

OPTIMALISASI SIMPANG DI KAWASAN CBD KABUPATEN KOTABARU (STUDI KASUS SIMPANG IRAMA, SIMPANG PASAR, SIMPANG POLRES, DAN SIMPANG TUGU NELAYAN)

Liza Noorjanah¹⁾, R. Caesario Boing R. R²⁾, Agus Sembodo²⁾

¹Taruna Program Studi Sarjana Terapan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520

²Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520

Email: noorjanahliza@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Kotabaru merupakan kabupaten di Kalimantan Selatan yang memiliki wilayah administrasi terluas dan merupakan salah satu kawasan industri terbesar sehingga memiliki volume lalu lintas yang tinggi. Kabupaten Kotabaru memiliki tiga simpang bersinyal dan satu simpang dengan pengendalian bundaran yang terletak di pusat kegiatan yakni Simpang Irama, Simpang Pasar, Simpang Polres dan Simpang Tugu Nelayan yang jarak antar simpang berdekatan sekitar 400-800 meter sehingga menyebabkan tundaan berlapis. Oleh karena itu, perlu adanya optimalisasi terhadap simpang tersebut. Optimalisasi yang dilakukan berupa optimalisasi cycle time dan koordinasi antarsimpang. Analisis yang dilakukan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan Software Vissim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil optimalisasi cycle time memberikan peningkatan kinerja rata-rata dengan parameter tundaan sebesar 22% dan untuk parameter panjang antrian sebesar 19%. Selain itu, untuk koordinasi sinyal terhadap simpang memberikan peningkatan kinerja sebesar 35% dari kondisi sebelum dilakukan optimalisasi.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, Optimalisasi, Koordinasi, Vissim

ABSTRACT

Kotabaru Regency is a regency in South Kalimantan which has the largest administrative area and is one of the largest industrial areas so that it has a high traffic volume. Kotabaru Regency has three signalized intersections and one intersection with control roundabouts located at the center of activity, namely Irama Intersection, Pasar Simpang, Polres Intersection and Tugu Nelayan Intersection, which are about 400-800 meters apart, causing layered delays. Therefore, it is necessary to optimize the intersection. The optimization carried out is in the form of optimizing cycle time and coordination between intersections. The analysis was carried out using the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) and Vissim Software. The results showed that the cycle time optimization results gave an average performance increase with a delay parameter of 22% and a queue length parameter of 19%. In addition, for the coordination of signals to intersections, it provides a performance increase of 35% from the conditions before optimization.

Keywords: Signalized Intersection, Optimization, Coordination, Vissim

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persimpangan merupakan tempat dimana terjadinya perpotongan ruas jalan yang mengakibatkan terjadinya konflik arus lalu lintas yang akhirnya menyebabkan kemacetan (Greace Hutahaeen and Hartanto Susilo 2021). Ada beberapa faktor penyebab utama terjadinya kemacetan yakni meningkatnya jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas simpang sehingga mengakibatkan volume kendaraan melebihi kapasitas yang sudah ada serta jarak antar persimpangan yang berdekatan menyebabkan peningkatan tundaan (Maryam and Basri Said 2021).

Kabupaten Kotabaru memiliki tiga simpang bersinyal dan satu simpang dengan pengendalian bundaran yang terletak di pusat kegiatan dan jarak antar simpang yang berdekatan yakni 400-800 meter 800meter dengan pengendalian simpang bersinyal yang masih terisolasi dan mengakibatkan banyaknya tundaan. Berdasarkan Laporan Umum Kinerja Transportasi Darat Kabupaten Kotabaru (2021) tiga

Panjang antrian pada Simpang Irama sebesar 41,04 meter, Simpang Pasar sebesar 40,25 meter, dan Simpang Polres sebesar 63,90 meter dan untuk waktu tundaan

Simpang Irama sebesar 62,66 detik/smp, Simpang Pasar sebesar 57,06 detik/smp, dan Simpang Polres sebesar 76,9 detik/smp. Dengan nilai tundaan tersebut keempat simpang tersebut memiliki tingkat pelayanan atau *Level of Service* E untuk Simpang Pasar, dan F untuk Simpang Irama dan Simpang Polres. Selain itu, Simpang Tugu Nelayan memiliki Derajat Kejenuhan atau Peluang antrian sebesar 6-13% dan Tundaan sebesar 7,03 detik/smp. Dengan kinerja simpang tersebut sudah seharusnya dilakukan optimalisasi. Untuk menindak lanjuti permasalahan tersebut, perlu diadakannya penelitian terkait optimalisasi keempat simpang tersebut untuk mengurangi waktu tundaan dan panjang antrian yang terjadi. penelitian ini dilakukan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan PTV Vissim 9.

