

**KAJIAN KOORDINASI SIMPANG JALAN PATIMURA DENGAN
SIMPANG JALAN PANGLIMA SUDIRMAN, KOTA MALANG**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZKI WAHYU F

125060100111034

RAMADHAN RIDLO A

125060100111072

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

ABSTRAK

Rizki Wahyu F, Ramadhan Ridlo A.2016.Kajian Koordinasi Simpang Jalan Patimura dengan Jalan Panglima Sudirman, Kota Malang. Dosen Pembimbing : I. Dr. Ir. M. Zainul Arifin, MT. II. Hendi Bowoputro, ST.MT

Banyaknya persimpangan di kota besar seperti Kota Malang ternyata menimbulkan permasalahan tersendiri, terlebih pada jarak antar Simpang yang pendek seperti pada Simpang di Jalan Panglima Sudirman dan Simpang di Jalan Patimura yang berada dalam jarak 172 meter pada ruas Jalan Patimura. Permasalahan yang terjadi adalah kendaraan yang terkadang harus selalu berhenti pada tiap Simpang karena selalu mendapat sinyal merah dan arus yang jenuh. Tentu saja hal ini menimbulkan ketidaknyamanan pengendara. Tujuan dari studi ini adalah mengetahui kinerja Simpang Jalan Pattimura dan Simpang Jalan Panglima Sudirman Kota Malang kondisi eksisting, mengetahui kinerja Simpang yang sama bila di lakukan koordinasi Simpang dengan lampu lalu lintas pada kedua Simpang, membandingkan kinerja kedua Simpang tersebut berdasarkan kondisi eksisting dan kondisi koordinasi. Didapatkan waktu siklus baru sebesar 115 detik untuk untuk semua kondisi arus lalu lintas. Waktu siklus semua Simpang disamakan untuk mempermudah koordinasi sinyal. Untuk *bandwidth* yang dihasilkan dari diagram koordinasi, didapat bandwidth sebesar 18 detik dari arah Selatan Simpang Jalan Patimura yaitu Jalan Trunojoyo menuju arah timur ke Jalan Patimura.

Kata Kunci: Koordinasi Sinyal Antar Simpang, Waktu Offset, Bandwidth, Jalan Panglima Sudirman dan Jalan Patimura, Kota Malang

ABSTRACT

Rizki Wahyu F, Ramadhan Ridlo A.2016.Study of Coordination of Patimura intersection and Panglima Sudirman intersection, Malang. Dosen Pembimbing : I. Dr. Ir. M. Zainul Arifin, MT. II. Hendi Bowoputro, ST.MT

The number of intersections in major cities like Malang had caused its own problems, especially at the short distance between intersections like on intersection Panglima Sudirman and Patimura are within 172 meters at Patimura street. The problem that occurs is that sometimes the vehicle must always stop at each because it always gets a red signal and the current saturation. Of course this is an inconvenience motorists. The

purpose of this study was to determine the performance of Pattimura and Panglima Sudirman intersections, Malang existing conditions, determine the performance Simpang do the same when in coordination with traffic lights on both, comparing the performance of both is based on existing conditions and the condition of coordination. Obtained a new cycle time of 115 seconds for all traffic conditions. The cycle time of all equated to facilitate the coordination of signals. For bandwidth resulting from the coordination diagram, obtained a bandwidth of 18 seconds from the south Pattimura intersection at Trunojoyo street to eastwards at Pattimura street.

Keywords: Signal Coordination Inter Simpang, Time Offset, Bandwidth, Panglima Sudirman street and Pattimura street, Malang.

Pendahuluan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang digunakan untuk lalu lintas. Banyak persimpangan yang ada di Kota besar seperti Malang dapat menimbulkan permasalahan tersendiri. Hal tersebut terjadi pada beberapa ruas yang ada di Kota Malang, dengan kondisi jarak simpang yang pendek juga kondisi simpang satu terdapat simpang bersinyal dan simpang berikutnya terdapat simpang tak bersinyal. Kondisi inilah yang terjadi dalam simpang empat kaki Jalan patimura Jalan cokroaminoto Jalan trunojoyo disebut simpang Jalan Patimura dan simpang empat kaki Jalan panglima sudirman Jalan patimura Jalan urip sumoharjo disebut simpang Jalan Panglima Sudirman Kota Malang. Kedua simpang tersebut memiliki fungsi Jalan yang berbeda yaitu Jalan arteri primer pada simpang Jalan Panglima Sudirman dan Jalan arteri sekunder pada simpang Jalan Patimura. Ruas Jalan Patimura merupakan area pertokoan dan ruas Jalan

