

KOORDINASI SIMPANG TUGU ADIPURA, SIMPANG JAENI DAN SIMPANG GROJOGAN PASAR DI RUAS JALAN RA. KARTINI KABUPATEN REMBANG

Joko Sulistyono ¹⁾, Febri Nur Prasetyo, S.ST (TD)., M.Sc.²⁾, Ataline Muliasari, ST., MT.³⁾

¹Taruna Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, Jl. Raya Setu No. 89, Bekasi, 17520

Email : jokosu25.js@gmail.com

^{2,3}Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, Jl. Raya Setu No. 89, Bekasi, 17520

Abstract

One of the problems with intersections in Rembang Regency is the R.A Kartini road section with the 4/2 TT road type and has National Road status. These intersections are the Tugu Adipura intersection, Jaeni intersection and Grojogan Pasar intersection. This problem can be seen from each intersection that has poor performance, the Tugu Adipura intersection has a degree of saturation of 0.82, a queue length of 92.81 meters and a delay of 44.65 sec/pcu; Jaeni intersection has a degree of saturation of 0.71, a queue length of 40.92 meters and a delay of 42.37 sec/pcu; and Simpang Grojogan Pasar has a saturation degree of 0.81, a queue length of 42.19 meters and a delay of 47.49 sec/pcu. Apart from the performance of each intersection, the distance between intersections is also short, namely 245 meters between the Tugu Adipura intersection and Jaeni intersection and 290 meters between Jaeni intersection and Grojogan Pasar intersection as well as different cycle times for each intersection. Therefore, arrangements are needed at these three intersections so that intersection performance can increase by intersection coordination. The analytical method used in this research is guided by PKJI 2023, while further analysis consists of coordinating and optimizing intersection signal settings using the Transyt 16 application as a model in an effort to optimize intersections to find optimal coordination cycle timing with the aim of producing better traffic performance at intersections. . The analysis was carried out with 3 scenarios for setting phases during the busiest hours. The analysis that has been carried out is then compared between the existing conditions and the intersection coordination for each scenario so that the best condition scenario is selected.

Keywords: Degree of Saturation, Queue Length, Delay, Coordination of Signalized Intersections

Abstrak

Permasalahan simpang di Kabupaten Rembang salah satunya terletak pada ruas jalan R.A Kartini dengan tipe jalan 4/2 TT dan berstatus jalan Nasional. Simpang tersebut adalah Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar. Permasalahan ini dapat dilihat dari masing-masing simpang yang memiliki kinerja buruk, Simpang Tugu Adipura memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,82, panjang antrian 92,81 meter dan tundaan 44,65 det/smp; Simpang Jaeni memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,71, panjang antrian 40,92 meter dan tundaan 42,37 det/smp; dan Simpang Grojogan Pasar memiliki derajat kejenuhan 0,81, panjang antrian 42,19 meter dan tundaan 47,49 det/smp. Selain dari kinerja masing-masing simpang, jarak antar simpang yang juga pendek yaitu 245 meter jarak antara Simpang Tugu Adipura dengan Simpang Jaeni dan 290 meter jarak antara Simpang Jaeni dengan Simpang Grojogan Pasar serta pengaturan waktu siklus yang berbeda dari masing masing simpang. Maka dari itu, dibutuhkan pengaturan pada ketiga simpang tersebut agar kinerja simpang dapat meningkat dengan cara koordinasi simpang. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini berpedoman pada PKJI 2023, sedangkan analisis lanjutan berupa koordinasi dan pengoptimalan pengaturan sinyal persimpangan menggunakan aplikasi *Transyt 16* sebagai model dalam upaya optimalisasi simpang untuk menemukan pengaturan waktu siklus koordinasi yang optimal dengan tujuan menghasilkan kinerja lalu lintas dipersimpangan yang lebih baik. Analisis dilakukan dengan 3 Skenario pengaturan fase dalam jam tersibuk . Analisis yang telah dilakukan kemudian dibandingkan antara kondisi eksisting dengan koordinasi simpang masing-masing skenario sehingga dipilih skenario kondisi terbaik.

Kata Kunci: Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan, Koordinasi Simpang Bersinyal

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Rembang merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah sebesar 1.036,70 km² serta jumlah penduduk sebanyak 650.770 jiwa. Kabupaten Rembang sendiri berbatasan dengan Kabupaten Tuban di sebelah timur, Kabupaten Blora di sebelah selatan, Kabupaten Pati di sebelah barat dan Laut Jawa di sebelah utara. Karena Kabupaten Rembang dilalui oleh jalur pantura sehingga menjadikannya jalur lintas antar Kabupaten dan Provinsi yang dilalui oleh banyak kendaraan besar maupun pribadi. Ditambah dengan padatnya aktivitas dan mobilitas masyarakat dapat mempengaruhi arus lalu lintas terutama di Jalan Nasional. Padatnya arus lalu lintas yang terjadi dapat memicu sebuah konflik terutama pada persimpangan jalan.

Permasalahan simpang di Kabupaten Rembang salah satunya terletak pada ruas jalan R.A Kartini dengan tipe jalan 4/2 TT dan berstatus jalan Nasional. Simpang tersebut adalah Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar. Permasalahan ini dapat dilihat dari masing-masing simpang yang memiliki kinerja buruk, Simpang Tugu Adipura memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,82, panjang antrian 92,81 meter dan tundaan 44,65 det/smp dengan LoS E; Simpang Jaeni memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,71, panjang antrian 40,92 meter dan tundaan 42,37 det/smp dengan LoS E; dan Simpang Grojogan Pasar memiliki derajat kejenuhan 0,81, panjang antrian 42,19 meter dan tundaan 47,49 det/smp dengan LoS E (TIM PKL KABUPATEN REMBANG 2024). Selain dari kinerja masing-masing simpang, jarak antar simpang yang juga pendek yaitu 245 meter jarak antara Simpang Tugu Adipura dengan Simpang Jaeni dan 290 meter jarak antara Simpang Jaeni dengan Simpang Grojogan Pasar serta pengaturan waktu siklus yang berbeda dari masing masing simpang (TIM PKL KABUPATEN REMBANG 2024). Sehingga kendaraan yang melaju dari simpang satu ke simpang berikutnya tertunda karena terdapat lampu nyala merah dengan pengendalian APILL.

Dari Permasalahan diatas menunjukkan bahwa kinerja masing-masing simpang yang buruk dengan jarak antar simpang yang dekat serta belum terkoordinasinya masing-masing simpang. Sehingga menyebabkan kendaraan yang keluar dari simpang yang bersinyal akan tetap mempertahankan gerombolan (*platoon*) hingga sinyal berikutnya (McShane & Roess, 1990). Hal ini dapat berpengaruh pada kecepatan ruas jalan RA. Kartini yang menjadi rendah karena terjadi antrian kendaraan yang panjang dan tundaan yang lama sehingga menjadi hambatan yang mengakibatkan kemacetan lalu lintas pada ruas jalan tersebut.

Berdasarkan Permasalahan yang ada maka lalu lintas di simpang tersebut perlu diatur sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh kinerja simpang yang lebih baik sesuai dengan yang diharapkan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mewujudkan kelancaran arus lalu lintas yaitu dengan meningkatkan kinerja dinamis pada Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar dengan cara menerapkan sistem koordinasi pada simpang tersebut untuk mengurangi besarnya tundaan dan antrian. Koordinasi simpang merupakan penyelarasan dua atau lebih simpang yang berdekatan dengan jarak maksimal 800 meter sehingga setiap simpang dapat terhubung dan membentuk *greenwave* atau gelombang hijau yang dapat membuat sistem arus berkelanjutan pada persimpangan tersebut.