TINJAUAN PUSTAKA

Simpang Bersinyal

Berdasarkan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2013 pasal 1 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang.

Simpang Bersinyal

Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi – fungsi tersebut dibawah ini (Oglesby,1999):

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan
3. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu
4. Menkoordinasikan lalulintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan pada kecepatan tertentu

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015 tentang pedoman Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas. Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas:

Tabel 1 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Tundaan Per Kendaraan (Detik/Kendaraan)
A	Kurang dari 5 detik
B	5-15
C	15-25
D	25-40
E	40-60
F	Lebih dari 60

Fase

Fase yaitu suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama (Direktorat Jenderal Bina Marga 1997).

Waktu Siklus

Waktu satu periode lampu lalu lintas, dalam arti lain adalah waktu dari mulai hijau hingga mulai hijau lagi berikutnya (Direktorat Jenderal Bina Marga 1997). Waktu siklus yang direkomendasikan dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
2 Fase	40-80
3 Fase	50-100
4 Fase	80-130

Waktu Antar Hijau dan Kuning

Penentuan waktu antar hijau diambil dari perbedaan antara akhir waktu hijau suatu fase dengan awal waktu hijau pada fase berikutnya. Waktu antar hijau ini dimaksudkan agar pada saat fase berikutnya mulai hijau, maka arus lalu lintas yang bergerak pada fase tersebut semuanya sudah bersih dari persimpangan, sehingga tidak ada konflik antara arus lalu lintas pada fase tersebut dengan arus lalu lintas pada fase berikutnya (Munawar, 2006).

Koordinasi Simpang

Prinsip dasar koordinasi adalah waktu siklus yang optimum antara lampu lalu lintas dikoordinasikan. Situasi ini dicapai jika waktu siklus sama dengan waktu perjalanan atau *offset-offsetnya* sama dengan waktu perjalanan

Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya. (Papacostas and Prevedouros 2005). Waktu offset dapat dihitung melalui diagram koordinasi. Namun, waktu offset juga dapat digunakan untuk memulai membentuk lintasan koordinasi.

Bandwith adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir (Papacostas and Prevedouros 2005). Bandwidth adalah besar lintasan, 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 sampai menemukan posisi yang tepat (tidak terkena sinyal merah) atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat bandwidth dapat terpenuhi. Keduanya berada dalam kecepatan yang konstan dan merupakan platoon yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.

PTV Vissim

Program Vissim ialah program simulasi mikroskopis, berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk melakukan pemodelan lalu lintas perkotaan. Program ini digunakan menganalisis operasi Vissim ini dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkher AG*) di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari "*Verkehr Städten - SIMulationsmodell*" (bahasa Jerman untuk "Lalu lintas di kota - model simulasi"). Program ini dimulai pada tahun 1992 dan telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi lalu lintas. (Haryadi, Tajudin, and Muchlisin 2017)

Kalibrasi dan Validasi pada Vissim

Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Dari analisa statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran *vissim* (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) mendekati hasil observasi (Aldo 2021)

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus *Geoffrey E. Havers (GEH)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai error. Sedangkan rumus *MAPE* yang juga dikenal sebagai rata-rata deviasi persentase absolut tersebut yang merupakan persentase perbedaan antara data yang sebenarnya dengan data perkiraan. Berikut merupakan rumus *GEH* dan *MAPE*:

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}}$$

dengan:

q = data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

Tabel 3 Kesimpulan dari Hasil Perhitungan Rumus Statistik *Geoffrey E. Havers*

GEH < 5,0	diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	peringatan: kemungkinan model eror atau data buruk
GEH > 10,0	ditolak

