

---

## Koordinasi Sistem Buka Tutup Dengan Sinyal Pada Proyek Peningkatan Jalan Parakan –Patean/Batas Kabupaten Kendal

Riski Nabsiah<sup>1\*</sup>, Prima J Romadhona<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia<sup>1</sup>

Koresponden\*, Email: [kikinabs@gmail.com](mailto:kikinabs@gmail.com)

---

### Info Artikel

Diajukan  
Diperbaiki  
Disetujui

### Abstract

*The existence of a road improvement project often creates many problems for vehicles traveling across the project area. In this study, the problem arose from the Parakan- Patean / Kendal Road Improvement Project is the congestion at each stop which was applied open - close system by the field officer due to the improvement of quality from the flexible pavement to the rigid pavement . It was because the width of the road that can not accommodatd the flow of traffic from both directions simultaneously. For that we need research to coordinate the timing on the open -close system at the point of stops. This study aim to secermine the delay and the length of the queue that occurred when the open-close system by the field workers and after the calculation of cycle time with coordination system . From the improvement planning done the best solution is alternatif 2, because it can increase average delay equal to 12,52% and queue length equal to 37,85%.*

*Keywords: offset, bandwidth, open-close system*

### Abstrak

Keberadaan proyek peningkatan kualitas badan jalan sering kali menimbulkan permasalahan bagi kendaraan yang melintasi kawasan proyek tersebut. Pada penelitian ini masalah yang timbul pada Proyek Peningkatan Jalan Parakan - Patean/Batas Kabupaten Kendal adalah kemacetan pada tiap hentian yang diberlakukan sistem buka tutup jalan oleh petugas lapangan akibat peningkatan kualitas dari perkerasan lentur menjadi perkerasan kaku. Hal tersebut dikarenakan lebar jalan yang tidak dapat menampung arus lalu lintas dari dua arah secara bersamaan. Untuk itu diperlukan penelitian untuk mengkoordinasikan pewaktuan pada sistem buka tutup pada titik hentian. Selanjutnya dapat diketahui tundaan dan panjang antrian yang terjadi ketika dilakukan sistem buka tutup oleh pekerja lapangan dan setelah dilakukan perhitungan waktu siklus dengan sistem koordinasi dua lengan. Dari perencanaan perbaikan yang dilakukan solusi yang terbaik yaitu alternatif 2, karena dapat meningkatkan tundaan rerata sebesar 12,52% dan panjang antrian sebesar 37,85%.

Kata kunci: offset, bandwidth, koordinasi buka tutup jalan, tundaam, panjang antrian

---

## 1. Pendahuluan

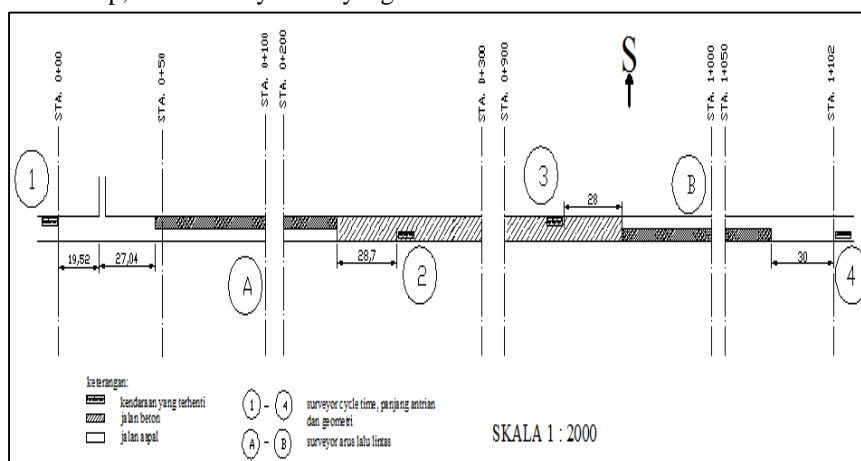
Pelaksanaan proyek peningkatan kualitas badan jalan sering kali menimbulkan kemacetan. Kemacetan yang terjadi haruslah menjadi perhatian bagi pelaksana proyek agar jika pelaksanaan menggunakan alat berat keselamatan pengendara yang melintas tetap terjamin serta mengurangi gangguan saat pengerjaannya. Penelitian ini difokuskan pada proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean/Batas Kabupaten Kendal. Kemacetan yang terjadi pada proyek tersebut berkaitan dengan metode perbaikan yaitu dengan mengganti perkerasan aspal menjadi perkerasan *rigid*. Sehingga menimbulkan perbedaan elevasi antara aspal dengan beton.