Tujuan

1. Mengidentifikasi kinerja lalu lintas Simpang Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar pada kondisi eksisting;
2. Mengetahui kinerja lalu lintas pada Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar setelah dilakukan koordinasi antar simpang menggunakan aplikasi *Transyt 16*; dan
3. Mengetahui perbandingan kinerja ketiga simpang tersebut sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi.

KAJIAN PUSTAKA

Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menyebutkan bahwa “Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas Lalu Lintas, Angkutan Jalan, Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Prasarana Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Kendaraan, Pengemudi, Pengguna Jalan, serta pengelolaannya”.

Manajemem Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Pasal 1 ayat (1) Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, dan kelancaran lalu lintas.

Persimpangan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana Jalan dan Lalu Lintas Jalan Pasal 1 menyebutkan bahwa “Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang”.

Dari Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas menyebutkan bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan :

- Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan <5 detik perkendaraan;
- Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan 5 detik – 15 detik perkendaraan;
- Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan 15 detik – 25 detik perkendaraan;
- Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan 25 detik – 40 detik perkendaraan;
- Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan 40 detik – 60 detik perkendaraan; dan
- Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan > 60 detik perkendaraan.

Pengendalian Persimpangan

Menurut Peraturan Pemerintah No. 32 Tahun 2011 Mengendalikan lalu lintas di ruas jalan tertentu dan persimpangan dapat dilakukan dengan cara menerapkan sistem alat pemberi isyarat lalu lintas, bundaran, atau dengan memanfaatkan teknologi untuk kepentingan lalu lintas.

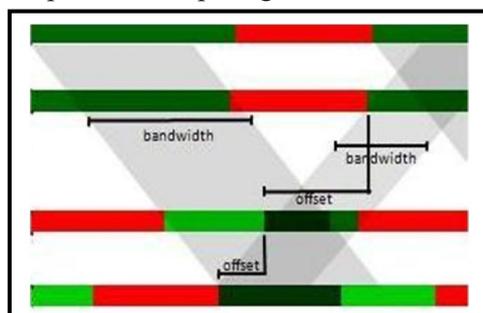
Koordinasi Simbang Bersinyal

Menurut Taylor, dkk (1996) fungsi dari sistem koordinasi sinyal adalah mengikuti volume lalu lintas maksimum untuk melewati simpang bersinyal tanpa berhenti dengan mulai waktu hijau (*green periods*) pada simpang berikutnya mengikuti kedatangan dari kelompok/gerombolan (*platoon*).

Koordinasi Simbang Dengan Konsep Greenwave

Konsep ini merupakan sistem dengan melakukan upaya bergeraknya kendaraan yang meninggalkan satu simpang dan memperoleh lampu hijau pada simpang selanjutnya (Anggriani, Sumarsono, and Legowo 2015). Apabila beberapa persimpangan yang berdekatan menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas maka akan sangat bermanfaat ketika alat pemberi isyarat lalu lintas pada persimpangan-persimpangan tersebut dikoordinasikan dengan baik sehingga hambatan total pada semua persimpangan bersinyal yang dikoordinasikan menjadi berkurang.

Bandwith merupakan perbedaan waktu ketika kendaraan berada dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya (Papacostas, CS., & Prevedouros, 2005). Waktu offset juga dapat dihitung dengan cara melalui diagram koordinasi. Namun, waktu offset juga dapat digunakan untuk memulai membentuk lintasan koordinasi. Untuk lebih jelasnya, offset dan bandwidth dapat dilihat seperti gambar dibawah.



Gambar 1. Diagram Koordinasi Antara Offset dan Bandwidth

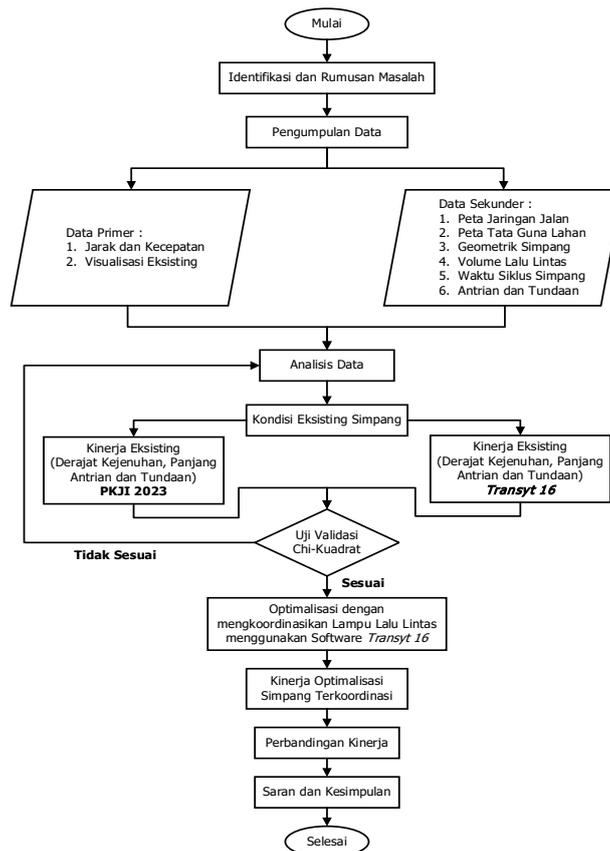
Sumber: Taylor dkk (1996), *Understanding Traffic System*

Aplikasi Program Transportasi *Transyt 16*

Aplikasi Program *Transyt 16* biasanya digunakan untuk mengkoordinasikan lampu lalu lintas dan kegunaan lain, misalnya mengurangi panjang antrian dan waktu tunggu kendaraan di persimpangan, memberikan prioritas kepada angkutan umum atau memperbaiki kinerja persimpangan lainnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah
2. Pengumpulan Data
3. Analisis Data
4. Keluaran (*output*)

Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini diperlukan data untuk dapat melakukan analisis dari permasalahan lokasi studi yang meliputi Data Primer dan Data Sekunder.

A. Data Sekunder

1. Data Jaringan Jalan, diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Rembang;
2. Data Lokasi Simpang dan Ruas Kajian, diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Rembang.
3. Data Geometrik Simpang, diperoleh dari survei inventarisasi simpang.
4. Data Volume Lalu Lintas Setiap Kaki Simpang
Data volume lalu lintas setiap kaki simpang diperoleh dari survei gerakan membelok terklasifikasi (*Classified Turning Movement Counting*). Survei dilaksanakan pada jam sibuk selama periode 2 jam dengan interval waktu setiap 15 menit. Survei dilakukan dengan mencatat gerakan kendaraan yang keluar dari mulut setiap kaki simpang baik belok kiri, lurus, maupun belok kanan.
5. Data Fase dan Waktu Siklus
Data fase dan waktu siklus APILL tiap kaki simpang pada lokasi simpang kajian diperoleh melalui survei Inventarisasi Simpang.
6. Data Antrian dan Tundaan
Survei ini dilakukan untuk mengetahui panjang antrian kendaraan yang akan memasuki simpang dan untuk mengetahui berapa lama kendaraan mengalami tundaan sebelum memasuki simpang.

B. Data Primer

1. Data Kecepatan

Data kecepatan melalui survei MCO (*Moving Car Observer*) atau pengamatan lalu lintas mengambang yang dilakukan pada jam sibuk serta dilakukan sebanyak 6 rit atau 6 kali perjalanan bolak balik.

2. Jarak

Survei ini dilakukan untuk mengetahui jarak antar simpang dalam meter yang diukur dari antar kaki pendekat simpang yang berdekatan.