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\%$$

Dimana:

n = banyaknya/jumlah data

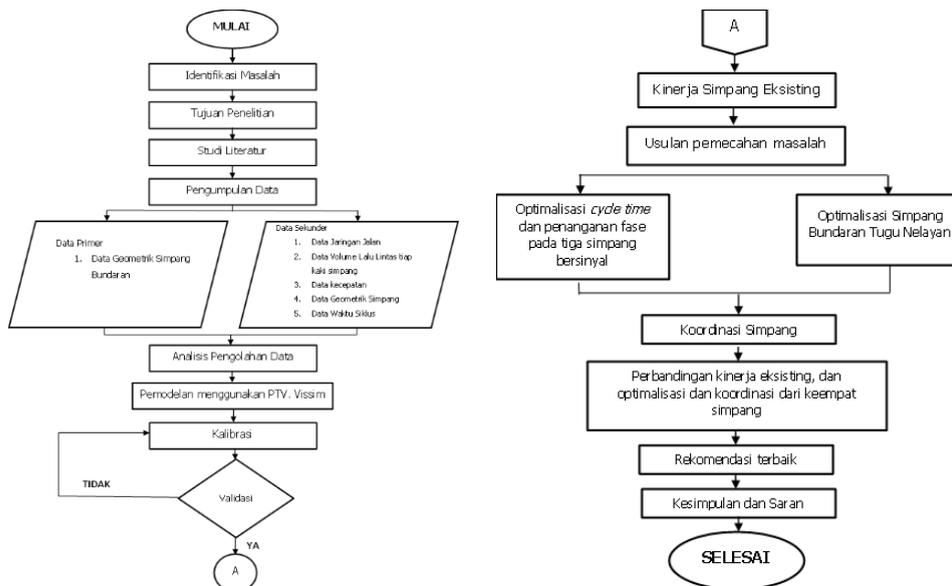
A_t = data di lapangan/ Observasi

F_i = data simulasi

Tabel 4 Kesimpulan dari hasil perhitungan rumus *Mean Absolute Percentage Error*

≤ 10	Hasil Peramalan sangat akurat
10-20	Hasil Peramalan baik
20-50	Hasil peramalan layak
> 50	Hasil peramalan tidak akurat

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan metodologi penelitian dari tahap awal identifikasi masalah, rumusan masalah, pengumpulan data sekunder dan data primer, pengolahan dan analisis data, pemodelan lalu lintas dengan software Vissim hingga tahap akhir adanya rekomendasi untuk optimalisasi kinerja simpang tersebut.

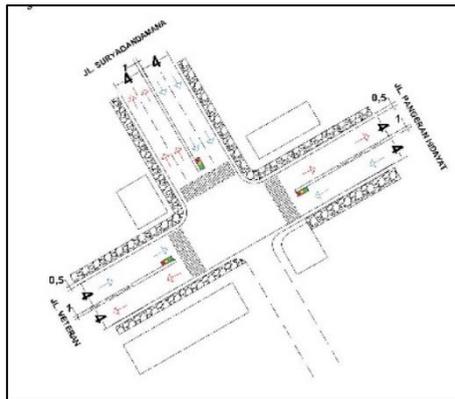
Jenis penelitian ini termasuk dalam jenis hipotesis komparatif, yaitu penelitian bersifat membandingkan, dengan analisis data bersifat kuantitatif.

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Data yang digunakan dalam penunjang analisis penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari keadaan atau kondisi dilapangan saat dilakukan pengambilan data yang memungkinkan data tersebut adalah data paling baru. Data primer yang di amati meliputi volume lalu lintas kendaraan, geometri persimpangan, kecepatan kendaraan, jarak aman. Sedangkan data sekunder adalah data untuk melengkapi dan menunjang data primer yang dapat didapatkan dari berbagai instansi pemerintahan.