Dari metode tersebut, hanya ada satu lajur yang dapat dilalui oleh kendaraan. Akibatnya volume lalu lintas menjadi padat di jalan tersebut dan lebar lajur tidak dapat menampung lalu lintas dari dua arah. Untuk itu harus di lapangan dilakukan sistem buka tutup oleh pekerja lapangan. Pada Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean/Batas Kabupaten Kendal terdapat empat titik yang dilakukan system buka tutup, namun system yang

dilakukan di lapangan belum begitu efektif karena waktu tunggu yang ada masih sangat lama dan menyebabkan antrian panjang dan tundaan yang besar.

## 2. Metode

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah survei pendahuluan untuk menentukan waktu, menentukan jumlah alat dan surveyor serta untuk mengetahui kondisi lingkungan lokasi penelitian. Selanjutnya, dilakukan survei volume lalu lintas pada jam puncak dengan menempatkan 2 orang surveyor. 1 orang menghitung pergerakan kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC) yang menuju lengan dari arah Timur begitu sebaliknya untuk 1 orang surveyor menghitung pergerakan kendaraan dari arah Barat. Kemudian pada keempat hentian masing-masing ditempatkan 1 orang surveyor. Surveyor menghitung lama *cycle time*, panjang antrian, tundaan dan lebar geometri lengan pada masing-masing titik hentian kendaraan pada sistem buka tutup. Penempatan surveyor dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Posisi Surveyor

Data yang diperoleh dari hasil survei lapangan dianalisis berdasarkan Dirjen Bina Marga (1997) untuk mengetahui kinerja pada lengan jalan yang dilakukan sistem buka tutup pada proyek yang diteliti[1]. Hasil dari analisis kinerja sistem buka tutup tersebut akan menghasilkan nilai kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, panjang antrian dan waktu siklus. Dari hasil analisis dengan teori Dirjen Bina Marga (1997) maka dilanjutkan dengan perencanaan koordinasi antar lengan pada sistem buka tutup. Untuk perhitungan koordinasi antar lengan dibutuhkan analisis untuk mendapatkan nilai *offset* dan *bandwith*.

## 3. Koordinasi Simpang Bersinyal

Penelitian oleh Syahabudin dkk. (2015) bertujuan untuk mengetahui situasi dan kondisi lalu lintas tanpa sinyal pada persimpangan sebelum dilakukan perencanaan, mengetahui besarnya volume lalu lintas untuk setiap arah dari semua pendekatan, dan merencanakan pengaturan fase sinyal yang sesuai kondisi geometri arus lalu lintas dan lingkungan persimpangan. Kesimpulan dari penelitian adalah mengatasi masalah pada simpang maka dilakukan pelebaran jalan pada pendekatan Tumining dari 9 m diubah menjadi 10,5 m dan untuk pendekatan Wonasa diubah lebar lajunya dari 3,35 m menjadi 3,5. Serta pengaturan fase sinyal sama seperti sebelumnya hanya ditambah untuk arah

Tuminting Wonasa waktu hijau terjadi pada fase 2 dan 3. Di dapat waktu siklus selama 63 detik, waktu hijau fase 1 (13 detik), fase 2 (21 detik), fase 3 (18 detik). Untuk nilai DS menjadi 0,80 [2].

Penelitian oleh Zega dan Surbakti (2015) bertujuan untuk menganalisis simpang dengan MKJI 1997, mendapatkan waktu siklus baru, mendapatkan koordinasi yang tepat untuk dapat mengurangi waktu tundaan dan panjang antrian. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu dari perencanaan waktu siklus berkinerja terbaik sebesar 112 detik. Koordinasi sinyal menggunakan waktu *offset* yang telah didapat dari kecepatan rencana, kecepatan rencana yang dipakai adalah 32 km/jam. *Bandwidth* untuk arus Utara-Selatan adalah 25 detik, sedangkan arus Selatan-Utara sebesar 40 detik. Kinerja simpang rata-rata pada arus utama berupa 0,718 untuk DS, 137,143 meter untuk QL, dan delay sebesar 27,313 detik [3].