3. Visualisasi Eksisting

Survei ini dilakukan untuk mendapatkan gambar terkait kondisi eksisting pada lokasi kajian.

Teknik Analisis Data

Teknik Analisis Data menggunakan pedoman PKJI 2023 adalah tahap setelah pengumpulan data. Data yang diperoleh dari pengumpulan data hasil survei dilakukan tahap selanjutnya yaitu pengolahan dan analisis. Pengolahan data analisis bertujuan mengetahui kinerja dari persimpangan dengan perhitungan melalui pendekatan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

Teknik Analisis Data menggunakan Aplikasi *Transyt 16* merupakan aplikasi pemodelan transportasi yang dikhususkan untuk persimpangan. Maka kinerja persimpangan dapat diukur menggunakan aplikasi *Transyt 16* yang terdiri dari beberapa aspek, meliputi Derajat kejenuhan, Panjang Antrian, dan Tundaan pada jam tersibuk. Data yang diinput dalam aplikasi *Transyt 16* antara lain :

- a) Arus Jenuh disesuaikan tiap kaki simpang (smp/jam)
- b) Volume Lalu Lintas tiap kaki simpang (smp/jam)
- c) Data Fase, Waktu Siklus Simpang, *intergreen*

Lokasi dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Rembang yaitu pada Simpang Tugu Adupura, Simpang Jaeni, dan Simpang Grojogan Pasar. Simpang Tugu Adipura dengan Simpang Jaeni yang memiliki radius jarak antar simpang 245 meter dan Simpang Jaeni dengan Simpang Grojogan Pasar dengan radius jarak antar simpang 290 meter.



Gambar 3. Visualisasi Simpang Kajian

Sumber: Google Earth

Tabel 1. Jadwal Penelitian

JADWAL PENELITIAN		BULAN 2024															
		FEBRUARI		MARET		APRIL (minggu)				MEI (minggu)				JUNI (minggu)			
NO	JENIS KEGIATAN	1 bulan		1 bulan		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Survei Permasalahan	█		█													
2	Identifikasi Permasalahan					█	█										
3	Pengajuan Judul							█	█								
4	Pengumpulan Data									█	█						
5	Analisis Data											█	█	█	█		
6	Bimbingan Dosen													█	█	█	█
7	Penyusunan Laporan															█	█

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Simpang Kajian

A. Simpang Tugu Adipura

Tabel 2. Geometri Simpang Tugu Adipura

KONDISI LAPANGAN SIMPANG TUGU ADIPURA								
KAKI PENDEKAT	HAMBATAN SAMPING	TIPE	MEDIAN	BKIJT	LEBAR PENDEKAT (meter)			
					Lebar Pendekat Awal (L)	Lebar Masuk (L _M)	Lebar BKIJT	Lebar Keluar (L _K)
Timur	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Ada	8	8	3	8
Barat	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	8	8	-	8
Selatan	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Ada	7	7	3,5	8

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Selanjutnya terdapat data APILL yang terdiri dari waktu siklus, jumlah fase, waktu hijau, waktu merah, rasio hijau dan waktu hilang. Data tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3. Diagram Waktu Siklus Simpang Tugu Adipura

DIAGRAM FASE SIMPANG TUGU ADIPURA									
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (115 detik)							
1	Timur	39			3	6	67		
2	Selatan	48			16	3	6	42	
3	Barat	73				33			3

Sumber: Hasil Analisis, 2024

B. Simpang Jaeni

Tabel 4. Geometri Simpang Jaeni

KONDISI LAPANGAN SIMPANG JAENI								
KAKI PENDEKAT	HAMBATAN SAMPING	TIPE	MEDIAN	BKIJT	LEBAR PENDEKAT (meter)			
					Lebar Pendekat Awal (L)	Lebar Masuk (L _M)	Lebar BKIJT	Lebar Keluar (L _K)
Utara	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	7	7	-	7
Selatan	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	7	7	-	7
Timur	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	4	4	-	4
Barat	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	4	4	-	4

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Selanjutnya terdapat data APILL yang terdiri dari waktu siklus, jumlah fase, waktu hijau, waktu merah, rasio hijau dan waktu hilang. Data tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 5. Diagram Waktu Siklus Simpang Jaeni

DIAGRAM FASE SIMPANG JAENI									
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (95 detik)							
1	Utara	13	3	4	75				
2	Selatan	20		19	3	4	49		
3	Timur	46			17	3	4	25	
4	Barat	70				18			3

Sumber: Hasil Analisis, 2024

C. Simpang Grojogan Pasar

Tabel 6. Geometri Simpang Grojogan Pasar

KONDISI LAPANGAN SIMPANG GROJOGAN PASAR								
KAKI PENDEKAT	HAMBATAN SAMPING	TIPE	MEDIAN	BKIJT	LEBAR PENDEKAT (meter)			
					Lebar Pendekat Awal (L)	Lebar Masuk (L _M)	Lebar BKIJT	Lebar Keluar (L _K)
Utara	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	7	7	-	7
Selatan	Sedang	Terlindung	Tidak ada	Tidak ada	7	7	-	7
Timur	Sedang	Terlawan	Tidak ada	Tidak ada	3	3	-	3
Barat	Sedang	Terlawan	Tidak ada	Tidak ada	3	3	-	3

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Selanjutnya terdapat data APILL yang terdiri dari waktu siklus, jumlah fase, waktu hijau, waktu merah, rasio hijau dan waktu hilang. Data tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 7. Diagram Waktu Siklus Simpang Grojogan Pasar

DIAGRAM FASE SIMPANG GROJOGAN PASAR									
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (75 detik)							
1	Utara	19	3	4	49				
2	Timur - Barat	26		17	3	4	25		
3	Selatan	50				18			3

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Kinerja Eksisting Simpang Kajian Berdasarkan PKJI 2023

Berikut merupakan data analisis kinerja eksisting Simpang Tugu Adipura berdasarkan pedoman PKJI 2023 :

Tabel 8. Kinerja Eksisting Simpang Kajian Berdasarkan PKJI 2023

SIMPANG TUGU ADIPURA					
KAKI PENDEKAT	NAMA JALAN	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		Dj	PA	T	
Timur	Jl. Jenderal Sudirman	0,82	92,81	44,65	E
Barat	Jl. Diponegoro	0,63	57,61	40,21	E
Selatan	Jl. RA. Kartini I	0,73	42,75	60,85	F

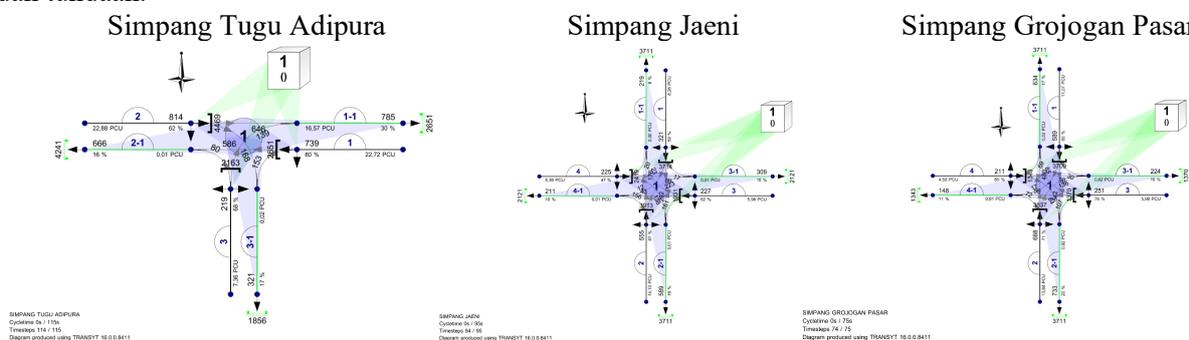
SIMPANG JAENI					
KAKI PENDEKAT	NAMA JALAN	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		Dj	PA	T	
Utara	Jl. RA. Kartini I	0,63	23,86	44,79	E
Selatan	Jl. RA. Kartini II	0,71	40,92	42,37	E
Timur	Jl. Dr. Soetomo	0,66	30,14	44,64	E
Barat	Jl. Dr. Wahidin	0,49	26,49	38,33	D

