

EVALUASI DAN KOORDINASI DI SIMPANG GAMPING DAN SIMPANG PELEM GURIH DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MIKROSIMULASI (*VISSIM*)

Prima Juanita Romadhona¹ dan Muhammad Irwan¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : prima_dhona@uui.ac.id

ABSTRAK

Kemacetan seringkali terjadi di Simpang Gamping dan Simpang Pelem Guruh, di jalan Ring Road Barat. Dalam penelitian ini digunakan mikrosimulasi lalu lintas dengan software VISSIM. Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1, hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, waktu tempuh yang lebih cepat dari sebelumnya, serta tundaan yang mengalami peningkatan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan (antar simpang arah Barat 1 ke Selatan 2) sendiri tetap F akan tetapi nilai panjang antrian menurun 45% dari 402,834 m menjadi 219,901 m, waktu tempuh perjalanan menurun 72% dari 374,333 detik menjadi 104,961 detik, serta tundaan mengalami penurunan drastis sebesar 67% dari 402,116 detik menjadi 133,329 detik. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang rute Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan rute Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

Kata kunci: Koordinasi Sinyal, VISSIM, Simpang Gamping dan Simpang Pelem Guruh.

1. PENDAHULUAN

Salah satu kota besar di Indonesia yang kini mulai tidak terlepas dari masalah kemacetan, yakni Yogyakarta. Kemacetan seringkali terjadi pada jam-jam sibuk di persimpangan-persimpangan yang dekat dengan pusat keramaian, seperti ruko, pertokoan, pasar, hotel, dan wilayah kampus, dsb, yaitu diantaranya Simpang Gamping dan Simpang Pelem Guruh, dimana simpang tersebut merupakan suatu jalan akses utama bagi mahasiswa untuk beraktivitas, serta berperan penting bagi masyarakat, baik Yogyakarta maupun luar Yogyakarta karena terletak di jalan *Ring Road* Barat yang merupakan jalan nasional arteri primer yang berfungsi sebagai jalan bebas hambatan. Kedua simpang tersebut menghubungkan jalur transportasi dari Yogyakarta ke Magelang dan Purworejo, dan merupakan jalur cepat dengan dua arah yang mempunyai 6 lajur lalu lintas, serta dilengkapi dengan median. Lokasi penelitian, yaitu kedua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Earth)

Salah satu penyelesaian yang dapat dilakukan adalah dengan mengkoordinasikan sinyal lampu lalu lintas pada kedua simpang tersebut dan dengan mengutamakan jalur utama yang bervolume lebih besar sehingga dapat menghindari tundaan akibat lampu merah. Dengan demikian, kelambatan dan antrian panjang pun dapat diminimalisir. Sehingga dari hasil yang diperoleh, dapat diketahui kinerja simpang eksisting dan dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan rekomendasi-rekomendasi yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja simpang di masa datang.

Tujuan yang ingin dicapai dari perencanaan ini adalah melakukan analisis kinerja Simpang Gamping dan Simpang Pelem Guruh pada kondisi eksisting dan melakukan koordinasi sinyal antar Simpang Gamping dan Simpang Pelem Guruh dengan pembuatan berbagai alternatif yang paling menguntungkan.

Basayut (2010) melakukan analisis permasalahan pada persimpangan dengan jarak simpang yang pendek pada ruas Jalan Diponegoro Surabaya. Permasalahan yang terjadi adalah kendaraan terkadang harus selalu berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Dari hasil analisis diketahui bahwa keempat simpang pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan belum terkoordinasi. Kemudian dilakukan beberapa perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal pada ketiga simpang tersebut, dengan cara menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari tujuh perencanaan, didapatkan waktu siklus baru sebesar 130 detik.