Panglima sudirman merupakan area perkantoran dan pemukiman. Kondisi tersebut yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas Jalan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa untuk meminimalisir tundaan yang terjadi di antara simpang Jalan Patimura dan simpang Jalan Panglima Sudirman Perlakuan yang di lakukan yaitu dengan cara mengkoordinasi simpang Jalan Patimura dan simpang Jalan Panglima Sudirman. Perlakuan ini dapat di lakukan dengan cara memberi sinyal pada persimpangan Jalan Patimura dan memberi lampu hijau bersamaan antara simpang Jalan Patimura dan simpang Jalan Panglima Sudirman.

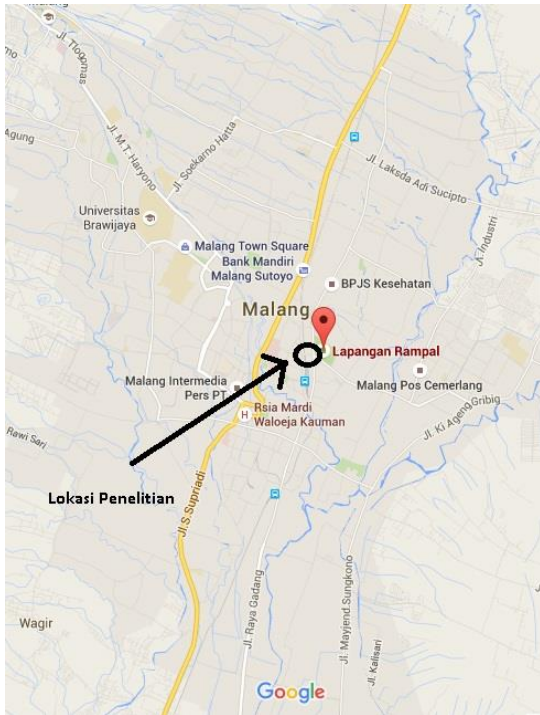
Adapun tujuan dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja simpang Jalan Patimura dan simpang Jalan Panglima Sudirman Kota Malang kondisi eksisting.
2. Mengetahui kinerja simpang Jalan Patimura dan simpang Jalan Panglima Sudirman Kota Malang kondisi koordinasi simpang

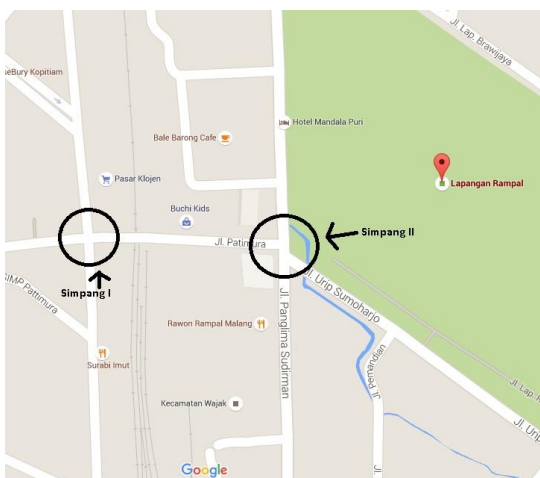
dengan lampu lalu lintas pada kedua simpang.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Jalan Patimura di Kota Malang



Gambar 3.3 Lokasi simpang yang dikoordinasikan

Metode Pengerjaan

Langkah-langkah yang digunakan untuk melaksanakan penelitian mengenai permasalahan pengkoordinasian sinyal antar simpang kali ini adalah:

1. Tahap persiapan, melakukan studi literature atau studi kepustakaan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pengkoordinasian antar simpang yang dapat diperoleh dari berbagai literatur dan internet.
2. Tahap pengumpulan data, melakukan survei lapangan supaya diperoleh data-data yang diperlukan. Data tersebut berupa kondisi lingkungan, geometrik simpang, volume kendaraan yang melewati simpang, dan waktu sinyal pada tiap simpang.
3. Tahap analisis data dari survei yang didapat dilapangan. Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan kinerja eksisting pada simpang bersinyal dan tak bersinyal pada tiga kondisi, yaitu kondisi arus lalu lintas puncak, rata-rata, dan rendah.