SIMPANG GROJOGAN PASAR					
KAKI PENDEKAT	NAMA JALAN	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		Dj	PA	T	
Utara	Jl. RA. Kartini II	0,63	32,06	29,45	D
Selatan	Jl. RA. Kartini II	0,75	40,47	33,57	D
Timur	Jl. Mojopahit	0,81	42,19	47,49	E
Barat	Jl. Jenderal Ahmad Yani	0,69	30,82	37,55	D

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan Pemodelan Aplikasi Transyt 16

Pada **Gambar 4.** dapat dilihat network diagram Simpang yang di buat berdasarkan kondisi eksisting menggunakan aplikasi *Transyt 16*. Untuk membuat network diagram seperti pada **Gambar 4.** membutuhkan input data yang terdiri dari arus jenuh yang disesuaikan, volume lalu lintas, data fase, waktu siklus dan integreen sehingga akan didapat data output berupa derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan.



Gambar 4. Network Diagram Transyt 16 Eksisting Simpang Kajian

Tabel 9. Kinerja Eksisting Simpang Kajian Berdasarkan Transyt 16

SIMPANG TUGU ADIPURA					
Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		Dj	PA	T	
Timur	Jalan Jenderal Sudirman	0,80	90,88	41,59	E
Barat	Jalan Diponegoro	0,62	57,20	37,06	D
Selatan	Jalan RA. Kartini	0,68	42,06	58,37	E

SIMPANG JAENI					
Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		D _J	P _A	T	
Utara	Jalan RA. Kartini	0,59	23,60	42,43	E
Selatan	Jalan RA. Kartini	0,67	40,29	38,97	D
Timur	Jalan Dr. Soetomo	0,62	29,90	43,28	E
Barat	Jalan Dokter Wahidin	0,47	26,95	36,74	D

SIMPANG GROJOGAN PASAR					
Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejenuhan	Panjang Antiran (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
		D _J	P _A	T	
Utara	Jalan RA. Kartini	0,60	31,63	26,65	D
Selatan	Jalan RA. Kartini	0,71	39,54	29,92	D
Timur	Jalan Mojopahit	0,76	39,87	43,35	E
Barat	Jalan Jenderal Ahmad Yani	0,65	30,20	36,06	D

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Uji Validasi Model

Metode uji Chi-Kuadrat di tentukan melalui Hipotesis nol dan Hipotesis Alternatif sebagai berikut :

H₀ : Model sesuai dengan survei

H₁ : Model tidak sesuai dengan survei

a. Nilai tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau $\alpha = 0,05$.

b. Derajat Kebebasan $df = (k - 1)$, k adalah jumlah total kaki simpang, maka :

$$df = (k - 1)$$

$$df = (11 - 1)$$

$$df = 10$$

c. Nilai uji Chi-Kuadrat tabel berdasarkan α dan df adalah **18,307**

d. Penentuan keputusan : H₀ diterima jika x^2 hitung < 18,307

H₁ diterima jika x^2 hitung > 18,307

Rumus Chi-Kuadrat :

$$x^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan :

O_i : Frekuensi observasi

E_i : Frekuensi harapan

Tabel 10. Uji Chi-Kuadrat Derajat Kejenuhan PKJI dan Transyt 16

Uji Chi-Kuadrat								
No	Simpang	Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejenuhan		Selisih	Chi-Kuadrat (x ²)	Hipotesa
				PKJI 2023 (O)	Transyt 16 (E)			
1	Tugu Adipura	Timur	Jalan Jenderal Sudirman	0,82	0,80	0,02	0,0005	
2		Barat	Jalan Diponegoro	0,63	0,62	0,01	0,0002	
3		Selatan	Jalan RA. Kartini	0,73	0,68	0,05	0,0037	
4	Jaeni	Utara	Jalan RA. Kartini	0,63	0,59	0,04	0,0027	
5		Selatan	Jalan RA. Kartini	0,71	0,67	0,04	0,0024	
6		Timur	Jalan Dr. Soetomo	0,66	0,62	0,04	0,0026	
7		Barat	Jalan Dokter Wahidin	0,49	0,47	0,02	0,0009	
8	Grojogan Pasar	Utara	Jalan RA. Kartini	0,63	0,60	0,03	0,0015	
9		Selatan	Jalan RA. Kartini	0,75	0,71	0,04	0,0023	
10		Timur	Jalan Mojopahit	0,81	0,76	0,05	0,0033	
11		Barat	Jalan Jenderal Ahmad Yani	0,69	0,65	0,04	0,0025	
TOTAL							0,0224	H₀ Diterima

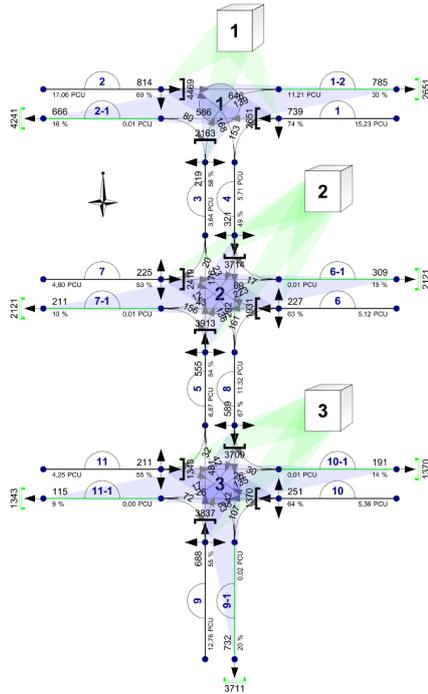
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan **Tabel 10.** hasil Uji Validasi Derajat Kejenuhan menunjukkan bahwa nilai x^2 total sebesar 0,0224 lebih kecil dari x^2 tabel dengan nilai 18,307. Maka model hasil analisis Derajat Kejenuhan dari aplikasi *Transyt 16* dapat diterapkan dengan tingkat kalibrasi yang masih valid.

Koordinasi Simpang *Transyt 16*

Skenario 1

Pada Skenario 1 ini Koordinasi Simpang dilakukan berdasarkan pengaturan fase masing-masing simpang yang masih berdasarkan fase eksisting, yaitu Simpang Tugu Adipura 3 fase, Simpang Jaeni 4 fase dan Simpang Grojogan Pasar 3 fase dengan pengaturan waktu siklus dan *intergreen* yang baru. Hal ini diharapkan dengan melakukan koordinasi simpang maka dapat meningkatkan kinerja masing-masing simpang.



