

## KOORDINASI SINYAL DENGAN PENGATURAN NYALA HIJAU DI SIMPANG BERSINYAL

Supiyono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>supiyono@polinema.ac.id

---

### Abstrak

Jalan Pandji Suroso memiliki tiga simpang yang rapat sehingga mengakibatkan pelayanan menurun. Untuk meningkatkan kinerja setiap simpang dilakukan koordinasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang, mengetahui siklus lalu lintas dan kinerjanya.

Data diperoleh melalui survei langsung yang meliputi volume kendaraan, waktu sinyal, kecepatan kendaraan, dan geometrik simpang. Kemudian data diolah mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Kondisi eksisting yang paling jenuh akan menjadi acuan perencanaan waktu siklus baru dengan teori koordinasi. Kemudian kinerja terbaik di setiap persimpangan dikoordinasikan.

Koordinasi menghasilkan waktu siklus baru 94 detik meningkatkan kinerja simpang dengan derajat kejenuhan dari 0,769 menjadi 0,718; tunda 23,9 detik menjadi 21,861; peningkatan tingkat pelayanan D ke C pada simpang pertama; dari D ke C simpang ketiga selisih waktu 82 detik untuk simpang I sampai simpang II dan 50 detik untuk simpang II sampai simpang III; *Bandwidth* 23 detik dari utara-selatan dan 51 detik dari selatan-utara.

**Kata kunci:** koordinasi, simpang bersinyal, *time offset*, *bandwidth*

### Abstract

*Pandji Suroso street has three close intersections resulting in declining service. To improve the performance of each intersection, coordination was made. This research aims to analyze the intersection performance, find out the traffic cycle and the performance.*

*The data were obtained through direct survey comprising the volume of vehicles, signal timing, vehicle speed, and geometric intersection. Then the data were processed referring to Manual Indonesian Road Capacity (MKJI). The most saturated existing condition would be a reference of planning the new cycle time by the theory of coordination. Then the best performance at every intersection was coordinated.*

*The coordination results in 94 seconds new cycle time improving the performance of the intersection with the degree of saturation from 0.769 to 0.718; delay 23.9 seconds to 21.861; increasing level of service D to C at the first intersection; of D to C the third intersection 82 seconds the time offset for intersection I to intersection II and 50 seconds for intersection II to intersection III; 23 seconds bandwidth from the north-south and 51 seconds from south-north.*

**Keywords:** *coordination, signalized intersection, time offset, bandwidth*

---

### Pendahuluan

Kota Malang dengan luas wilayah 252.1 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 1.078.279 jiwa (Data Badan Pusat Statistik Kota Malang Tahun 2015) mengalami perkembangan yang sangat pesat di semua bidang, bila hal ini tidak didukung dengan sistem lalu lintas yang baik, maka dapat menjadikan suatu permasalahan pada sistem lalu lintas. Tingginya volume lalu lintas juga

berpengaruh terhadap tingkat pelayanan yang ada pada suatu persimpangan jalan. Terlebih pada suatu simpang yang memiliki volume lalu lintas yang padat. Apabila hal tersebut tidak diikuti dengan peningkatan atau penambahan prasarana yang mendukung, maka akan timbul permasalahan yang nantinya akan mengganggu sistem lalu lintas seperti kemacetan dan kelancaran bagi pengguna jalan, terutama pada jam – jam puncak lalu lintas

## Koordinasi Sinyal Dengan Pengaturan Nyala Hijau Di Simpang Bersinyal

Jalan Pandji Suroso merupakan salah satu jalan arteri di Kota Malang dengan kesibukan tinggi. Jalan ini melayani akses transportasi dari arah utara yaitu dari Terminal Arjosari. Angkutan umum seperti bus serta kendaraan berat lainnya juga melewati jalan ini, serta terdapat pusat-pusat keramaian seperti Plaza Araya, dan Kantor Imigrasi. Berdasarkan kondisi di atas, kemacetan serta tundaan tidak dapat dihindari, kondisi ini akan berpengaruh terhadap kondisi simpang. Jalan ini terdapat tiga simpang bersinyal yaitu Jl. Pandji Suroso-Jl. LA. Sucipto (simpang I), Simpang Jl. Pandji Suroso-Jl. Plaosan (simpang II), dan Simpang Plaza Araya (simpang III). Jarak antara simpang I ke simpang II yaitu 500 m, jarak simpang II ke simpang III yaitu 400 m. Akibat yang ditimbulkan adalah sering kendaraan yang baru lolos dari simpang I harus berhenti dan menunggu fase hijau lagi pada simpang II dan sebaliknya. Hal yang sama juga terjadi antara simpang II dan simpang III, waktu tundaan dan waktu berhenti yang panjang terutama pada jam puncak tidak dapat dihindari.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, perlu dilakukan analisa terhadap koordinasi ketiga simpang pada ruas Jalan Pandji Suroso tersebut. Penyelesaian yang dapat dilakukan adalah dengan mengkoordinasikan sinyal lampu lalu lintas pada ketiga simpang. Dengan demikian, kelambatan dan antrian panjang pun dapat diminimalisir.