4. Penentuan kondisi untuk dikoordinasikan. Pada tahap ini dilihat apakah nilai tundaan masing-masing simpang berada pada nilai batas yang ditentukan atau tidak, bila tidak maka akan dilakukan analisis koordinasi simpang. Batas nilai tundaan untuk simpang bersinyal adalah di bawah 15,1 detik. Batas nilai tundaan untuk simpang tak bersinyal adalah di bawah 10 detik.

Sumber : KM. No. 14 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. 2006

5. Penentuan data terburuk diantara data survey hari sabtu dan senin, dilakukan dengan cara pembobotan berdasarkan metode analisis multi kriteria. Data terburuk akan dipilih pada saat simpang melakukan kinerja terburuk saat eksisting.

6. Perencanaan waktu siklus baru yang didasarkan pada kondisi lalu lintas puncak, rata-rata, dan rendah saat eksisting. Perencanaan dilakukan dengan rumusan dalam MKJI.

7. Melakukan analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan waktu siklus baru yang telah diperoleh berdasarkan setiap kondisi lalu lintas. Kemudian dilakukan analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan waktu siklus rata-rata. Waktu siklus rata-rata diperoleh dari hasil rata-rata waktu siklus baru pada setiap kondisi lalu lintas.

8. Melakukan analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan waktu siklus baru yang diperoleh dari cara coba-coba, yaitu berada di kisaran 90 detik sampai 120 detik.

9. Penentuan waktu siklus terbaik dilakukan dengan cara pembobotan berdasarkan analisis multi kriteria dari waktu siklus yang berbeda-beda. Waktu siklus akan dipilih pada saat simpang melakukan kinerja terbaik.

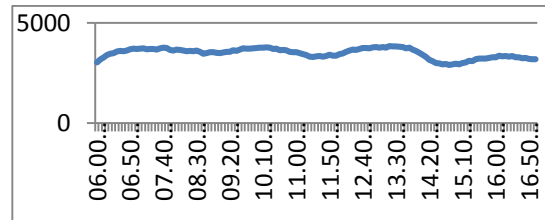
10. Perencanaan koordinasi simpang bersinyal berdasarkan waktu siklus terbaik yang telah didapatkan.

Hasil dan Pembahasan

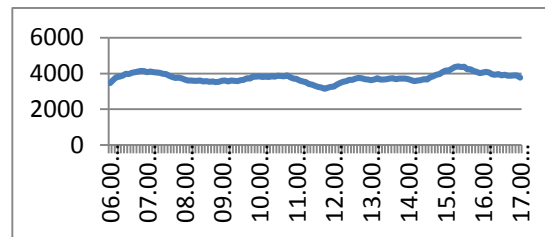
Data Survei

Dari data survei yang di dapat dan di lampirkan pada lampiran, di dapat volume lalu lintas untuk simpang Jalan Panglima Sudirman (Simpang Bersinyal) dan simpang Jalan Patimura (Simpang Tak Bersinyal). Pada simpang Jalan Panglima Sudirman kondisi arus puncak pada hari sabtu didapatkan pukul 13.20-14.20 sebesar 3852,4 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 15.20-16.20 sebesar 4404,6 smp/jam, volume lalu lintas kondisi arus rata-rata pada hari sabtu didapatkan pukul 09.05-10.05 sebesar 3490,8 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 14.35-15.35 sebesar 3778,9 smp/jam, volume lalu lintas kondisi arus rendah pada hari sabtu didapatkan pukul 14.50-15.50 sebesar 2897,4 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 11.45-12.45 sebesar 3133,2 smp/jam. Pada simpang Jalan Patimura kondisi arus puncak pada hari sabtu didapatkan pukul 10.35-11.35 sebesar 4062 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 16.10-17.10 sebesar 4067 smp/jam, volume lalu lintas kondisi arus rata-rata pada hari sabtu didapatkan pukul 06.00-07.00 sebesar 3308 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 11.55-12.55 sebesar 3536 smp/jam, volume lalu lintas kondisi arus rendah pada hari sabtu didapatkan