KOORDINASI SIMPANG TUGU ADIPURA, SIMPANG JAENI DAN SIMPANG GROJOGAN PASAR SKENARIO 1
 Cyclisme 06 / 80s
 TimeSteps 79 / 80
 Diagram produced using TRANSYT 16.0.0.8411

Gambar 5. Network Diagram Koordinasi Simpang Skenario 1

Tabel 11. Diagram Waktu Siklus Simpang Terkoordinasi Skenario 1

DIAGRAM FASE SIMPANG TUGU ADIPURA (KOORDINASI) SKENARIO 1			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (80 detik)	
1	Selatan	13	3 3 61
2	Barat	19	20 3 3 35
3	Timur	45	29 3 3

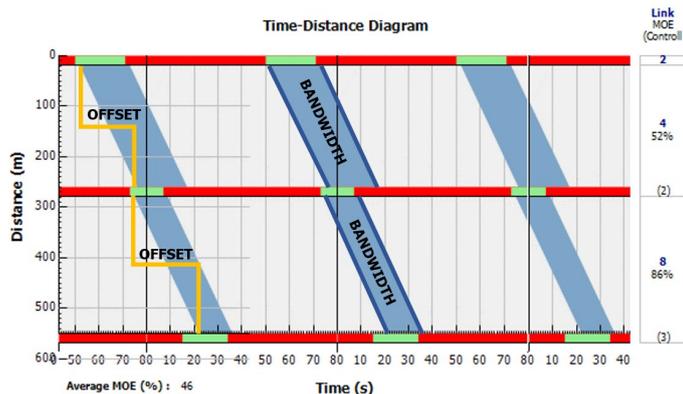
DIAGRAM FASE SIMPANG JAENI (KOORDINASI) SKENARIO 1			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (80 detik)	
1	Utara	13	3 2 62
2	Selatan	18	20 3 2 37
3	Timur	43	14 3 2 18
4	Barat	62	13 3 2

DIAGRAM FASE SIMPANG GROJOGAN PASAR (KOORDINASI) SKENARIO 1			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (80 detik)	
1	Utara	18	3 2 57
2	Timur - Barat	23	22 3 2 30
3	Selatan	50	25 3 2

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru dan terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* sebagai berikut :

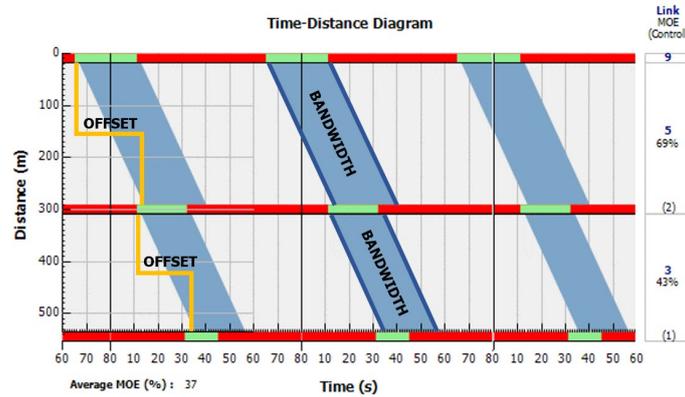
a) Diagram Koordinasi arah Utara ke Selatan



Gambar 6. Diagram Offset dan Bandwidth Skenario 1 Arah Utara ke Selatan

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simpang Tugu Adipura dan Simpang Jaeni sebesar 26 detik dengan *bandwidth* 20 detik dan waktu *Offset* antara Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 13 detik.

b) Diagram Koordinasi arah Selatan ke Utara



Gambar 7. Diagram *Offset* dan *Bandwidth* Skenario 1 Arah Selatan ke Utara

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simpang Grojogan Pasar dan Simpang Jaeni sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 25 detik dan waktu *Offset* antara Simpang Jaeni dan Simpang Tugu Adipura sebesar 24,5 detik dengan *bandwidth* 20 detik.

Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru menggunakan aplikasi *Transyt 16*, sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu siklus yang baru pada skenario 1 ini berdasarkan aplikasi *Transyt 16* seperti tabel berikut :

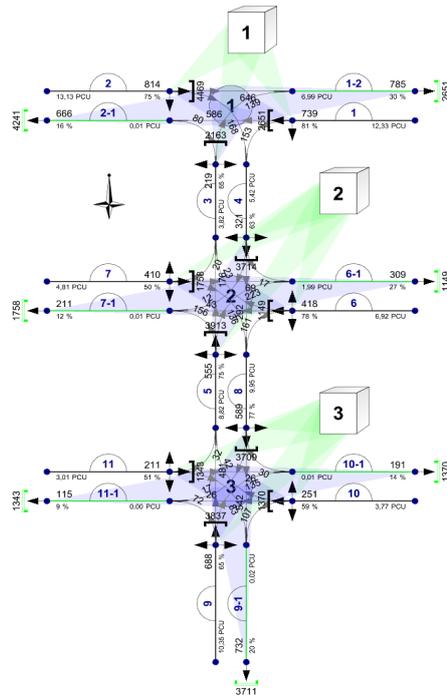
Tabel 12. Data Kinerja Simpang Terkoordinasi Skenario 1

KOORDINASI SIMPANG SKENARIO 1						
Simpang	Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejuhan	Panjang Antrian (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
			Dj	PA	T	
Tugu Adipura	Timur	Jalan Jenderal Sudirman	0,74	60,92	26,84	D
	Barat	Jalan Diponegoro	0,69	42,65	30,05	D
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,58	20,80	35,32	D
Jaeni	Utara	Jalan RA. Kartini	0,49	16,31	33,51	D
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,54	19,63	14,04	B
	Timur	Jalan Dr. Soetomo	0,63	25,60	38,15	D
	Barat	Jalan Dokter Wahidin	0,53	24,00	34,81	D
Grojogan Pasar	Utara	Jalan RA. Kartini	0,67	32,34	20,48	C
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,55	36,46	23,98	C
	Timur	Jalan Mojopahit	0,64	35,73	32,76	D
	Barat	Jalan Jenderal Ahmad Yani	0,55	28,33	29,66	D

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Skenario 2

Pada Skenario 2 ini Koordinasi Simpang dilakukan berdasarkan pengaturan fase baru masing-masing simpang, yaitu Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar adalah 3 fase dengan pengaturan waktu siklus dan *intergreen* yang baru. Hal ini diharapkan dengan melakukan koordinasi simpang maka dapat meningkatkan kinerja masing-masing simpang.



KOORDINASI SIMPANG TUGU ADIPURA, SIMPANG JAENI DAN SIMPANG GROJOGAN PASAR SKENARIO 2
 Cyclotime 0s / 58s
 Timeslips 07 / 58
 Diagram produced using TRANSYT 16.0.0.8411

Gambar 8. Network Diagram Koordinasi Simpang Skenario 2

Tabel 13. Diagram Waktu Siklus Simpang Terkoordinasi Skenario 2

DIAGRAM FASE SIMPANG TUGU ADIPURA (KOORDINASI) SKENARIO 2			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (58 detik)	
1	Timur	19	33
2	Barat	25	14
3	Selatan	44	8

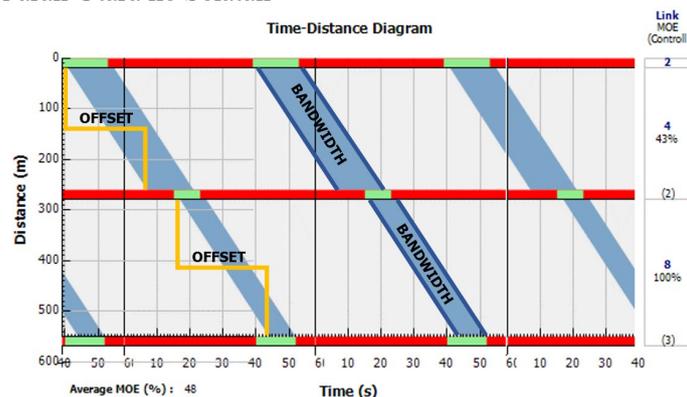
DIAGRAM FASE SIMPANG JAENI (KOORDINASI) SKENARIO 2			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (58 detik)	
1	Selatan	10	43
2	Timur - Barat	15	12
3	Utara	46	7