Ikhwan (2014) menganalisis permasalahan pada persimpangan dengan jarak antar simpang yang pendek pada ruas Jalan Jenderal Ahmad Yani Surakarta, sehingga untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan analisa dan koordinasi sinyal antara Simpang Sumber dan Simpang Pom Bensin Manahan tersebut. Hasil analisa, menunjukkan bahwa kedua simpang pada ruas Jalan Jenderal Ahmad Yani belum terkoordinasi. Untuk itu, dilakukanlah beberapa perencanaan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada kedua simpang tersebut. Perencanaan yang dilakukan adalah menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari hasil pembobotan didapatkan waktu siklus hijau prioritas jam sibuk pagi dan sore sebesar 31 detik sedangkan jam sibuk siang sebesar 17 detik dari arah pendektat utara.

Cahyaningrum dan Munawar (2014), menganalisis permasalahan yang sering kali terjadi adalah kendaraan harus selalu berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Dari hasil analisis diketahui bahwa kedua simpang belum terkoordinasi. Dari beberapa alternatif didapatkan waktu siklus baru. Dari sebelas alternatif perencanaan didapat waktu siklus baru sebesar 130 detik dengan waktu offset sebesar 70,93 detik untuk kedua arah. Berdasarkan diagram koordinasi didapat bandwidth sebesar 37 detik untuk arah dari Timur dan 32 detik untuk arah Barat.

Yulianyahya (2016) meneliti tentang permasalahan pada persimpangan dengan jarak simpang yang pendek pada ruas Jalan Diponegoro Surabaya. Dari hasil analisis, diketahui bahwa keempat simpang pada ruas Jalan Diponegoro belum terkoordinasi. Untuk itu, dilakukanlah beberapa perencanaan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada keempat simpang tersebut. Perencanaan yang dilakukan adalah 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.

Husna (2016) melakukan penelitian untuk menganalisis tundaan pada kondisi *eksisting* dan perancangan koordinasi sinyal dengan menggunakan *software VISSIM*. Dari penelitian ini, dihasilkan bahwa kedua simpang pada ruas Jalan Yogya-Solo belum terkoordinasi dengan baik. 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 waktu siklus baru sebesar 110 detik.

Irawan (2016) melakukan analisis permasalahan yang terjadi diketiga simpang yang berdekatan, dikarenakan belum terkoordinasinya sinyal ketiga simpang pada ruas jalan Kusumanegara – Sultan Agung tersebut, sehingga mengakibatkan kemacetan yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa ketiga simpang pada ruas Jalan Kusumanegara – Sultan Agung belum terkoordinasi. Untuk itu, dilakukan beberapa perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada ketiga simpang tersebut, dengan cara menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Waktu siklus ketiga simpang disamakan untuk mempermudah perancangan koordinasi sinyal. Dari dua perancangan periode jam puncak, didapatkan waktu siklus baru sebesar 141 detik.

Romadhona dan Zainuri (2018) menganalisis kemacetan pada simpang BPK dan simpang Badran yang terletak di pusat Kota Yogyakarta. Dari hasil analisis, kinerja kedua simpang yang telah dianalisis ditemukan bahwa Simpang BPK dan Simpang Badran belum terkoordinasikan. Setelah itu, dilakukan solusi perencanaan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang dengan menggunakan sistem satu arah di jalan penghubung dengan tetap terkoordinasi sinyal waktunya.

2. LANDASAN TEORI TINGKAT PELAYANAN (*LEVEL OF SERVICE*)

Tingkat pelayanan dibagi atas tingkatan : A, B, C, D, E, dan F. Pada kondisi operasional yang paling baik dari suatu fasilitas dinyatakan dengan tingkat pelayanan A, sedangkan untuk kondisi yang paling buruk dinyatakan dengan tingkat pelayanan F. Berikut ini tabel tingkat pelayanan ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 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 : Mentri Perhubungan)

Tabel 2 Tingkat Pelayanan untuk Ruas Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus bebas 2. Kecepatan Perjalanan rata-rata ≥ 80 km/jam
B	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 70 km/jam
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 60 km/jam
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus mendekati tidak stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 50 km/jam
E	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus mendekati tidak stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 30 km/jam pada jalan antar kota dan ≥ 10 km/jam pada jalan perkotaan.
F	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus tertahan 2. Kecepatan maupun volume turun s/d 0 km/jam.