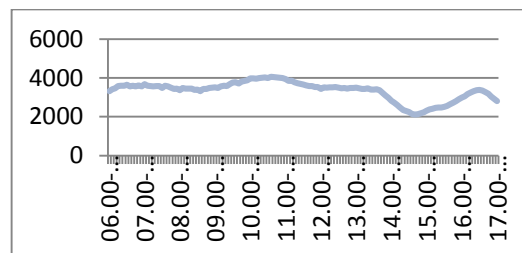
pukul 14.40-15.40 sebesar 2105 smp/jam dan pada hari senin didapatkan pukul 10.05-11.05 sebesar 3178 smp/jam.



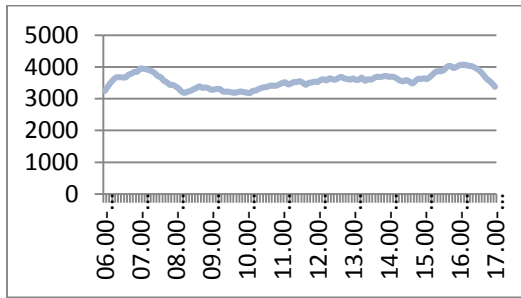
Gambar 4.1. Volume lalu lintas Simpang panglima Sudirman Hari Sabtu



Gambar 4.2. Volume Lalu Lintas Simpang Panglima Sudirman Hari Senin



Gambar 4.3. Volume Lalu Lintas Simpang Patimura Hari Sabtu Simpang Tak Bersinyal

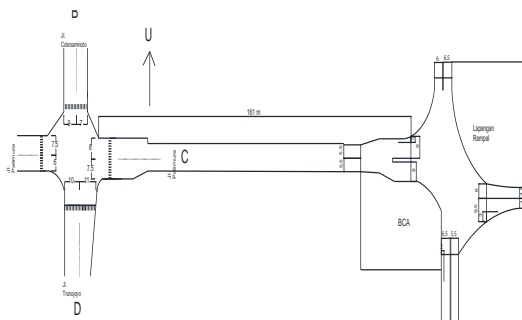


Gambar 4.4. Volume Lalu Lintas Simpang Patimura Hari Senin Simpang Tak Bersinyal

Geometri Jalan.

Tabel 4.1. Data geometri kedua simpang

Simpang	Pendekat	W masuk (m)	W keluar (m)
Panglima Sudirman	U	6,5	5,5
	T	9,5	8
	S	6,5	6
	B	9	6
Patimura	U	7	11
	T	7,5	6
	S	10	9
	B	7,5	8



Hasil Kinerja Simpang Kondisi Eksisting.

1. Simpang Jalan Panglima Sudirman (Simpang Bersinyal).

Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Analisa kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting.

Kondisi Arus Lalu Lintas	Hari	Tundaan Total Rata-Rata	Tingkat Pelayanan
Puncak	Senin	649,29	F
	Sabtu	312,30	F
Rata-Rata	Senin	237,09	F
	Sabtu	193,11	F
Rendah	Senin	96,58	F
	Sabtu	25,15	D

2. Simpang Jalan Patimura (Simpang Tak Bersinyal).

Tabel 4.9. Rekapitulasi Hasil Analisa kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting.

Kondisi Arus Lalu Lintas	Hari	Tundaan Simpang	Tingkat Pelayanan
Puncak	Senin	12.39	C
	Sabtu	14.35	C
Rata-Rata	Senin	11.11	C
	Sabtu	11.25	C
Rendah	Senin	11.26	C
	Sabtu	10.03	C

Hasil Kinerja Simpang Kondisi Koordinasi.