Adapun permasalahan yang dibahas antara lain:

- 1) Bagaimanakah kinerja persimpangan di Jl. Pandji Suroso pada kondisi eksisting?
- 2) Berapa besar waktu siklus lampu lalu lintas sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi?
- 3) Bagaimana kinerja simpang I Jl. Pandji Suroso – Jl. LA. Sucipto, simpang II Jl. Pandji Suroso – Jl. Plaosan, dan simpang III simpang Araya sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi? Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah:
  - 1) Menganalisis kinerja masing-masing simpang sebelum koordinasi (kondisi eksisting)
  - 2) Mengetahui besarnya waktu siklus lampu lalu lintas masing-masing simpang sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi
  - 3) Mengetahui kinerja masing-masing simpang sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi.

### Simpang Bersinyal

#### 1. Waktu antar Hijau dan Waktu Hilang

Waktu antar hijau adalah periode kuning dan merah semua antara dua fase yang berurutan, arti dari keduanya sebagai berikut:

- a. Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia menurut MKJI, 1997 adalah 3,0 detik.
- b. Waktu merah semua pendekatan adalah waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam semua pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal merah menyala berurutan. Fungsi dari waktu merah semua adalah memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat sebelum kedatangan kendaraan pertama dari fase berikutnya.

Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase dengan **Persamaan 1**.

$$LTI = \Sigma (\text{semua merah} + \text{kuning}) \quad (1)$$

Sumber : MKJI, 1997 (Hal. 2-44)

#### 2. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus adalah urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekatan yang sama). Waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang, sedangkan waktu siklus yang lebih besar menyebabkan memanjangnya antrian kendaraan dan bertambahnya tundaan, sehingga akan mengurangi keseluruhan simpang.

- a. Waktu siklus sebelum penyesuaian dengan **Persamaan 2**.

$$Cua = \frac{15 \times LTI + 5}{(1 - \Sigma FR)} \quad (2)$$

Sumber: MKJI, 1997 (Hal: 2-59)

Dimana:

Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = waktu hilang total persiklus

FR = rasio arus penumpang

- b. Waktu hijau (gi) dengan **Persamaan 3**.

$$gi = (Cua - LTI) \quad (3)$$

Sumber: MKJI, 1997 (Hal : 2 – 60)

Dimana:

gi = tampilan waktu hijau pada fase i

Pri = rasio fase FR/ΣFR

- c. Waktu siklus yang disesuaikan (c) dengan **Persamaan 4**.

$$c = \Sigma gi + LTI(\text{detik}) \quad (4)$$

Sumber: MKJI, 1997 (Hal : 2 – 60)

#### 3. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekatan dan antrian dalam jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekatan

(kendaraan, smp). Untuk menghitung jumlah antrian smp ( $NQ_1$ ):

- a. Untuk  $DS > 0.5$  dengan **Persamaan 5**.

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

(5)

Sumber : MKJI, 1997 (hal: 2 –64)

Dengan :  $NQ_1$  = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (smp)

### Koordinasi Sinyal

Para peneliti dari Colorado, Amerika Serikat dengan penelitian *Traffic Signal Coordination Planning Effort*, mengatakan bahwa untuk mengatasi pertumbuhan lalu lintas yang pesat, maka upaya pada peningkatan koordinasi sinyal lalu lintas perlu dilakukan karena merupakan salah satu cara yang paling efektif dan strategi sukses dalam mengatasi masalah kemacetan. Catherine C. McGhee, P.E, 2000, mengatakan bahwa diantara *system control* sinyal lalu lintas, sistem terkoordinasi yang paling banyak diterapkan oleh para insinyur lalu lintas.

Pada umumnya, kendaraan yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan grupnya hingga sinyal berikutnya. Jarak dimana kendaraan akan tetap mempertahankan grupnya adalah sekitar 300 m (McShane dan Roess, 1990). Untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal berdekatan, diperlukan beberapa syarat antara lain.

