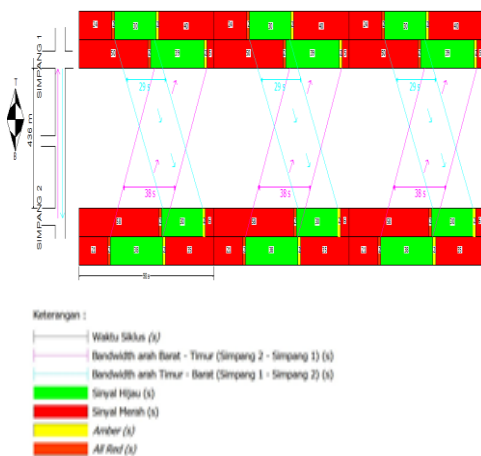
30 detik, fase keempat lengan Timur ke Barat dengan waktu hijau 29 detik. Tabel 7-8 dan Gambar 8-9 berikut adalah pengaturan sinyal dan pengaturan fase kedua simpang pada Alternatif 2.

Tabel 7 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 *Off Peak* Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara+Selatan	22	2	72	2	98
Timur-Utara	22	2	72	2	
Timur-Barat	30	2	64	2	
Barat-Timur	39	2	55	2	
Barat-Selatan	34	2	60	2	



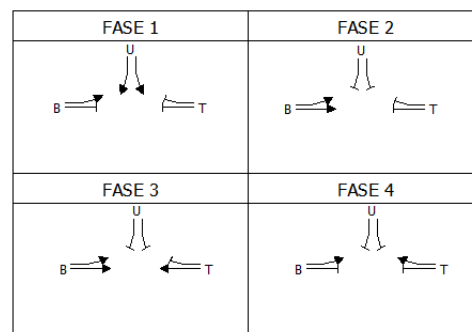
Gambar 8 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 *Off Peak* Simpang 1



Gambar 9 Diagram Sinyal Alternatif 2 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Lembang

Tabel 8 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 *Off Peak* Simpang 2

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	19	2	75	2	98
Barat	38	2	56	2	
Timur-Barat	30	2	64	2	
Timur-Utara	29	2	65	2	



Gambar 9 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 *Off Peak* Simpang 2

Besarnya *bandwidth* yang digunakan sama dengan Alternatif 1 periode jam lengang. Waktu siklus yang digunakan adalah sebesar 98 detik yang merupakan waktu siklus baru Simpang 2. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 2 periode jam lengang. Dari Alternatif 2 periode jam lengang didapat hasil evaluasi tundaan, waktu tempuh, dan kecepatan Pada Tabel 9 berikut ini.

Perencanaan alternatif 2 kondisi jam lengang merupakan alternatif yang paling terbaik dengan kecepatan dari arah Simpang 1 ke Simpang 2 sebesar 57,60 km/jam dan dari arah Simpang 2 ke Simpang 1 sebesar 51,01 km/jam. Namun, sesuai Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, Alternatif 2 periode jam lengang belum mencapai kriteria dimana tingkat pelayanan jalan arteri primer sekurang-kurangnya B.

Tabel 9 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, dan Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2 Jam Lembang

Rute	Periode <i>Off Peak</i>			
	<i>Avg. Delay (s)</i>	<i>Vehicle Travel Time (s)</i>	<i>Avg. Travel Speed (km/h)</i>	<i>Level of Services</i>
Simpang 1 ke Simpang 2	14,83	27,25	57,60	D
Simpang 2 ke Simpang 1	16,42	30,77	51,01	D

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan pada bagian sebelumnya dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini.

1. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan diperoleh jam puncak dari ketiga simpang terjadi pada hari Sabtu, jam 16.30 -17.30 WIB dengan volume lalu lintas sebesar 8447 smp/jam, sedangkan jam lembang dari ketiga simpang terjadi pada hari Minggu, jam 06.00 – 07.00 WIB 4086 smp/jam.
2. Pada awalnya volume di lapangan dan volume evaluasi *software VISSIM* sudah mendekati volume di lapangan, namun masih ada beberapa volume yang nilai selisihnya cukup jauh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan volume pada *software VISSIM* dan keadaan asli di lapangan, sehingga harus dilakukan kalibrasi pada *software VISSIM*. Setelah dilakukan kalibrasi pada *software VISSIM* dengan pendekatan Wiedemann 74, didapatkan hasil yang hampir sama.
3. Kalibrasi dilakukan dengan pendekatan Wiedemann 74 karena pendekatan ini adalah pendekatan yang digunakan untuk lalu lintas perkotaan. Parameter yang dikalibrasi pada pendekatan ini adalah jarak aman yang diinginkan antar kendaraan yang berhenti, jarak tambahan dari jarak aman yang diinginkan, kelipatan jarak aman antar kendaraan dan

agresivitas kendaraan. Maka semakin kecil nilai jarak antar kendaraan yang berhenti, akan semakin rapat antrian yang terbentuk