1. Penentuan Data Terburuk.

Dari data yang di peroleh dibutuhkan pembobotan antara hari sabtu dan senin untuk menentukan kondisi terburuk agar mendapatkan waktu siklus optimum baru dari masing-masing simpang. Pembobotan dilakukan dengan cara analisis multi kriteria dengan bobot 0,4 untuk Derajat Kejenuhan (DS), 0,3 untuk panjang antrian (QL), dan 0,3 untuk Tundaan Rata-Rata Simpang untuk simpang bersinyal. Sedangkan untuk simpang tak bersinyal analisis multi multi kriteria memiliki nilai pembobotan 0,3 untuk Tundaan Simpang, 0,4 untuk Derajat Kejenuhan, dan 0,3 untuk Peluang antrian.

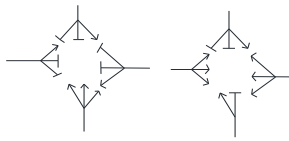
Tabel 4.22. Tabel Hasil Pembobotan Simpang Panglima Sudirman dan Simpang Patimura

Kondisi Arus Lalu Lintas	Hari	Hasil Pembobotan		Rata-Rata
		Simpang Jl. Patimura	Simpang Jl. Panglima Sudirman	
Puncak	Senin	1	2	1.5
	Sabtu	2	1	1.5
Rata-Rata	Senin	1.7	2	1.85
	Sabtu	1.3	1	1.15
Rendah	Senin	2	2	2
	Sabtu	1	1	1

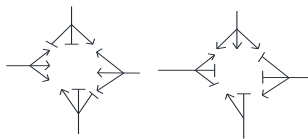
Dari Hasil pembobotan pada simpang Jalan Panglima Sudirman dan simpang Jalan Patimura, Malang akan dipilih data pada hari senin untuk kondisi arus lintas rata-rata dan rendah. Kemudian karena nilai pembobotan untuk kondisi puncak memmiliki nilai yang sama, maka dipilih salah satu yaitu hari senin. Lalu data tersebut akan dipakai untuk mencari waktu siklus baru.

2. Analisa Waktu Siklus Baru.

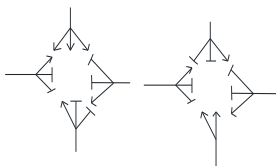
Dari hasil pembobotan yang diperoleh maka dilakukan perhitungan waktu siklus baru dengan data hari senin menggunakan metode MKJI,1997. Setelah itu akan didapatkan 3 waktu siklus, yaitu waktu siklus I, waktu siklus II, dan waktu siklus Rata-rata. Waktu siklus I diperoleh dari waktu siklus simpang Jalan Panglima Sudirman. Waktu siklus II diperoleh dari waktu siklus baru simpang Jalan Patimura. Waktu siklus Rata-rata diperoleh dari nilai rata-rata waktu siklus baru dengan nomer fase yang sama. Fase-Fase pada kondisi koordinasi:



Fase 1.



Fase 2.



Fase 3.

Akan dilakukan enam perencanaan dengan menggunakan 6 waktu siklus yang berbeda untuk kedua simpang. Perencanaan I akan menggunakan waktu siklus I. Perencanaan II akan menggunakan waktu siklus II. Perencanaan III akan menggunakan waktu siklus Rata-rata. Kemudian untuk perencanaan IV, V, dan VI akan menggunakan waktu siklus coba-coba dengan kisaran waktu siklus 90 detik sampai dengan 130 detik.

Setelah dilakukan analisis terhadap simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal, didapatkan waktu siklus baru. Berikut adalah waktu siklus baru yang didapatkan :

Tabel 4.23. Tabel waktu siklus baru Simpang Jl. Panglima Sudirman dan Simpang Jl. Patimura

Perencanaan	Kondisi Arus Lalu-lintas	No. Fase	GT	LTI	Siklus Total
I	Puncak	1	75	12	163
		2	36		
		3	40		
	Rata-rata	1	28	12	78
		2	18		
		3	20		
	Rendah	1	16	12	50
		2	10		
		3	12		
II	Puncak	1	24	12	59
		2	10		
		3	13		
	Rata-rata	1	19	12	54
		2	10		
		3	13		
	Rendah	1	14	12	47
		2	10		
		3	11		
III	Puncak	1	50	12	112
		2	23		
		3	27		
	Rata-rata	1	24	12	67
		2	14		
		3	17		
	Rendah	1	15	12	49
		2	10		
		3	12		

Tabel 4.24. Tabel waktu siklus baru
Simpang Jl. Panglima Sudirman dan
Simpang Jl. Patimura