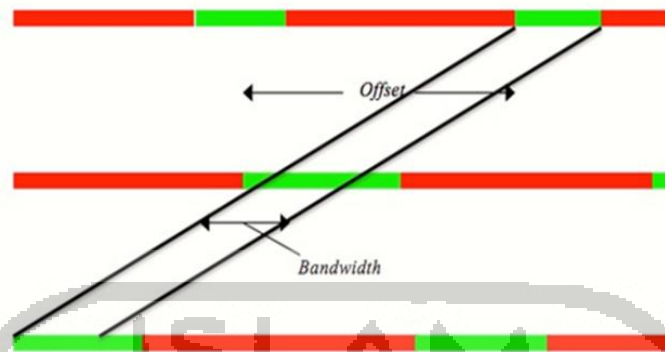
(Sumber : Menteri Perhubungan)

3. KOORDINASI SINYAL

Pengkoordinasian sinyal lampu lalu lintas pada jalan dua arah lebih sulit dilakukan. Jalan dua arah sering diatur agar sesuai dengan jam-jam sibuk untuk mempercepat arah volume yang lebih berat.

Dalam perancangan koordinasi simpang tidak terlepas dengan *offset* dan *bandwidth*. Menurut Papacostas (2005), *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, sedangkan *bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Keduanya berada pada kecepatan yang konstan dan merupakan *platoon* yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.

Untuk lebih jelasnya, *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada gambar diagram koordinasi tiga simpang di bawah ini.



Gambar 3.1 *Offset* dan *Bandwidth* dalam Diagram Koordinasi
(Sumber: Taylor, 1996)

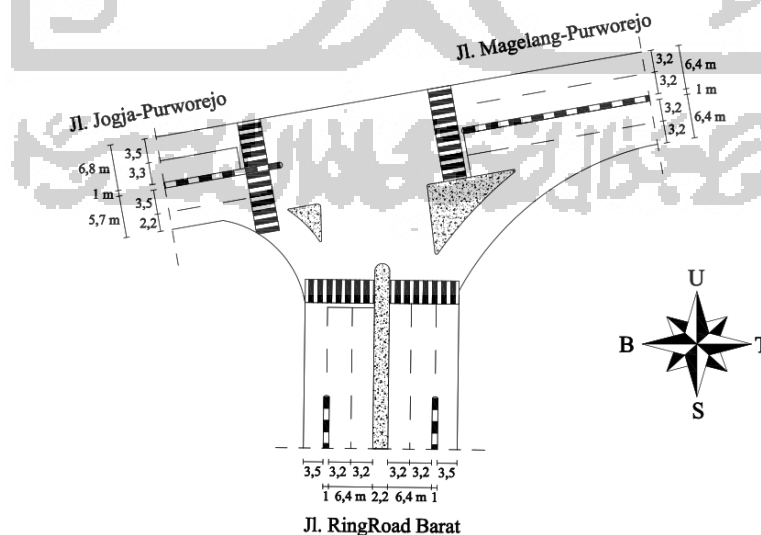
4. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah kegiatan yang komprehensif, dengan cara survei langsung di lapangan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti volume lalu lintas, kecepatan, geometri simpang, waktu siklus dan jarak antar kendaraan. Langkah selanjutnya memodelkan dengan perangkat *VISSIM*. Dari hasil analisis *VISSIM* kemudian dibandingkan dengan tingkat pelayanan jalan, kemudian dikoordinasikan kedua simpang tersebut. Setelah melakukan analisis maka yang perlu dilakukan selanjutnya yaitu membuat pembahasan dari hasil penelitian sehingga dari hasil penelitian tersebut dapat sebagai acuan dalam menarik kesimpulan yang pada akhirnya didapatkan saran yang berhubungan dengan penelitain ini.