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

### Metode

#### Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam kasus kali ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survey lapangan. Sedangkan data sekunder didapat dari instansi terkait dan data penelitian lainnya yang berhubungan dengan ruas jalan tersebut.

#### Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam analisa ini yaitu data primer. Setelah kondisi eksisting maka menentukan watu siklus baru, untuk mendapatkan

watu siklus baru, akan dilakukan beberapa perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerja simpang yang didasarkan pada watu siklus yang berbeda-beda. Kinerja terbaik akan dipilih, untuk selanjutnya watu siklus terpilih digunakan dalam mengkoordinasikan simpang. Dalam kasus ini sedikitnya akan dilakukan enam perencanaan, yaitu:

1. Perencanaan waktu siklus Simpang I, kemudian simpang lainnya direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang I, begitu juga untuk simpang yang lainnya.
2. Perencanaan waktu siklus Simpang IV, waktu siklus yang digunakan pada perencanaan ini yaitu waktu siklus rata-rata simpang I-III.
3. Perencanaan waktu siklus V, menggunakan waktu siklus yang ditetapkan oleh MKJI yaitu 130 detik.
4. Dari waktu siklus perencanaan I-V tersebut, kemudian dilakukan pembobotan nilai waktu siklus dengan cara *trial and error* sampai didapatkan waktu siklus terbaik. Waktu siklus terbaik didapatkan dengan 2 metode yaitu pembobotan nilai waktu siklus murni dan pembobotan waktu siklus dengan memperhatikan nilai derajat kejenuhan sesuai yang disarankan MKJI. Kemudian waktu siklus terbaik hasil pembobotan tersebut direncanakan pada ketiga simpang.

Perencanaan terbaik akan dipilih menggunakan metode pembobotan pada tiga jenis kinerja simpang, yaitu Derajat Kejenuhan (DS), Panjang Antrian (QL), dan Tundaan (DT).

### Analisa dan Pembahasan

1. Kinerja Kondisi Eksisting

Kinerja kondisi eksisting dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Kinerja simpang kondisi eksisting

Simpang	Pendekat	DS	QL (m)	DT (det/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	0.943	227	33.88	D
	Selatan	0.938	220	32.71	D
	Berat	0.872	135	39.91	D
	Timur	0.835	142	36.64	D
II	Utara	0.892	200	15.56	C
	Selatan	0.829	160	11.75	B
	Berat	0.568	50	33.74	D
	Timur	0.507	60	30.9	D
III	Utara	1.605	260	40.21	E
	Selatan	1.421	260	40.12	E
	Timur	0.765	44	45.98	E

Sumber: hasil perhitungan

## Koordinasi Sinyal Dengan Pengaturan Nyala Hijau Di Simpang Bersinyal

### 2. Kinerja Simpang Perencanaan I

Kinerja Simpang Perencanaan I dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Kinerja Simpang Perencanaan I

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	94	58	0.812	213	16.53	C
	Selatan	94	58	0.807	210	16.35	C
	Berat	94	35	0.756	113	29.145	D
	Timur	94	35	0.724	127	28.025	D
II	Utara	94	71	0.844	260	11.52	B
	Selatan	94	71	0.785	260	9.25	B
	Berat	94	17	0.562	60	37.323	D
	Timur	94	17	0.501	60	34.553	D
III	Utara	94	30	0.801	256	10.61	B
	Selatan	94	32	0.807	168	13.104	B
	Timur	94	10	0.495	40	34.057	D

Sumber: hasil perhitungan

### 3. Kinerja Simpang Perencanaan II

Kinerja Simpang Perencanaan II dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Kinerja Simpang Perencanaan II

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	83	44	0.952	207	34.149	D
	Selatan	83	44	0.947	203	32.698	D
	Berat	83	30	0.768	98	26.899	D
	Timur	83	30	0.736	127	25.729	D
II	Utara	83	50	1.046	260	119.716	F
	Selatan	83	50	0.973	260	39.231	D
	Berat	83	15	0.569	50	33.743	D
	Timur	83	15	0.507	60	30.895	D
III	Utara	83	50	0.969	252	37.418	D
	Selatan	83	56	0.824	164	13.289	B
	Timur	83	15	0.506	36	30.504	D

Sumber: hasil perhitungan

### 4. Kinerja Simpang Perencanaan III

Kinerja Simpang Perencanaan III dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Kinerja Simpang Perencanaan III