Penelitian oleh Anggriani dkk. (2015), bertujuan untuk mengkoordinasikan sinyal lampu lalu lintas pada tiga simpang, sehingga keterlambatan dan antrian panjang dapat berkurang. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu waktu siklus setelah koordinasi simpang adalah 109 detik untuk ketiga simpang pada pagi dan sore hari. Hasil perhitungan kinerja simpang koordinasi adalah nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan rata-rata sebesar 16,47% pada pengamatan pagi dan 16,96% pada pengamatan sore hari. Panjang antrian mengalami penurunan rata-rata 29,44% pada pengamatan pagi dan 31,32% pada pengamatan sore hari. Jumlah tundaan mengalami penurunan rata-rata sebesar 45,59% pada pagi hari dan 50,18% pada pengamatan sore hari. Kecepatan *green wave* rencana saat melewati simpang RE Martadinata sampai Agus Salim adalah 30 km/jam dan 20 km/jam pada simpang Agus Salim sampai dengan Untung Suropati untuk lalu lintas pagi dan sore hari [4].

Penelitian oleh Utomo dkk. (2016) bertujuan untuk menampilkan 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 berdasarkan MKJI (Bina Marga 1997) dan dengan *software VISSIM*. Hasil dari penelitian ini didapat periode jam puncak pada hari Sabtu jam 16.30 – 17.30 WIB dan jam lengang pada hari Minggu jam 06.00 – 07.00 WIB. Pada 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 sebesar 49,47 km/jam. 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 sebesar 30,78 km/jam. Pada alternatif 2 periode jam lengang 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 rata-rata sebesar 57,60 km/jam. Nilai waktu tempuh dari lengan Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 30,77 detik, kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 51,01 km/jam [5].

#### 4. Buka Tutup Jalan

Penelitian oleh Putra dkk. (2017) bertujuan untuk identifikasi masalah bagaimana kemacetan pada Gerbang Tol Brebes Timur saat mudik dapat terjadi. Selain itu, diperlukannya analisis mengenai simulasi sistem buka tutup pada Ruas Tol Kanci – Brebes Timur agar dapat mengatasi kemacetan yang terjadi pada gerbang tol yang ada saat arus mudik. Pada penelitian ini harus dilakukan perhitungan jam puncak pada data lalu lintas yang telah didapat. Dari data tersebut, dilakukan perhitungan kapasitas tiap gerbang dan didapatkan nilai derajat kejenuhan. Dalam penelitian ini, upaya yang dilakukan untuk mengurangi kemacetan adalah simulasi penambahan gardu pada tiap gerbang tol. Pada Gerbang Tol Brebes Timur awalnya nilai derajat kejenuhannya adalah 1,0767 dengan penambahan gardu akan menjadi 0,9957, pada Gerbang Tol Brebes Barat yang nilai awal derajat kejenuhannya adalah 0,8133 menjadi 0,65. Pada Gerbang Tol Pejagan yang nilai awal derajat kejenuhannya adalah 0,9677 menjadi 0,829. Hasil simulasi untuk mencapai panjang antrian sebesar 4 km adalah pada Zona 1 (GT Brebes Timur) didapatkan waktu penutupan jalur pada 54,194 menit setelah simulasi dimulai, pembukaan gerbang kembali dilakukan pada  $\pm 52,5$  menit setelah jalur ke pintu tol Brebes Timur ditutup. Pada Zona 2 (GT Brebes Barat) didapatkan waktu penutupan jalur pada 43,82 menit setelah jalur ke Gerbang Tol Brebes Timur ditutup, pembukaan gerbang kembali dilakukan pada  $\pm 1$  jam 45 menit setelah jalur ke pintu Tol Brebes Barat ditutup. Pada Zona 3 (GT Pejagan) didapatkan waktu penutupan jalur pada 19,83 menit setelah jalur ke Gerbang Tol Brebes Barat ditutup, pembukaan gerbang kembali dilakukan pada  $\pm 1$  jam 10 menit setelah jalur ke pintu tol Pejagan ditutup [6].