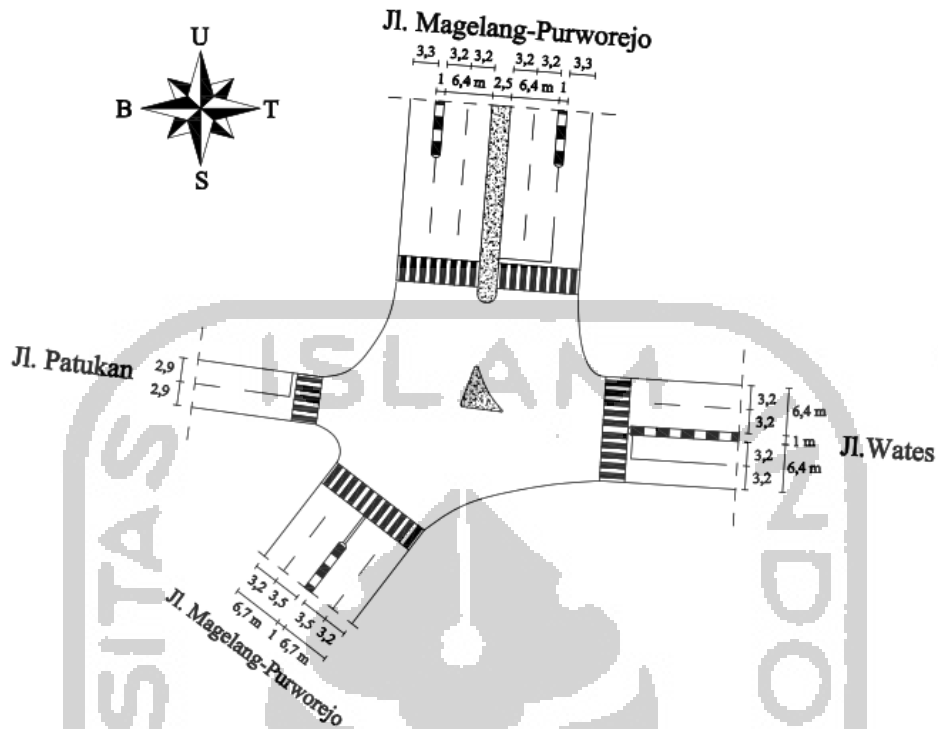
5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Geometri Simpang

Data geometri simpang merupakan data yang memuat kondisi geometri pada simpang yang sedang diamati. Data ini diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Detail geometri kedua simpang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Geometri Simpang Gamping (Simpang 1)



Gambar 3 Geometri Simpang Pelem Gurih (Simpang 2)

5.2 Sinyal Lalu Lintas

Data fase dan sinyal lalu lintas diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, dan merah semua (*Allred*). Data fase dan sinyal lalu lintas dari ketiga simpang dapat dilihat pada Tabel 2 - Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 2 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

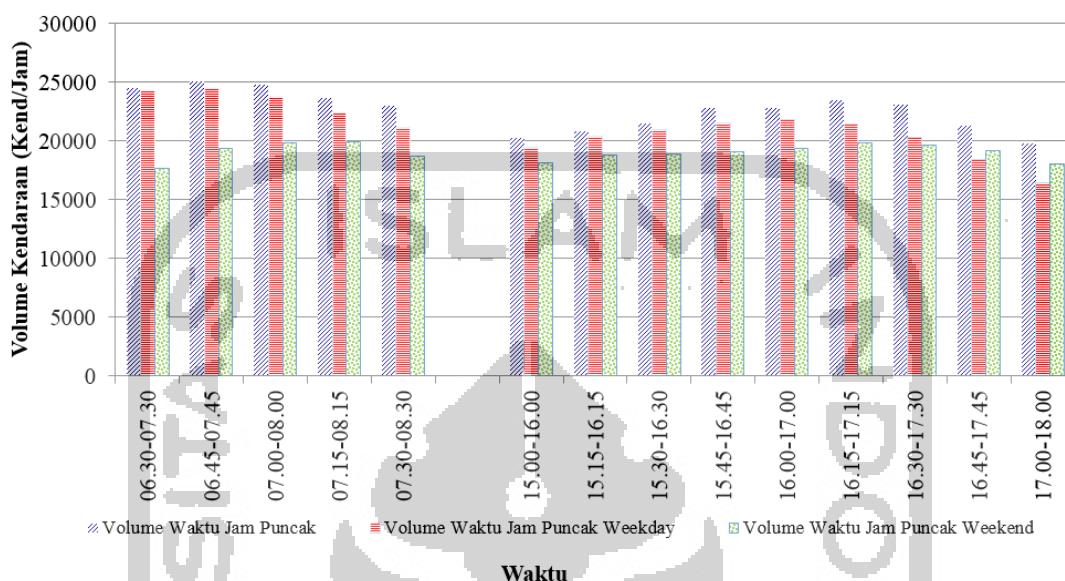
Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
T	50	3	60	3	116
S	23	3	87	3	116
B	25	3	85	3	116