Perencanaan	Kondisi Arus Lalu-lintas	No. Fase	GT	LTI	Siklus Total
IV	Puncak	1	53	12	120
		2	26		
		3	28		
	Rata-rata	1	45	12	120
		2	30		
		3	33		
	Rendah	1	47	12	120
		2	25		
		3	36		
V	Puncak	1	51	12	115
		2	25		
		3	27		
	Rata-rata	1	43	12	115
		2	28		
		3	32		
	Rendah	1	45	12	115
		2	24		
		3	34		
VI	Puncak	1	48	12	110
		2	24		
		3	26		
	Rata-rata	1	41	12	110
		2	27		
		3	30		
	Rendah	1	43	12	110
		2	23		
		3	33		

Setelah perhitungan pembobotan enam waktu siklus dari kedua simpang telah didapatkan, kemudian nilai pembobotan kedua simpang tersebut

dijumlah dan dihitung nilai rata-ratanya. Berikut ini adalah nilai pembobotan kedua simpang berdasarkan enam perencanaan.

Tabel 4.103. Hasil nilai Pembobotan
kondisi arus lalu lintas puncak

CT	Hasil Pemilihan		Nilai Rata-rata
	Simpang Panglima Sudirman	Simpang Patimura	
163	3.4	3.7	3.55
59	6	3	4.5
112	3.4	3.2	3.3
120	2.3	4.1	3.2
115	2.7	3.6	3.15
110	3.2	3.4	3.3

Tabel 4.104. Hasil nilai Pembobotan
kondisi arus lalu lintas Rata-rata

CT	Hasil Pemilihan		Nilai Rata-rata
	Simpang Panglima Sudirman	Simpang Patimura	
78	3.1	3.4	3.25
54	4.8	3	3.9
67	2.6	3.2	2.9
120	3.7	4	3.85
115	3.5	3.8	3.65
110	3.3	3.6	3.45

Tabel 4.105. Hasil nilai Pembobotan kondisi arus lalu lintas Rendah

CT	Hasil Pemilihan		Nilai Rata-rata
	Simpang Panglima Sudirman	Simpang Patimura	
50	2.5	4.2	3.35
47	3.6	2.6	3.1
49	3.5	2.8	3.15
120	4	4	4
115	3.8	3.8	3.8
110	3.6	3.6	3.6

Berdasarkan hasil pembobotan kinerja kedua simpang di dapat waktu siklus optimum yang di gunakan untuk waktu siklus koordinasi yaitu untuk arus lalu lintas puncak adalah sebesar 115 detik, arus lalu lintas rata-rata sebesar 67 detik, dan arus lalu lintas rendah yaitu sebesar 47 detik. Di pakai waktu siklus 115 detik untuk semua kondisi.

Kinerja Kedua Simpang berdasarkan waktu siklus baru

Berdasarkan perhitungan pada lampiran di dapat kinerja simpang dan tingkat pelayanan dari kedua simpang. Berikut adalah Rekapitulasi kinerja masing-masing simpang pada waktu siklus baru yang dipilih untuk pengkoordinasian simpang.

Tabel 4.106. Hasil Rekapitulasi kinerja kedua simpang berdasarkan waktu siklus baru

Simpang	Tundaan Simpang (det/smp)		
	Puncak	Rata-Rata	Rendah
Kondisi Arus Lalu Lintas			
Jalan Panglima Sudirman	60,04	36,78	31,45
Jalan Patimura	22,04	23,33	25,09

Tabel 4.106. Hasil Rekapitulasi kinerja kedua simpang berdasarkan waktu siklus baru (lanjutan).