Penelitian oleh Marthina dkk. (2015) bertujuan untuk menganalisis karakteristik lalu lintas, mencari hubungan antara volume kedatangan – panjang antrian – panjang

work zone dan mengkaji sistem pengaturan lalu lintas pada work zone. Analisis yang dilakukan adalah analisis pada kondisi existing serta sistem pengaturan lalu lintas dengan panjang 1.105 kmyang menggunakan metode pendekatan simpang bersinyal 2 fase pada MKJI 1997. Analisis ini juga disimulasikan pada panjang work zone yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan analisis pada kondisi existing dengan data hasil pengamatan tiap siklus tidak dapat dilanjutkan, sehingga analisis hanya menggunakan data klasifikasi. Sistem pengaturan lalu lintas dapat meminimalisir panjang antrian dan derajat kejenuhan. Dari hasil simulasi panjang work zone yang berbeda didapatkan nilai DS dan antrian minimum terjadi pada panjang 0.2 km.

Hasil lain yang diperoleh adalah semakin besar arus kedatangan semakin panjang antrian kendaraannya, tetapi tingkat kenaikan antrian pada kondisi existing lebih besar dibandingkan dengan hasil analisis sistem pengaturan lalu lintas [7].

## 5. Hasil dan Pembahasan

Dari data lapangan yang diperoleh dan kemudian dilakukan perhitungan berdasarkan Dirjen Bina Marga (1997), maka hasil perhitungan untuk kondisi eksisting dapat dilihat pada tabel berikut.

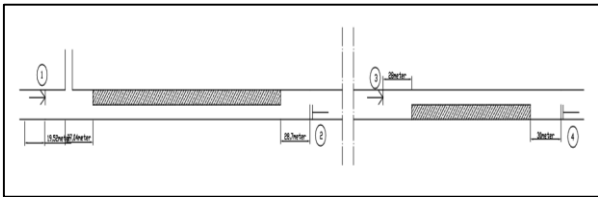
**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Siklus ke-	C	DS	QL	DT
		smp/detik		meter	det/smp
1	1	1310,941	1,115	400,000	362,916
	2	1309,237	1,117	400,000	411,910
	3	1557,541	0,939	400,000	126,059
	4	1304,852	1,121	400,000	372,106
	5	1501,943	0,974	400,000	169,247
	6	1531,448	0,955	400,000	134,341
2	1	1126,949	0,316	262,629	89,713
	2	1128,653	0,315	346,286	118,519
	3	880,349	0,404	400,000	163,437
	4	1133,038	0,314	260,000	88,043
	5	935,947	0,380	400,000	171,307
	6	906,442	0,392	385,486	154,080
	7	2437,890	0,146		
3	1	1139,289	1,283	400,000	625,267
	2	952,134	1,536	400,000	1083,613
	3	1147,729	1,274	400,000	607,094
	4	838,292	1,744	400,000	1555,453
	5	707,627	2,066	400,000	2231,595
	6	1131,120	1,293	400,000	693,743
	7	1248,845	1,171	400,000	451,342
	8	1270,335	1,151	400,000	397,663
	9	946,518	1,545	400,000	1200,224
	10	1507,837	0,970	400,000	113,792
	11	2514,876	0,581	2,286	0,278
	12	2514,876	0,581	2,286	0,278
4	1	1375,587	0,259	131,771	35,615
	2	1562,742	0,228	94,743	20,284

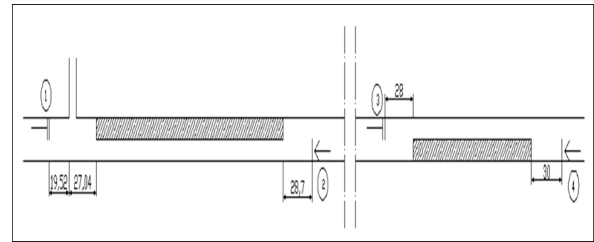
	3	1367,147	0,260	133,143	36,144
	4	1676,584	0,212	126,514	25,429
	5	1807,249	0,197	137,029	22,776
	6	1383,756	0,257	186,629	51,598
	7	1266,031	0,281	206,171	63,042
	8	1244,541	0,286	186,629	57,949
	9	1568,358	0,227	164,514	37,698
	10	1007,039	0,353	261,371	96,715