Tabel 3 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
U	27	3	128	3	158
T	27	3	128	3	158
B	27	3	128	3	158
S	52	3	102	4	158

5.3 Data Volume Lalu Lintas

Dari hasil ketiga survei diperoleh volume kendaraan pada jam puncak pada hari senin pada pukul 06.45-07.45 dengan volume sebesar 25038 kendaraan/jam yang dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Data Volume Lalu Lintas 3 Periode

5.4 Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang

5.4.1 Alternatif Pemecahan 1

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari VISSIM pada arah simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan}$$

$$t = (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 45,671 \text{ detik}$$

dengan :

$$t = \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.

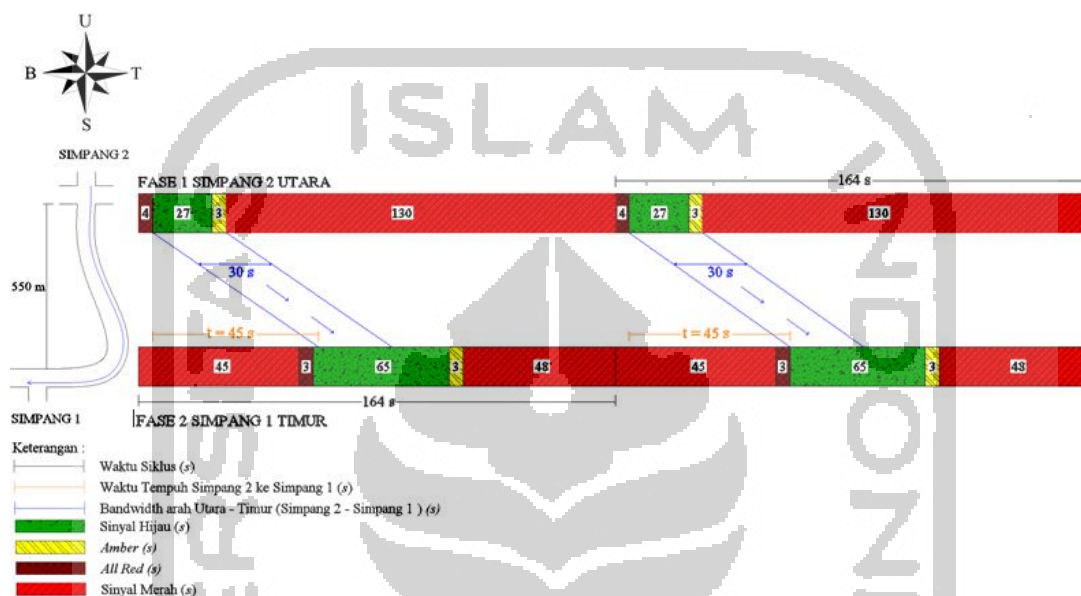
Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

- fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 39 detik
- fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 65 detik dan
- fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 42 detik.

Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara, waktu hijau 27 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 27 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 30 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 56 detik.

Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 1 Simpang 2 – Simpang 1

5.4.2 Alternatif Pemecahan 2

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang kedua dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi dan larangan belok kanan dari lengan Utara ke Barat pada simpang 2. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari VISSIM pada arah simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam, dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Jarak} : \text{Kecepatan} \\
 t &= (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik} \\
 &= 45,671 \text{ detik} \\
 &\text{dengan :} \\
 t &= \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}
 \end{aligned}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.

Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

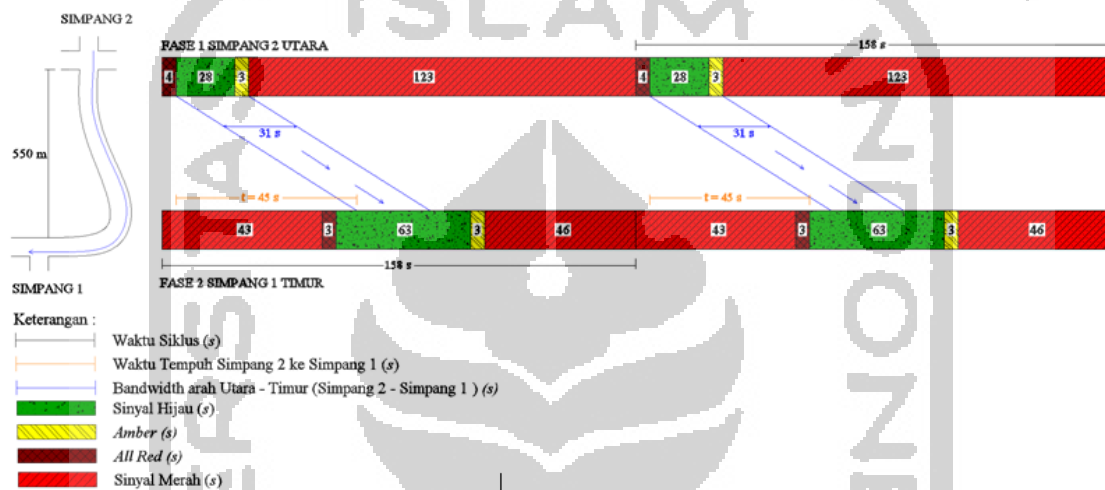
- a. fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 37 detik

- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 63 detik dan
- c. fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 40 detik.

Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara bergerak bersamaan dengan lengan Selatan ambil kiri dan lurus, waktu hijau 28 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 19 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 40 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 47 detik.

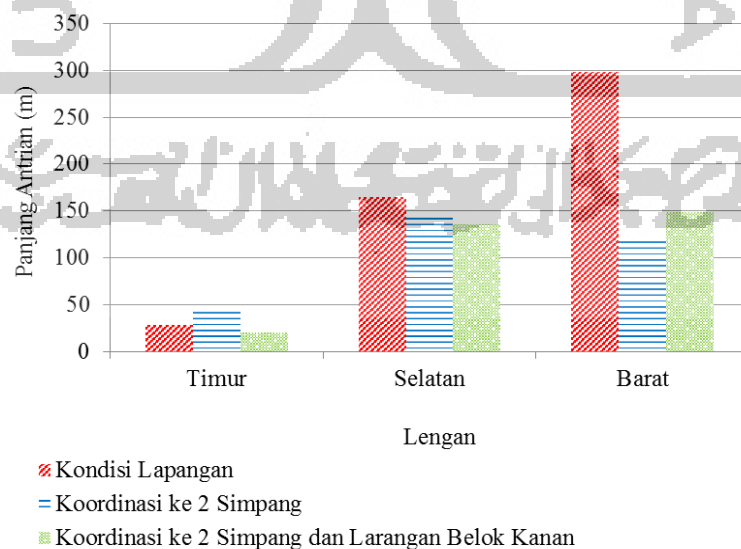
Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