Simpang	Tingkat Pelayanan		
	Puncak	Rata-Rata	Rendah
Kondisi Arus Lalu Lintas			
Jalan Panglima Sudirman	E	D	D
Jalan Patimura	C	C	C

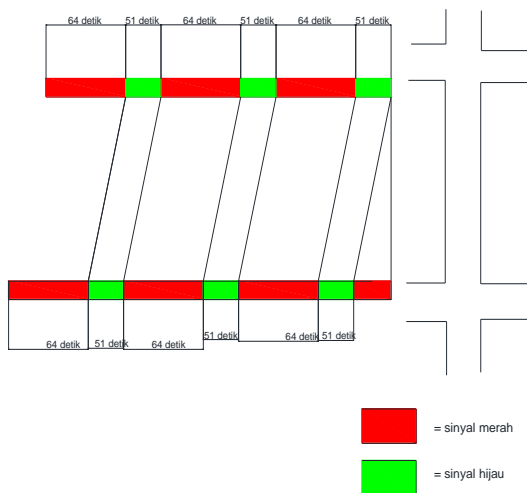
Offset dan Bandwitch siklus koordinasi.

Menurut MKJI,1997 kecepatan yang di tempuh sebesar 10 m/s sehingga di dapat waktu tempuh sebesar :

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{172 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 17,2 \text{ detik}$$

Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi dari kedua simpang



gambar 4.6. diagram koordinasi kedua simpang

5.1. Kesimpulan

Terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari analisa dan perencanaan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Sekaligus untuk menjawab permasalahan di awal, disimpulkan bahwa :

1. Kedua simpang dalam kondisi eksisting memiliki kinerja yang buruk. Hal ini terlihat dari tingkat pelayanan simpang Panglima Sudirman adalah bernilai F untuk kondisi arus lalu lintas puncak, rata-rata, dan rendah pada hari senin serta kondisi arus puncak dan rata-rata pada hari sabtu. Kemudian pada kondisi arus lalu lintas rendah hari sabtu bernilai D. Sedangkan untuk simpang Patimura memiliki kinerja eksisting bernilai C untuk semua kondisi arus lalu lintas pada hari Senin dan Sabtu.
2. Dalam pengkoordinasian simpang bersinyal digunakan waktu siklus koordinasi 115 detik. Setelah dilakukan analisis, didapatkan tingkat pelayanan simpang Panglima Sudirman adalah bernilai E untuk kondisi puncak, sedangkan pada kondisi rata-rata dan rendah adalah bernilai D. Kemudian untuk tingkat pelayanan simpang Patimura bernilai C pada semua kondisi arus lalu lintas.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa kinerja simpang Panglima Sudirman mengalami peningkatan yaitu pada kondisi puncak dari bernilai F menjadi E, pada arus rata-rata dari bernilai F menjadi D, dan pada arus rendah dari bernilai F menjadi D. Sedangkan pada simpang Patimura tingkat pelayan kinerja simpang tidak mengalami perubahan dari kondisi eksisting yaitu tetap bernilai C untuk semua kondisi

DAFTAR PUSTAKA

- Anjarwati, Sulfah. 2014. *Analisis kinerja simpang bersinyal Dukuhwaluh Purwokerto*. Tidak Dipublikasikan. Purwokerto. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Direktorat Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Bina Marga.
- Emal Zain Muzambek Tun Bayasut. 2010. *ANALISA DAN KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG PADA RUAS JALAN DIPONEGORO SURABAYA*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hobbs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Juniardi. 2006. *ANALISIS ARUS LALU LINTAS DI SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Simpang Timoho dan Simpang Tunjung di Kota Yogyakarta)*. Tidak Dipublikasikan. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Keputusan Menteri No.14. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. 2006
- Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat No:AJ 401/1/7.Pedoman

- Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat. Jakarta. 1991.
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2006. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Musvitasari, Evi. 2007. *Analisis Koordinasi Lampu Lalu Lintas pada persimpangan Jl.Jend.A.Yani - Jl.R.Intan, Jl.R.Intan - Jl.R.Panji Suroso, Dan Jl.R.Panji Suroso - Jl.Simp.R.Panji Suroso*. Tidak Dipublikasikan. Malang. Universitas Brawijaya.
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G. 1999. *Teknik Jalan Raya Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Papacostas, C.S and Prevedouros, P.D. 2005. *Transportation Engineering and Planing*. Singapura. Prentice Hall Inc
- Shane, Mc.W.R and Roess, R.P. 1990. *Traffic Engineering*. New Jersey. Printice Hall Inc
- Tamin, O.Z.2000.*Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*.Bandung. Penerbit ITB
- Taylor, Michael. Dan Young, William. 1996. *Understanding Traffic System*.Sydney. Avebury Technical.