Sumber: Hasil data lapangan

Dengan hasil analisis eksisting, maka dilakukan perbaikan yaitu dengan dua alternatif. Semua alternatif yang direncanakan memiliki dua fase. Fase yang pertama yaitu pendekatan 1 dan pendekatan 3. Fase yang kedua yaitu pendekatan 2 dan pendekatan 4. Berikut disajikan gambar untuk menggambarkan kedua fase yaitu pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Diagram Fase 1



Gambar 3. Diagram Fase 2

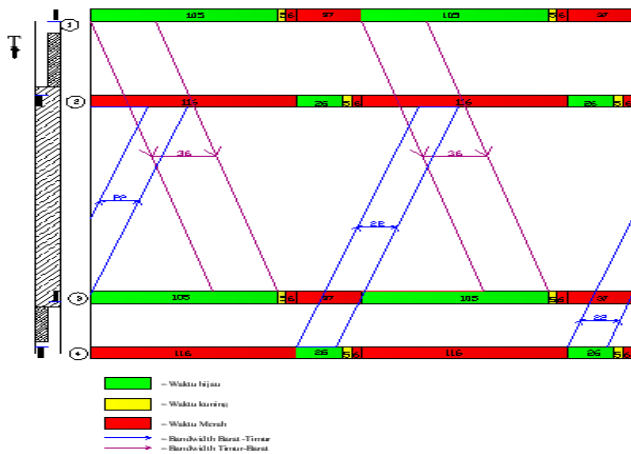
Dari kondisi lapangan dengan waktu buka tutup jalan yang beragam tersebut, maka direncanakan waktu siklus tetap pada alternatif 1 dan alternatif 2 untuk meningkatkan performansi sistem buka tutup jalan pada Proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean/Batas Kabupaten Kendal. Rekapitulasi perencanaan waktu siklus dan waktu hijau pada kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2 diperlihatkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Siklus Eksisting Dan Perencanaan Perbaikan

Parameter Kinerja	Kondisi Eksisting				Alternatif 1				Alternatif 2			
	Kode Pendekat				Kode Pendekat				Kode Pendekat			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Waktu hijau, <i>g</i> (detik)	281	244	92	151	105	26	105	26	105	26	100	39
Waktu hilang, <i>LTI</i> (detik)	0	0	0	0	22		22		22		14	
Waktu merah (detik)	244	281	151	92	37	116	37	116	37	116	46	107
Waktu siklus, <i>c</i> (detik)	525	525	243	243	153	153	153	153	153	153	153	153

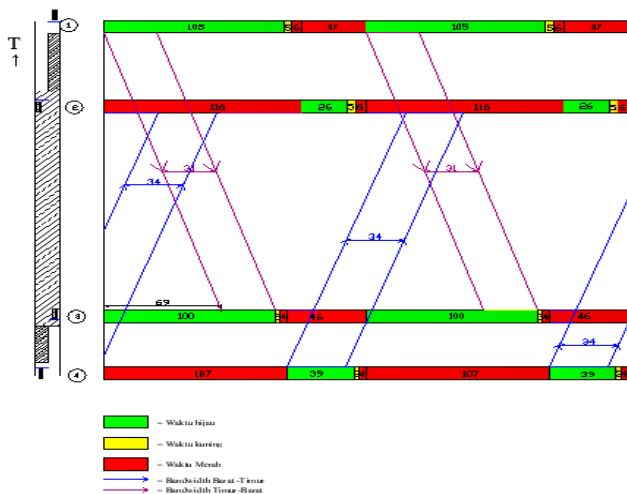
Sumber: Hasil analisis

Pada alternatif 1, dengan menggunakan kecepatan 35 km/jam untuk menempuh jarak dari pendekat 2 ke pendekat 3, maka *offset* yang diperoleh yaitu 69 detik dan *bandwidth* 36 detik untuk arah Timur ke Barat, sedangkan *bandwidth* dari Barat ke Timur 22 detik. Hasil koordinasi dari alternatif 1 dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Diagram Perjalanan Koordinasi Sistem Buka Tutup Jalan Alternatif 1

Pada alternatif 2 *offset* yang diperoleh sama dengan alternatif 1 yaitu 69 detik dan *bandwidth* 31 detik untuk arah Timur ke Barat, sedangkan *bandwidth* dari Barat ke Timur 34 detik.