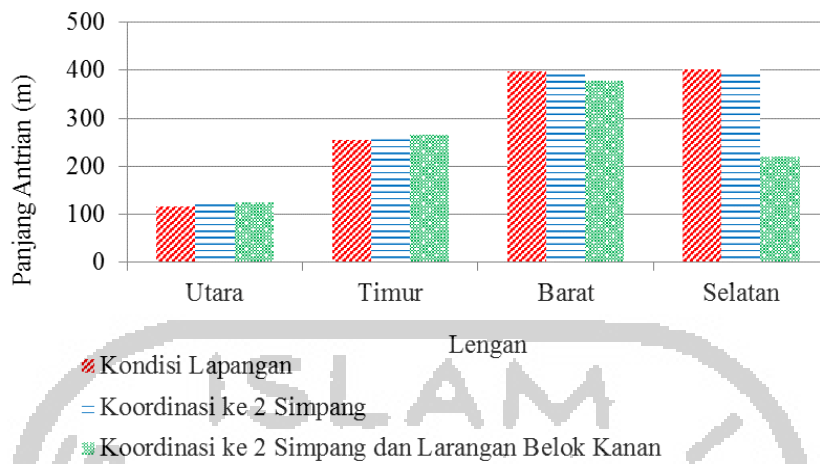
Gambar 6 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 2 Simpang 2 – Simpang 1

5.4.3 Hasil Alternatif Pemecahan Masalah

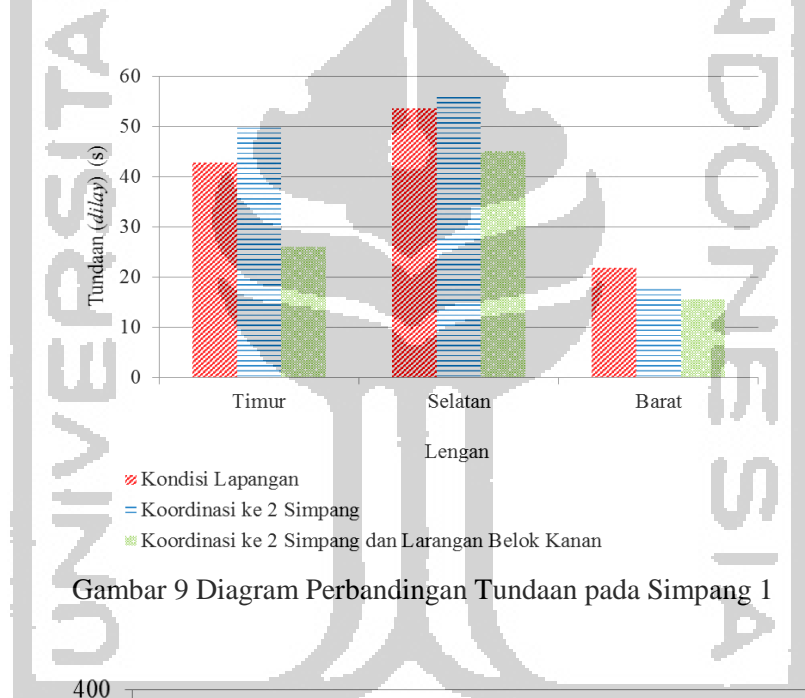
Berikut ini rekapitulasi nilai tundaan, panjang antrian dan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 7 - Gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 7 Diagram Perbandingan Panjang Antrian pada Simpang 1



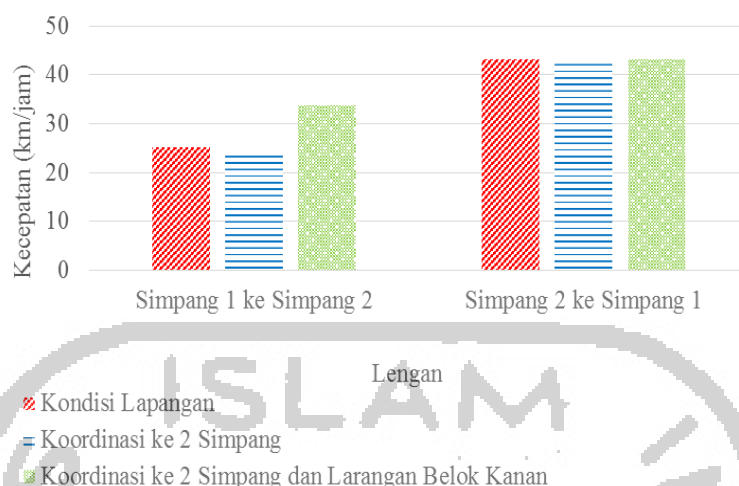
Gambar 8 Diagram Perbandingan Panjang Antrian pada Simpang 2