Geometrik dan waktu siklus simpang eksisting

1. Simpang Irama



Gambar 2 Geometri Simpang Irama

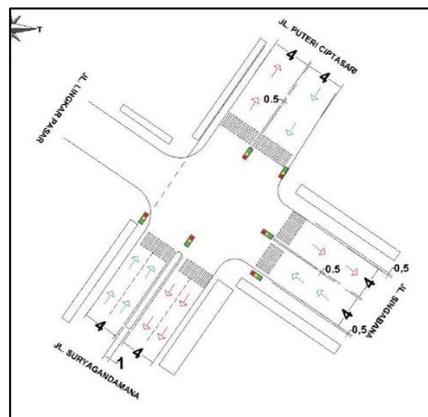


81

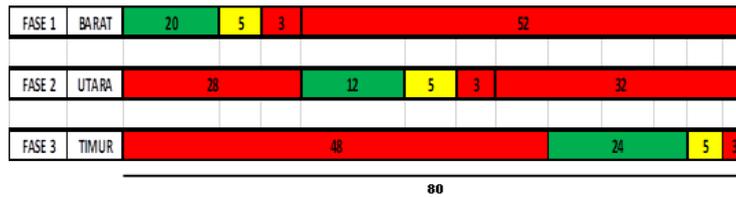
Gambar 3 Diagram Waktu Siklus Simpang Irama

Simpang Irama merupakan simpang bersinyal dengan tiga lengan dan memiliki waktu siklus sebesar 81 detik

2. Simpang Pasar



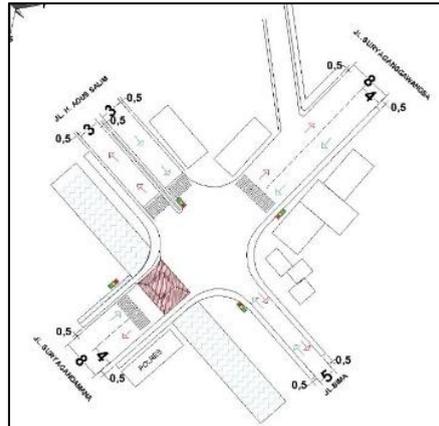
Gambar 3 Geometrik Simpang Pasar



Gambar 4 Diagram Waktu Siklus Simpang Pasar

Simpang Pasar merupakan simpang bersinyal dengan tiga lengan dan memiliki waktu siklus sebesar 80 detik

3. Simpang Polres



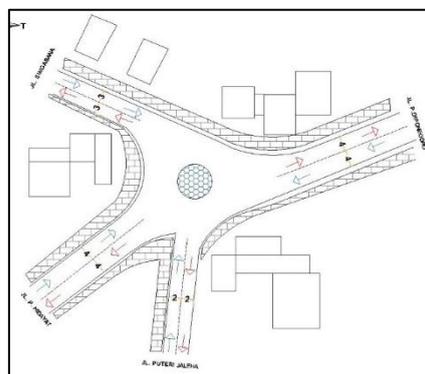
Gambar 5 Geometrik Simpang Polres



Gambar 6 Diagram waktu siklus Simpang Polres

Simpang Polres merupakan simpang bersinyal dengan empat lengan dan memiliki waktu siklus sebesar 110 detik