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	82	43	0.954	203	34.452	D
	Selatan	82	43	0.948	200	32.941	D
	Berat	82	30	0.769	98	26.703	D
	Timur	82	30	0.737	127	25.526	D
II	Utara	82	50	1.047	260	121.702	F
	Selatan	82	50	0.974	244	39.742	D
	Berat	82	15	0.57	60	33.424	D
	Timur	82	15	0.507	60	30.567	D
III	Utara	82	50	0.971	256	38.352	D
	Selatan	82	55	0.826	156	13.323	B
	Timur	82	15	0.507	40	30.184	D

Sumber: hasil perhitungan

### 5. Kinerja Simpang Perencanaan IV

Kinerja Simpang Perencanaan IV dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Kinerja Simpang Perencanaan IV

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	86	46	0.948	207	33.412	D
	Selatan	86	46	0.942	203	32.114	D
	Berat	86	31	0.764	105	27.496	D
	Timur	86	31	0.732	127	26.344	D
II	Utara	86	52	1.042	260	114.152	F
	Selatan	86	52	0.969	260	37.91	D
	Berat	86	16	0.567	60	34.708	D
	Timur	86	16	0.505	60	31.886	D
III	Utara	86	52	0.963	252	35.094	D
	Selatan	86	58	0.819	160	13.208	B
	Timur	86	16	0.502	40	31.467	D

Sumber: hasil perhitungan

### 6. Kinerja Simpang Perencanaan V

Kinerja Simpang Perencanaan V dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Kinerja Simpang Perencanaan V

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (cm)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	130	72	0.907	217	33.808	D
	Selatan	130	72	0.902	217	33.198	D
	Berat	130	49	0.732	142	37.102	D
	Timur	130	49	0.701	124	35.993	D
II	Utara	130	82	1.007	260	73.374	F
	Selatan	130	82	0.936	260	33.802	D
	Berat	130	24	0.548	70	49.522	E
	Timur	130	24	0.488	60	46.829	E
III	Utara	130	84	0.908	260	27.609	D
	Selatan	130	93	0.772	176	13.624	B
	Timur	130	26	0.474	56	45.911	E

Sumber: hasil perhitungan

7. Kinerja Simpang Perencanaan VI

Kinerja Simpang Perencanaan VI dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Kinerja Simpang Perencanaan VI

Simpang	Pendekat	c (dtk)	g (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)	Level of Service (Los)
I	Utara	94	60	0.725	130	10.184	B
	Selatan	94	60	0.721	130	10.094	B
	Berat	94	24	0.756	113	29.145	D
	Timur	94	24	0.724	127	28.025	D
II	Utara	94	70	0.745	116	4.23	A
	Selatan	94	70	0.693	92	3.443	A
	Berat	94	14	0.562	60	37.323	E
	Timur	94	14	0.501	60	34.553	E
III	Utara	94	36	0.736	124	6.025	B
	Selatan	94	33	0.745	128	8.455	B
	Timur	94	10	0.495	40	34.057	E

Sumber: hasil perhitungan

8. Perencanaan Terbaik

Pemilihan waktu siklus terbaik dilakukan setelah menghitung kinerja rata-rata masing-masing simpang. Setelah didapatkan rata-rata semua simpang pada setiap perencanaan, maka pemilihan kinerja terbaik dilakukan dengan penilaian khusus, adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penilaian ini adalah:

- Untuk Tingkat Penilaian, akan diurutkan kinerja dari terkecil hingga kinerja terbesar dengan sebuah bilangan real. Kinerja terkecil akan mendapatkan angka atau bilangan kecil, dan berurutan seterusnya.
- Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan tingkat penilaian.
- Hasil penilaian terkecil adalah perencanaan terpilih yang akan digunakan untuk melakukan koordinasi.

Lebih jelasnya, perhitungan penilaian semua perencanaan dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik

Perencanaan	Nilai			Tingkat Penilaian			Hasil Pemilihan
	DS	QL (m)	Delay (dtk/smp)				
I	0.71764	160.636	21.8606	2	5	2	3
II	0.79959	156.132	38.57	5	3	4	4
III	0.80094	154.981	38.8105	6	2	5	4.3
IV	0.79573	157.702	37.981	4	4	3	3.7
V	0.7614	167.344	39.1612	3	6	6	5
VI	0.673	101.818	18.685	1	1	1	1

Sumber: hasil perhitungan

Untuk mengetahui perbandingan *Level of Service* sebelum dan sesudah koordinasi dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Perbandingan *Level of Service* sebelum dan sesudah koordinasi