4. Kedua simpang pada ruas Jalan Yogya-Solo sebelumnya sudah terkoordinasi, tetapi koordinasi sinyal dari arah Barat-Timur belum cukup baik. Kondisi ini terlihat dari waktu siklus kedua simpang yang berbeda, sehingga masih ada beberapa kendaraan yang terkena sinyal merah dari rute Barat-Timur (Simpang 2-Simpang 1).
5. Pada kondisi eksisting periode jam puncak, nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Timur Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 34,03 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 46,12 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 57,24 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 27,42 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai tingkat pelayanan dari kedua arah (arah Barat – Timur dan arah Timur – Barat) belum memenuhi persyaratan dimana minimal nilai tingkat pelayanan jalan arteri primer adalah B.
6. Pada kondisi eksisting periode jam lembang, nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Timur Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 30,22 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 51,94 km/jam dengan tingkat pelayanan D. Nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 39,6 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 39,64 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai tingkat pelayanan dari kedua arah (arah Barat-Timur dan arah Timur-Barat) belum memenuhi persyaratan dimana minimal nilai tingkat pelayanan jalan arteri primer adalah B.

7. Koordinasi kedua simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama terlebih dahulu. Dari 3 alternatif perencanaan koordinasi sinyal antar simpang periode jam puncak didapat waktu siklus berkinerja terbaik sebesar 117 detik, sedangkan 3 alternatif koordinasi sinyal antar simpang periode jam lembang didapat waktu siklus baru berkinerja terbaik sebesar 98 detik.
8. Alternatif 1 periode jam puncak merupakan alternatif terbaik, dimana dihasilkan nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Timur Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 31,73 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 49,47 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 50,99 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 30,78 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai tingkat pelayanan dari kedua arah (arah Barat-Timur dan arah Timur-Barat) belum memenuhi persyaratan dimana minimal nilai tingkat pelayanan jalan arteri primer adalah B.
9. Alternatif 2 periode jam lembang merupakan alternatif terbaik, dimana dihasilkan nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Barat Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 27,25 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 57,60 km/jam dengan tingkat pelayanan D. Nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 30,77 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 51,01 km/jam dengan tingkat pelayanan D. Nilai tingkat pelayanan dari kedua arah (arah Barat-Timur dan arah Timur-Barat) belum memenuhi persyaratan dimana minimal nilai tingkat pelayanan jalan arteri primer adalah B.

Saran

Dari kesimpulan di atas, maka dapat diajukan beberapa saran terkait dengan hasil penelitian dan pengembangan penelitian dengan menggunakan *software VISSIM* di masa depan untuk mendapatkan hasil yang lebih *valid* dan lebih baik, sebagai berikut.

1. Waktu tempuh kendaraan dan kecepatan kendaraan diukur pada saat sebelum dilakukan koordinasi, oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran ulang di lapangan dengan kondisi setelah koordinasi sinyal agar didapat *offset* dan *bandwidth* yang lebih optimal.
2. Penelitian selanjutnya pada kedua simpang dapat dilakukan perbandingan konsumsi bahan bakar pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi sinyal.
3. Tingkat pelayanan ruas Jalan Yogya-Solo setelah dilakukan koordinasi sinyal antar simpang masih menunjukkan nilai E yang mana belum memenuhi persyaratan tingkat pelayanan jalan arteri primer berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015 dimana tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan alternatif penambahan waktu siklus di kedua simpang pada ruas Jalan Yogya-Solo untuk meningkatkan tingkat pelayanan ruas jalan tersebut.
4. Analisis perancangan koordinasi sinyal dapat dilakukan dengan *software Transyt* sebagai perbandingan dengan hasil analisis dari *software VISSIM* karena *Transyt* adalah *software* khusus untuk perancangan koordinasi sinyal,
5. Penelitian yang akan datang sebaiknya dengan menggunakan *software VISSIM*, dapat dilakukan perbandingan dengan *software AIM SUN* karena memiliki kemampuan mikrosimulasi sama seperti *VISSIM*,
6. Penggunaan *software VISSIM* selanjutnya tidak hanya untuk analisis simpang, tetapi bisa menganalisis permasalahan

transportasi yang lain seperti koordinasi sinyal antar simpang untuk prioritas bus umum, *pedestrian*, analisis *road pricing*, kinerja ruas jalan dan lain-lain.

Daftar Pustaka

- Abdullah, Z. (2016). Analisa koordinasi sinyal antar simpang dengan menggunakan software transyt 14 (studi kasus simpang empat & simpang BPD kota Lhokseumawe). *Jurnal teras*, 6(1), 39-48
- Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual 2000*. National Academy of Science. Washington, DC.
- Sitanggang, L.H.S. dan Harianto, J. (2010). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan K.H Wahid Hasyim - Jalan Gajah Mada). *Jurnal Rekasaya Sipil*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Taylor, M. dan Young, W. (1996). *Understanding Traffic System*. Averbury Technical. Sydney.
- Triani, D. N. Dewi. (2006). Efektifitas Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang Bersinyal pada Simpang AR Hakim WR.Supratman Kota Mataram. *Jurnal. Mataram*
- Zega, Maiman dan Medis S. Surbakti, (2015), Analisa Kordinasi Antar Simpang (Studi Kasus Jl. Jamin Ginting – Jl Pattimura – Jl Mongonsidi, Medan,