4. Simpang Tugu Nelayan

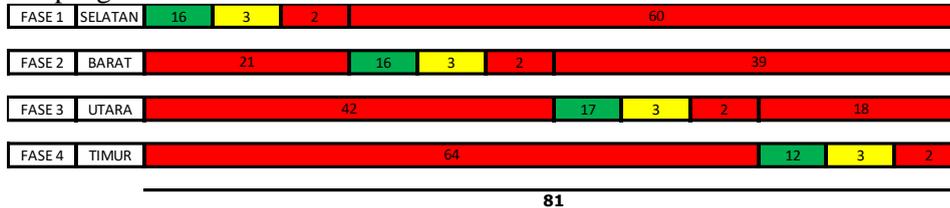


Gambar 7 Geometrik Simpang Tugu Nelayan

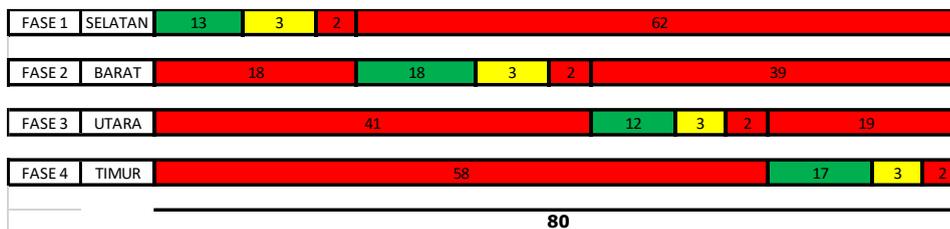
2. Simpang Pasar



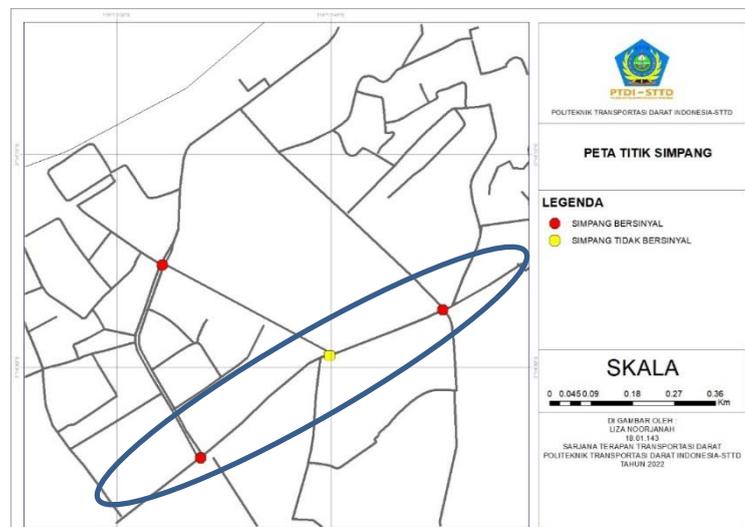
3. Simpang Polres



4. Simpang Tugu Nelayan



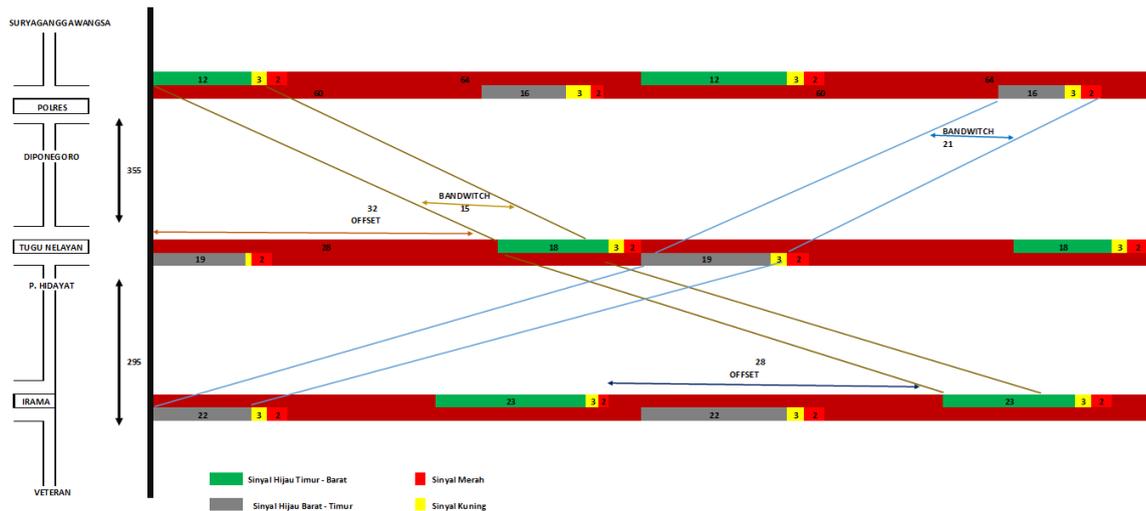
Koordinasi tiga simpang



Gambar 7 Peta titik simpang koordinasi

Setelah dilakukan optimalisasi *cycle time* pada setiap simpang, tiga simpang yang berada dalam satu koridor yang sama dilakukan koordinasi. dimana syarat untuk dilakukannya koordinasi ialah waktu siklus untuk seluruh simpang yang di koordinasikan adalah sama. Maka dilakukan penyesuaian terhadap waktu siklus ketiga simpang dengan mengikuti waktu siklus yang paling optimal dari ketiga simpang tersebut.