Simpang	Tingkat Pelayanan Sebelum koordinasi	LOS	Tingkat Pelayanan Setelah Koordinasi	LOS
	Tundaan Rata-Rata (det/smp)		Tundaan Rata-Rata (det/smp)	
I	35.78	D	19.36	C
II	23.82	C	19.88	C
III	36.88	D	16.17	C

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel di atas menunjukkan ada peningkatan tingkat pelayanan simpang, yaitu pada simpang I yang awalnya berada pada tingkat pelayanan D menjadi C, dan simpang III D menjadi C

Koordinasi Antar Simpang

Koordinasi sinyal dilakukan dengan menggunakan waktu siklus dan waktu hijau dari perencanaan dengan kinerja terbaik. Setelah melalui proses pembobotan tiap kinerja pada semua perencanaan, terpilihlah Perencanaan VI karena memiliki kinerja simpang rata-rata yang lebih baik daripada perencanaan lainnya.

Dalam perencanaan ini, kecepatan rencana yang akan digunakan didapatkan dari survey kecepatan di lapangan pada saat kondisi puncak yaitu sebesar 22 km/jam untuk kecepatan dari simpang I ke simpang II dan 29 km/jam dari simpang II ke simpang III. Kecepatan rencana ini dipilih karena pertimbangan bahwa dengan kecepatan lambat maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir

## Koordinasi Sinyal Dengan Pengaturan Nyala Hijau Di Simpang Bersinyal

dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau.

Waktu tempuh dari simpang I ke simpang II

Jarak (S)= 0,5 km

Kec (v) = 22 km/jam

$$\begin{aligned}t &= \text{Jarak (S)} / \text{Kecepatan (v)} \\ &= 0,5 \text{ km} / 22 \text{ km/jam} \\ &= 0,022 \text{ jam} \\ &= 0,227 \times 3600 \\ &= 82 \text{ detik}\end{aligned}$$

Waktu tempuh dari simpang I ke simpang II

Jarak (S)= 0,4 km

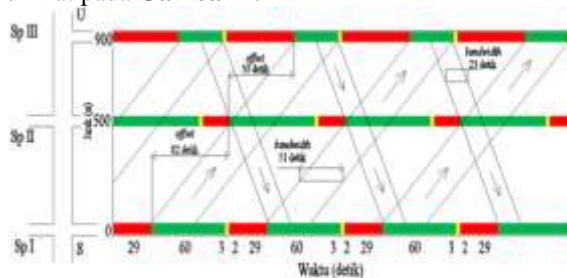
Kec (v) = 29 km/jam

$$\begin{aligned}t &= \text{Jarak (S)} / \text{Kecepatan (v)} \\ &= 0,4 \text{ km} / 29 \text{ km/jam} \\ &= 0,013 \text{ jam} \\ &= 0,013 \times 3600 \\ &= 50 \text{ detik}\end{aligned}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu *offset* untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Setelah lintasan didapat, maka waktu hijau tiap simpangnya menyesuaikan dengan lintasan dengan menggeser secara horizontal.

Besarnya lintasan adalah *bandwidth*, dimana syarat *bandwidth* adalah tidak boleh menyentuh sinyal merah untuk mendapatkan arus yang tidak terputus. Jika dalam diagram, terdapat lintasan yang mengenai sinyal merah, maka dilakukan pergeseran waktu siklus kembali sampai menemukan posisi yang tepat atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat *bandwidth* pun terpenuhi.

Diagram koordinasi sinyal bersimpang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram koordinasi sinyal

### Kesimpulan

Setelah melakukan analisa pada bab sebelumnya terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan untuk menjawab permasalahan yang ada pada bab pertama. Kesimpulan tersebut adalah:

1. Kinerja kondisi eksisting persimpangan di Jl. Pandji Suroso Kota Malang berada pada tingkat layanan D dengan tundaan (DT) 31,738

detik, derajat kejenuhan (DS) 0,769 serta panjang antrian (QL) 137,912 meter.

2. Waktu siklus sebelum dilakukan koordinasi pada simpang I 94 detik, simpang II 83 detik, dan simpang III 82 detik. Setelah dilakukan koordinasi waktu siklus untuk semua simpang 94 detik.
3. Kinerja persimpangan di Jl. Pandji Suroso setelah dilakukan koordinasi menjadi lebih baik dengan tingkat pelayanan menjadi C, tundaan (DT) 18,685 detik, derajat kejenuhan (DS) 0,673, dan panjang antrian (QL) 101,818 meter.

### Daftar Rujukan

- Departement Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2015
- 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*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.