Gambar 9 Diagram Perbandingan Tundaan pada Simpang 1



Gambar 10 Diagram Perbandingan Tundaan pada Simpang 2



Gambar 11 Diagram Perbandingan Nilai Kecepatan Pada Ruas Antar Simpang

Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, serta tundaan yang mengalami penurunan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan sendiri tetap F, untuk nilai panjang antrian, serta tundaan mengalami penurunan cukup signifikan. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang arah Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan rute Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E)

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Terdapat hal yang dapat disimpulkan dari analisis dan perancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu sebagai berikut.

1. Pada evaluasi kedua simpang yang telah dianalisis ditemukan bahwa Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih belum terkoordinasikan. Sehingga Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih pada kondisi eksisting didapatkan nilai tingkat pelayanan menurut standar Peraturan Menteri Perhubungan No.96 Tahun 2015 yaitu tingkat pelayanannya di kedua simpang tersebut di setiap lengan pada Simpang pertama lengan Timur E, Selatan E dan Barat C, Sedangkan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur D, Barat F dan Selatan F.

Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, serta tundaan yang mengalami penurunan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan

Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan sendiri tetap F, nilai panjang antrian, serta tundaan mengalami penurunan cukup signifikan. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang arah Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

6.2 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, antara lain:

1. Penelitian dapat dilanjutkan dan dikembangkan dengan mempertimbangkan adanya pengaruh hambatan samping pada area sekitar Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih, misalnya dengan memperhitungkan adanya parkir di pinggir jalan, pedagang kaki lima dan kendaraan keluar-masuk gang sehingga dapat memberi solusi atas kepadatan lalu lintas.
2. Melakukan survei kendaraan tidak bermotor (sepeda, becak, dokar dan sejenisnya) dan survei kendaraan yang putar arah di sekitaran simpang tersebut supaya hasil data survei yang diperoleh lebih akurat.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basayut, E. M. Z. T. (2010). *Analisa Dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya. Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan), Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- [2] Cahyaningrum, F.P dan Munawar. A. (2014). *Koordinasi Simpang Bersinyal Pada Simpang Kentungan dan Simpang Monjali Yogyakarta.* Jurnal Transportasi. Vol. 14 No. 1 April 2014: 21-30. Yogyakarta.
- [3] Husna, B.N. (2016). *Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Studi Kasus: Simpang Jalan Menti Supeno – Jalan Perintis Kemerdekaan, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan – Jalan Pramuka, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan – Jalan Gambiran Di Kota Yogyakarta. Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [4] Ikhwan, M. (2014). *Analisa Dan Koordinasi Sinyal Antara Simpang Sumber Dan Simpang Pom Bensi Manahan (Studi Kasus : Simpang Ruas Jalan Jenderal Ahmad Yani Surakarta).* Jurnal. Universitas Sebelas Maret.
- [5] Irawan J. K. (2016). *Analisis Dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang (Studi Kasus: Simpang Ruas Jalan Kusumanegara – Sultan Agung) Di Kota Yogyakarta. Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [6] Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) Nomor 96 Tahun 2015. Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- [7] Papacostas, C.S dan Prevedouros, P.D. (2005). *Transportation Engineering and Planning.* Prentice Hall Inc. Singapura.
- [8] Taylor dan Young. (1996). *Understanding Traffic System.* Averbury Technical. Sydney.
- [9] Yulianyaha, R.W. (2016). *Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang Dan Koordinasi Antar Simpang Studi Kasus : Simpang Stasiun Brambanan – Simpang Taman Wisata Candi Di Kota Yogyakarta. Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [10] Romadhona M. A. dan Zainuri M. A. (2018). *Koordinasi Sinyal Antar Simpang Bpk Dan Simpang Badran Yogyakarta.* Jurnal Teknik Sipil. Volume 8, No 1, Mei 2019. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.