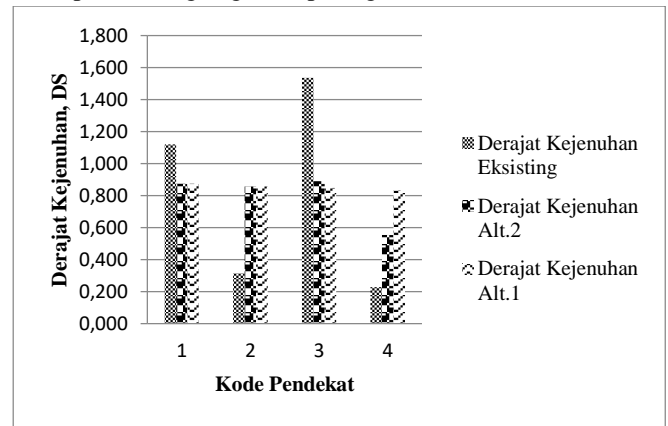


**Gambar 5.** Diagram Perjalanan Koordinasi Sistem Buka Tutup Jalan Alternatif 2

Jika pada alternatif 1 dan alternatif 2 dilakukan trial kecepatan antara 30 km/jam hingga 10 km/jam untuk menempuh jarak antara pendekat 2 ke pendekat 3, maka pada saat kecepatan 15 km/jam *bandwidth* optimum akan diperoleh.

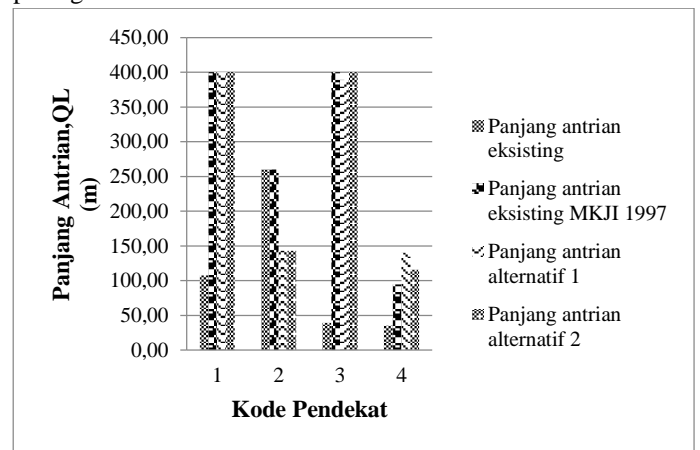
Dari hasil nilai DS, maka dapat dikatakan pada perencanaan perbaikan dengan alternatif 1 dan alternatif 2, pendekat 1 dan pendekat 3 mengalami peningkatan pelayanan kapasitas jalan dibandingkan pada kondisi eksisting. Sedangkan pada pendekat 2 dan pendekat 4 nilai DS setelah perbaikan mengalami penurunan. Untuk memperlihatkan perbedaan DS pada kondisi eksisting dan

setelah perbaikan, penyajian hasil derajat kejenuhan ditampilkan dengan grafik pada gambar 6 berikut.