DIAGRAM FASE SIMPANG GROJOGAN PASAR (KOORDINASI) SKENARIO 2			
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (58 detik)	
1	Utara	11	42
2	Selatan	16	22
3	Timur - Barat	36	17

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru dan terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* sebagai berikut :

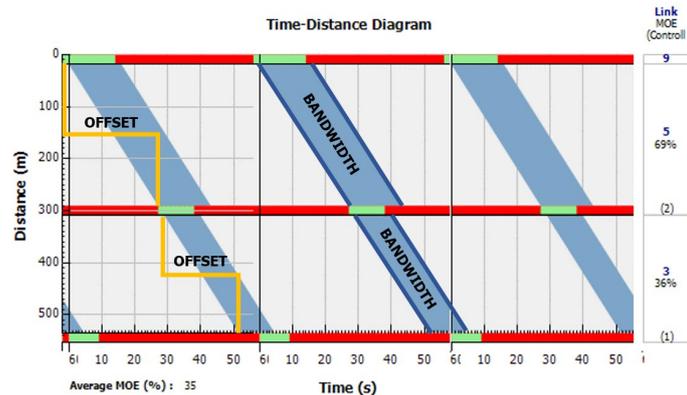
a) Diagram Koordinasi arah Utara ke Selatan



Gambar 9. Diagram Offset dan Bandwidth Skenario 2 Arah Utara ke Selatan

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simping Tugu Adipura dan Simping Jaeni sebesar 26 detik dengan *bandwidth* 13 detik dan waktu *Offset* antara Simping Jaeni dan Simping Grojogan Pasar sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 7 detik.

b) Diagram Koordinasi arah Selatan ke Utara



Gambar 10. Diagram *Offset* dan *Bandwidth* Skenario 2 Arah Selatan ke Utara

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simping Grojogan Pasar dan Simping Jaeni sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 15 detik dan waktu *Offset* antara Simping Jaeni dan Simping Tugu Adipura sebesar 24,5 detik dengan *bandwidth* 10 detik.

Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru menggunakan aplikasi *Transyt 16*, sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu siklus yang baru pada skenario 2 ini berdasarkan aplikasi *Transyt 16* seperti tabel berikut :

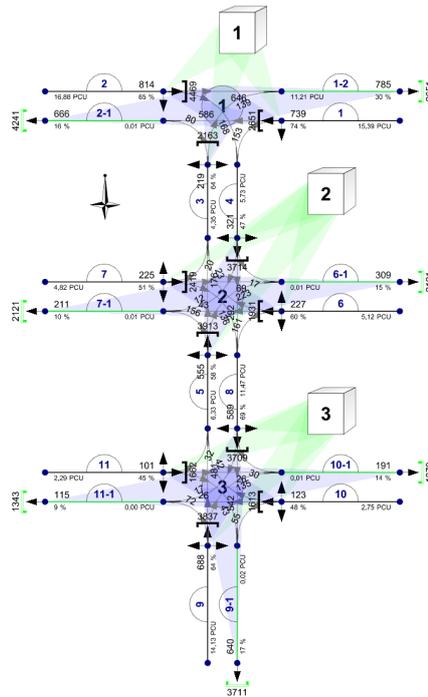
Tabel 14. Data Kinerja Simping Terkoordinasi Skenario 2

KOORDINASI SIMPANG SKENARIO 2						
Simpang	Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejujahan	Panjang Antrian (meter)	Tundaan (detik/smp)	LoS
			Dj	PA	T	
Tugu Adipura	Timur	Jalan Jenderal Sudirman	0,81	49,32	25,35	D
	Barat	Jalan Diponegoro	0,75	32,83	25,47	D
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,65	21,83	24,52	C
Jaeni	Utara	Jalan RA. Kartini	0,63	15,49	23,71	C
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,75	25,20	22,59	C
	Timur	Jalan Dr. Soetomo	0,78	34,60	24,64	C
	Barat	Jalan Dokter Wahidin	0,50	24,05	13,01	B
Grojogan Pasar	Utara	Jalan RA. Kartini	0,77	28,43	23,49	C
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,65	29,57	21,67	C
	Timur	Jalan Mojopahit	0,59	25,13	22,92	C
	Barat	Jalan Jenderal Ahmad Yani	0,51	20,07	20,77	C

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Skenario 3

Pada Skenario 3 ini Koordinasi Simping dilakukan berdasarkan pengaturan fase masing-masing simpang, yaitu Simping Tugu Adipura 3 fase, Simping Jaeni dan Simping Grojogan Pasar 4 fase dengan pengaturan waktu siklus dan *intergreen* yang baru. Hal ini diharapkan dengan melakukan koordinasi simpang maka dapat meningkatkan kinerja masing-masing simpang.



KOORDINASI SIMPANG TUGU ADIPURA, SIMPANG JAENI DAN SIMPANG GROJOGAN PASAR SKENARIO 3
 Cyclotime 0s / 82s
 Timessage 01 / 02
 Diagram produced using TRANSYT 16.0.0.8411

Gambar 11. Network Diagram Koordinasi Simpang Skenario 3

Tabel 15. Diagram Waktu Siklus Simpang Terkoordinasi Skenario 3

DIAGRAM FASE SIMPANG TUGU ADIPURA (KOORDINASI) SKENARIO 3		
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (82 detik)
1	Selatan	12 3 3 64
2	Barat	18 22 3 3 36
3	Timur	46 30 3 3

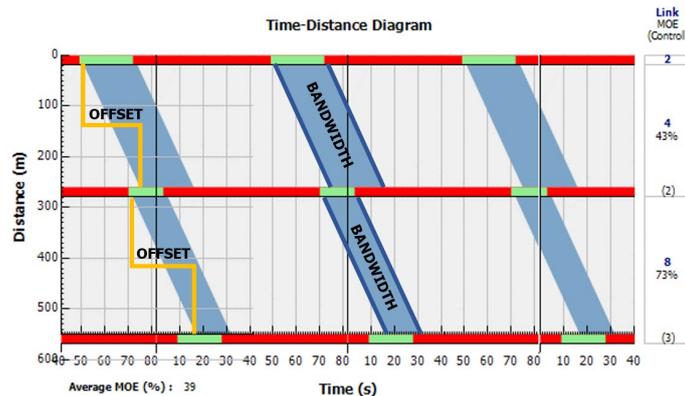
DIAGRAM FASE SIMPANG JAENI (KOORDINASI) SKENARIO 3		
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (82 detik)
1	Selatan	19 3 2 58
2	Barat	24 14 3 2 39
3	Timur	43 15 3 2 19
4	Utara	63 14 3 2

DIAGRAM FASE SIMPANG GROJOGAN PASAR (KOORDINASI) SKENARIO 3		
Fase	Kaki Pendekat	Waktu Siklus (82 detik)
1	Utara	18 3 2 59
2	Barat	23 10 3 2 44
3	Timur	38 12 3 2 27
4	Selatan	55 22 3 2

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru dan terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* sebagai berikut :

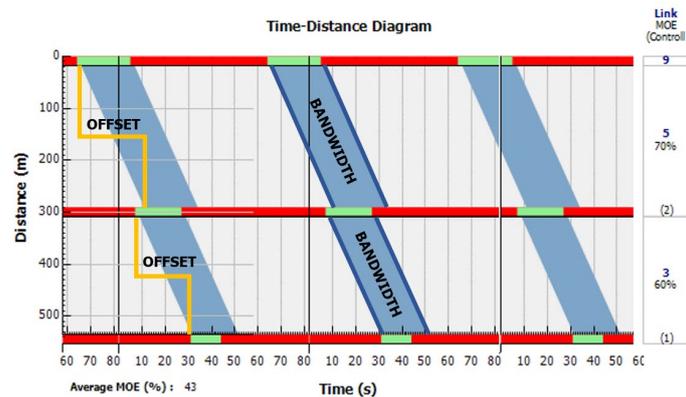
a) Diagram Koordinasi arah Utara ke Selatan



Gambar 12. Diagram Offset dan Bandwidth Skenario 3 Arah Utara ke Selatan

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simpang Tugu Adipura dan Simpang Jaeni sebesar 26 detik dengan *bandwidth* 22 detik dan waktu *Offset* antara Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 14 detik.

b) Diagram Koordinasi arah Selatan ke Utara



Gambar 13. Diagram *Offset* dan *Bandwidth* Skenario 3 Arah Selatan ke Utara

Pada kondisi simpang yang sudah terkoordinasi diatas dapat dilihat waktu *Offset* antara Simpang Grojogan Pasar dan Simpang Jaeni sebesar 29 detik dengan *bandwidth* 22 detik dan waktu *Offset* antara Simpang Jaeni dan Simpang Tugu Adipura sebesar 24,5 detik dengan *bandwidth* 19 detik.

Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru menggunakan aplikasi *Transyt 16*, sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu siklus yang baru pada skenario 3 ini berdasarkan aplikasi *Transyt 16* seperti tabel berikut :

Tabel 16. Data Kinerja Simpang Terkoordinasi Skenario 3

KOORDINASI SIMPANG SKENARIO 3						
Simpang	Kaki Pendekat	Nama Jalan	Derajat	Panjang Antrian	Tundaan	LoS
			Kejenuhan	(meter)	(detik/smp)	
			Dj	PA	T	
Tugu Adipura	Timur	Jalan Jenderal Sudirman	0,74	61,56	26,97	D
	Barat	Jalan Diponegoro	0,65	42,20	28,60	D
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,64	24,86	35,60	D
Jaeni	Utara	Jalan RA. Kartini	0,47	16,37	33,97	D
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,58	18,09	16,08	C
	Timur	Jalan Dr. Soetomo	0,60	25,60	37,25	D
	Barat	Jalan Dokter Wahidin	0,51	24,10	34,36	D
Grojogan Pasar	Utara	Jalan RA. Kartini	0,69	32,77	21,97	C
	Selatan	Jalan RA. Kartini	0,64	40,37	28,81	D
	Timur	Jalan Mojopahit	0,48	18,33	37,90	D
	Barat	Jalan Jenderal Ahmad Yani	0,45	15,27	39,37	D

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Perbandingan Kinerja Simpang Eksisting dengan Simpang Terkoordinasi

Dari hasil *running* yang telah dilakukan pada aplikasi *Transyt 16*, didapatkan kinerja eksisting dan koordinasi. Selanjutnya direkapitulasi untuk mempermudah melihat perbandingan kinerja persimpangan eksisting dan 3 Skenario koordinasi dengan indikator Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, dan Tundaan.

Tabel 17. Perbandingan Kinerja Simping Eksisting dengan Simping Terkoordinasi 3 Skenario

PERBANDINGAN KINERJA SIMPING EKSTING DAN KOORDINASI																	
Simpang	Kaki Pendekat	Derajat Kejenuhan				Panjang Antrian (meter)				Tundaan (detik/smp)				LoS			
		Eksisting	Koordinasi 1	Koordinasi 2	Koordinasi 3	Eksisting	Koordinasi 1	Koordinasi 2	Koordinasi 3	Eksisting	Koordinasi 1	Koordinasi 2	Koordinasi 3	Eksisting	Koordinasi 1	Koordinasi 2	Koordinasi 3
Tugu Adipura	Timur	0,80	0,74	0,81	0,74	90,88	60,92	49,32	61,56	41,59	26,84	25,35	26,97	E	D	D	D
	Barat	0,62	0,69	0,75	0,65	57,20	42,65	32,83	42,20	37,06	30,05	25,47	28,60	D	D	D	D
	Selatan	0,68	0,58	0,65	0,64	42,06	20,80	21,83	24,86	58,37	35,32	24,52	35,60	E	D	C	D
Jaeni	Utara	0,59	0,49	0,63	0,47	23,60	16,31	15,49	16,37	42,43	33,51	23,71	33,97	E	D	C	D
	Selatan	0,67	0,54	0,75	0,58	40,29	19,63	25,20	18,09	38,97	14,04	22,59	16,08	D	B	C	C
	Timur	0,62	0,63	0,78	0,60	29,90	25,60	34,60	25,60	43,28	38,15	24,64	37,25	E	D	C	D
Grojogan Pasar	Barat	0,47	0,53	0,50	0,51	26,95	24,00	24,05	24,10	36,74	34,81	13,01	34,36	D	D	B	D
	Utara	0,60	0,67	0,77	0,69	31,63	32,34	28,43	32,77	26,65	20,48	23,49	21,97	D	C	C	C
	Selatan	0,71	0,55	0,65	0,64	39,54	36,46	29,57	40,37	29,92	23,98	21,67	28,81	D	C	C	D
Rata-rata	Timur	0,76	0,64	0,59	0,48	39,87	35,73	25,13	18,33	43,35	32,76	22,92	37,90	E	D	C	D
	Barat	0,65	0,55	0,51	0,45	30,20	28,33	20,07	15,27	36,06	29,66	20,77	39,37	D	D	C	D
Rata-rata		0,65	0,60	0,67	0,59	41,10	31,16	27,86	29,05	39,49	29,05	22,56	30,99	D	D	C	D
Persentase Penurunan			8%	-3%	10%		24%	32%	29%		26%	43%	22%				

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Perbandingan dilakukan untuk mengetahui perbedaan kinerja simping kondisi sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi. Perbandingan terhadap kinerja simping yang dilakukan sistem koordinasi dan pengaturan waktu siklus dan *intergreen* yang baru menggunakan aplikasi *Transyt 16* berdasarkan aturan PKJI pada masing-masing simping tersebut maka dapat dilihat terjadi peningkatan kinerja simping menjadi lebih baik pada masing-masing indikator. Meskipun LoS berdasarkan PM 96 Tahun 2015 tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan namun tetap adanya peningkatan pada masing-masing simping. Selain itu, dengan adanya koordinasi simping ini maka akan terbentuk *greenwave* pada ruas jalan yang menghubungkan antar simping sehingga terjadinya peningkatan kinerja jaringan pada ruas jalan tersebut. Karena koordinasi simping difokuskan untuk membentuk *greenwave* pada ruas jalan penghubung antar simping, maka didapat perbandingan kinerja simping pada kaki pendekat diruas jalan penghubung dengan peningkatan yang lebih baik dari pada kaki pendekat yang tidak menjadi penghubung antar simping. Maka dapat disimpulkan setelah dilakukannya penelitian terkait koordinasi kinerja pada ketiga persimpangan dengan 3 Skenario tersebut mampu menjawab tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan kinerja lalu lintas persimpangan menjadi lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pemecahan masalah yang telah dilakukan sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simping bersinyal dapat diukur berdasarkan indikator Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian dan Tundaan pada masing-masing kaki simping. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kondisi eksisting menggunakan PKJI 2023 dan aplikasi *Transyt 16* didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Berdasarkan PKJI 2023 Simping Tugu Adipura memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Timur dengan Derajat Kejenuhan 0,82, Panjang Antrian 92,81 meter dan Tundaan 44,65 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan E; Simping Jaeni memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Selatan dengan Derajat Kejenuhan 0,71, Panjang Antrian 40,92 meter dan Tundaan 42,37 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan E; dan Simping Grojogan Pasar memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Timur dengan Derajat Kejenuhan 0,81, Panjang Antrian 42,19 meter dan Tundaan 47,49 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan E.
 - b. Berdasarkan aplikasi *Transyt 16* Simping Tugu Adipura memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Timur dengan Derajat Kejenuhan 0,80, Panjang Antrian 90,88 meter dan Tundaan 41,59 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan E; Simping Jaeni memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Selatan dengan Derajat Kejenuhan 0,67, Panjang Antrian 40,29 meter dan Tundaan 38,97 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan D; dan Simping Grojogan Pasar memiliki kinerja terburuk pada kaki pendekat Timur dengan Derajat Kejenuhan 0,76, Panjang Antrian 39,87 meter dan Tundaan 43,35 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan E.
 - c. Dari hasil analisis PKJI 2023 dan aplikasi *Transyt 16* memiliki perbedaan namun tidak terlalu signifikan dan pada saat diuji menggunakan uji Chi-Kuadrat memberikan hasil H_0 diterima yang mengartikan bahwa hasil dari kalibrasi model aplikasi *Transyt 16* masih valid dan bisa digunakan untuk penelitian koordinasi simping.