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan Derajat Kejenuhan

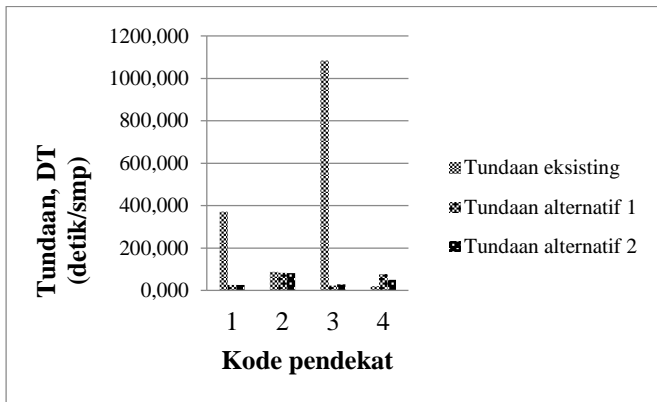
Setelah dilakukan analisis diketahui bahwa panjang antrian yang diperoleh langsung di lapangan tidak lebih besar dari panjang antrian eksisting yang dihitung dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Perbandingan hasil panjang antrian kondisi eksisting lapangan dengan rencana perbaikan diperoleh hasil bahwa pada pendekat 1, pendekat 3 dan pendekat 4 panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 lebih besar dibanding dengan kondisi eksistingnya. Sedangkan pada pendekat 2 panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 lebih kecil dari panjang antrian di lapangan. Perbedaan panjang antrian pada kondisi eksisting dengan perencanaan perbaikan ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 7 berikut.



**Gambar 7.** Grafik Perbandingan Panjang Antrian Pada Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Perbaikan

Tundaan eksisting pada pendekat 1, pendekat 2 dan pendekat 3 setelah dilakukan perbaikan dengan alternatif 1 maupun alternatif 2 memperoleh hasil tundaan yang lebih kecil. Kondisi tersebut menunjukkan pada ketiga pendekat tersebut mengalami peningkatan pelayanan jalan menjadi

lebih baik. Pada pendekat 4 hasil tundaan setelah dilakukan perbaikan dengan kedua alternatif hasilnya lebih besar dari kondisi eksistingnya. Sehingga tingkat pelayanan pada pendekat 4 mengalami penurunan. Penyajian hasil tundaan pada kondisi eksisting dengan perencanaan perbaikan ditampilkan pada grafik di gambar 8 berikut.



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Tundaan Pada Kondisi Eksisting Dan Perencanaan Perbaikan

## 6. Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan maka kesimpulannya adalah hasil kinerja di lapangan berbeda-beda pada tiap siklus di masing-masing pendekat. Kinerja yang digunakan berupa hasil pendekatan dari waktu siklus. Derajat kejenuhan (DS) pendekat 1 yakni 1,121, derajat kejenuhan pendekat 2 (dua) 0,314, derajat kejenuhan pada pendekat 3 (tiga) sebesar 1,536 dan pada pendekat 4 (empat) derajat kejenuhannya 0,228. Panjang antrian (QL) pendekat 1 107,50 meter, pendekat 2 260 meter, pendekat 3 39 meter dan pendekat 4 34,90 (meter). Tundaan (DT) pendekat 1 yakni 372,106 detik/smp, pendekat 2 88,043 detik/smp, pendekat 3 1.083,613

detik/smp dan pendekat 4 20,284 detik/smp. Dari perencanaan perbaikan yang dilakukan solusi yang terbaik yaitu alternatif 2, karena dapat meningkatkan tundaan rerata sebesar 12,52% dan panjang antrian sebesar 37,85%.

## Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Penerbit Bina Marga. Jakarta
- [2] Syahabudin, F.I., Sendow, T.K., dan Rumayar, A.L. 2015. Perencanaan Lampu Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Sultan Hasanudin Dan Jalan Ari Lasut Menggunakan Metode MKJI. *Jurnal Sipil Statik*. Vol.3 No.10:65-695. Manado.
- [3] Zega dan Surbakti, M.S. 2013. Analisa Koordinasi Sinyal Antar Simpang. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [4] Anggriani, A., Sumarsono, A., dan Legowo, S.J. 2015. Analisis Simpang Koordinasi Di Sepanjang Jalan Kapten Mulyadi. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 323-330. Surakarta.
- [5] Utomo, R.B., Yunaliyahya, R.W., dan Fauziah, M. 2016. Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang Dan Koordinasi Antar Simpang. *Jurnal Teknisia*. Vol.XXI No.1:163-172. Yogyakarta
- [6] Putra, Y., dkk. 2017. Simulasi Sistem Buka Tutuptol Kanci – Brebes Timur Saat Arus Mudik 2016. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol.6 No.1:23-32. Semarang.
- [7] Marthina, Ericha dkk. 2015. Kajian Panjang Work Zone Dan Sistem Pengaturan Lalu Lintas Pada Proyek Perbaikan Jalan Semarang-Godong. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 263-273. Semarang.