2. Kinerja setelah dilakukan koordinasi pada Simpang Tugu Adipura, Simpang Jaeni dan Simpang Grojogan Pasar menggunakan aplikasi *Transyt 16* dengan 3 Skenario yang memiliki tingkatan kinerja berbeda masing-masing skenario, yaitu :
 - a. Skenario 1 memiliki rata-rata kinerja tiap kaki pendekat simpang terkoordinasi dengan Derajat Kejenuhan 0,60, Panjang Antrian 31,16 meter, dan Tundaan 29,05 detik/smp serta Tingkat Pelayanan atau LoS D.
 - b. Skenario 2 memiliki rata-rata kinerja tiap kaki pendekat simpang terkoordinasi dengan Derajat Kejenuhan 0,67, Panjang Antrian 27,86 meter, dan Tundaan 22,56 detik/smp serta Tingkat Pelayanan atau LoS C.
 - c. Skenario 3 memiliki rata-rata kinerja tiap kaki pendekat simpang terkoordinasi dengan Derajat Kejenuhan 0,59, Panjang Antrian 29,05 meter, dan Tundaan 30,99 detik/smp serta Tingkat Pelayanan atau LoS D.
3. Perbandingan dalam hal ini yang dibandingkan adalah indikator tolak ukur kinerja simpang antara lain Panjang Antrian dan Tundaan kendaraan dan juga nilai Derajat Kejenuhan yang pada dasarnya hanya dibutuhkan sebagai indikator untuk menghitung nilai Panjang Antrian serta Tundaan di persimpangan. Berdasarkan hasil dari kinerja ketiga skenario simpang terkoordinasi didapat kinerja masing-masing simpang yang meningkat dengan persentase penurunan Panjang Antrian Koordinasi 1 sebesar 24%, Koordinasi 2 sebesar 32% dan Koordinasi 3 sebesar 29%; dan Persentase penurunan Tundaan Koordinasi 1 sebesar 26%, Koordinasi 2 sebesar 43% dan Koordinasi 3 sebesar 22%; Serta Tingkat Pelayanan atau LoS berdasarkan PM 96 Tahun 2015, maka nilai LoS rata-rata tiap Skenario, yaitu Skenario 1 dengan LoS D, Skenario 2 dengan LoS C dan Skenario 3 dengan LoS D. Maka dari perbandingan 3 Skenario tersebut dipilih satu Skenario terbaik dalam penelitian ini yaitu Skenario 2 simpang terkoordinasi dengan Tingkat Pelayanan atau LoS C. Meskipun LoS berdasarkan PM 96 Tahun 2015 tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan namun tetap adanya peningkatan pada masing-masing simpang. Selain itu, dengan adanya koordinasi simpang ini maka akan terbentuk *greenwave* pada ruas jalan yang menghubungkan antar simpang sehingga terjadinya peningkatan kinerja jaringan pada ruas jalan tersebut. Karena koordinasi simpang difokuskan untuk membentuk *greenwave* pada ruas jalan penghubung antar simpang, maka didapat perbandingan kinerja simpang pada kaki pendekat diruas jalan penghubung dengan peningkatan yang lebih baik dari pada kaki pendekat yang tidak menjadi penghubung antar simpang. Maka dapat disimpulkan setelah dilakukannya penelitian terkait koordinasi kinerja pada ketiga persimpangan dengan 3 Skenario tersebut mampu menjawab tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan kinerja lalu lintas persimpangan menjadi lebih baik.

SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan uraian kesimpulan yang ada adalah sebagai berikut :

1. Jika terdapat dua atau lebih simpang yang saling berdekatan dengan kinerja yang buruk serta terdapat *gep* atau *platoon*, maka perlu dilakukan sistem koordinasi Simpang Bersinyal. Maka dari itu, agar permasalahan pada persimpangan penelitian kali ini dapat segera teratasi dan kinerja ketiga simpang tersebut menjadi lebih baik perlu dilakukan koordinasi yang mana dipilih skenario 2 yang menjadi skenario terbaik dari skenario 1 dan 3.
2. Melakukan upaya pemeliharaan terhadap fasilitas-fasilitas jalan seperti marka agar dioptimalkan pada masing-masing persimpangan sehingga dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna jalan saat berkendara.
3. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi dalam mengambil kebijakan terkait penanganan masalah lalu lintas khususnya pada simpang bagi Dinas Perhubungan Kabupaten Rembang.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2009, Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.
- _____, 2011, Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen Dan Rekayasa, Analisis Dampak Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas, Jakarta.
- _____, 2015, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta.

- _____, 1993, Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana Jalan Dan Lalu Lintas Jalan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Penerbit Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Kabupaten Rembang Dalam Angka 2023. Kabupaten Rembang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Rembang.
- TIM PKL KABUPATEN REMBANG. (2024). Laporan Umum Tim PKL Kabupaten Rembang Angkatan XLIII. Bekasi: PTDI-STTD.
- Abubakar, Iskandar, Ahmad Yani, dan Sutiono. 1996. "Menuju Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Yang Tertib.
- James C Binning, Mark Crabtree, Graham Burtenshaw. 2011. TRL APPLICATION GUIDE AG70 (Issue A) TRANSYT 14 USER GUIDE. Inggris
- Khisty, C.J dan Lall, B.K. (2005). Dasar Dasar Rekayasa Transportasi. Erlangga. Jakarta.
- Papacostas, C.s and Prevedouros,P D 2005. Transportation and Enggeneering and Planing. Singapura: Prentic Hall.
- Taylor, M. dan Young, W. 1996. Understanding Traffic System. Averbury Technical, Sydney.
- Mc Shane W.R. and Roess R.P. 1990. Traffic Engineering. New Jersey: Prentice Hall etc.
- Morlok, E.K. 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Taylor, M.A., Bonsall, P.W., & Young, W. (2000). Understanding Traffic System. Ashgate.
- Indrashwara & Yasa, 2022, Koordinasi Sinyal antar Simpang untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan PB Sudirman Denpasar dengan Menggunakan Software TRANSYT 15
- Fauziah M, Yulianyahya R, Utomo R Teknisia. 2016. Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang Dan Koordinasi Antar Simpang
- Veronica. 2023. Kajian Simpang Koordinasi Moh Yamin Juanda–Moh Hatta Gatot Subroto di Kota Palu