Ketiga simpang yang dikoordinasikan yakni Simpang Irama, Simpang Tugu Nelayan dan Simpang Polres. Waktu siklus yang digunakan untuk koordinasi ialah waktu siklus optimal Simpang Polres sebesar 81 detik. Berikut diagram koordinasi dua arah dari ketiga simpang tersebut:



Gambar 8 Diagram Offset dua arah

Berdasarkan diagram offset diatas rencana pengaturan koordinasi simpang dari 2 arah yaitu arah timur dan arah barat. Untuk penentuan nilai *bandwidth* diperoleh dari perbedaan waktu dalam lintasan parallel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir, maka *bandwidth* untuk arah timur 15 detik dan arah barat 21 detik. Sedangkan untuk penentuan nilai *offset* yaitu perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya. Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi. Untuk nilai offset dari Simpang Polres ke Tugu Nelayan yaitu 32 detik dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam, dan nilai offset dari Simpang Tugu Nelayan ke Simpang Irama yaitu 28 detik dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam.

Perbandingan Kinerja Eksisting, Optimalisasi dan Koordinasi

Tabel 7 Perbandingan Kinerja Eksisting, Optimalisasi dan Koordinasi Simpang dengan parameter Panjang Antrian

Simpang	Lengan	Qlen (m)					
		Eksisting	Optimalisasi	Peningkatan kinerja	Optimalisasi	Koordinasi	Peningkatan kinerja
Irama	Suryagandamana	100.21	18.38	82%	18.38	15.03	18%
	Veteran	110.22	92.33	16%	92.33	80.22	13%
	Pangeran Hidayat	41.18	86.62	-110%	86.62	81.02	6%
	Rata-rata	83.87	65.77	22%	65.77	58.76	11%
polres	H. Agus Salim	21.42	35.79	-67%	35.79	20.17	44%
	Suryaganggawamgsa	94.98	117.7	-24%	117.7	92.03	22%
	P.Diponegoro	211.99	132.49	38%	132.49	42.32	68%
	Bima	32.36	26.66	18%	26.66	30.70	-15%
Rata-rata	90.18	74	18%	74	46.31	37%	
Tugu nelayan	Singabana	10.21	8.66	15%	8.66	9.40	-9%
	P.Diponegoro	12.11	15.22	-26%	15.22	14.30	6%
	P. hidayat	103.75	80.22	23%	80.22	62.33	22%
	puteri jaleha	14.6	16.2	-11%	16.2	17.20	-6%
Rata-rata	35.16	30.07	14%	30.07	25.81	14%	
Pasar	Puteri Cipta Sari	112.64	98.23	13%			
	Singabana	98.79	72.01	27%			
	Suryagandamana	17.36	12.22	30%			
Rata-rata	76.26	60.82	20%				

Berdasarkan hasil dari optimalisasi *cycle time* dapat dilihat peningkatan kinerja persimpangan dengan indikator panjang antrian naik sebesar 22% dari kondisi eksisting, untuk Simpang Polres pada panjang antrian naik 18%, untuk Simpang Tugu Nelayan panjang antrian naik sebesar 14%, dan untuk Simpang Pasar panjang antrian sebesar 20% dari kondisi eksisting. Dan untuk kinerja persimpangan setelah dilakukan koordinasi simpang pada ketiga simpang yakni Simpang Irama, Simpang Tugu Nelayan, dan Simpang Polres di dapatkan peningkatan kinerja yakni

panjang antrian Simpang Irama naik sebesar 11%, Simpang Tugu Nelayan sebesar 14% dan Simpang Polres sebesar 37%.

Tabel 8 Perbandingan Kinerja Eksisting, Optimalisasi dan Koordinasi Simpang dengan parameter tundaan

Simpang	Lengan	Vehdelay (s)					
		Eksisting	Optimalisasi	Peningkatan kinerja	Optimalisasi	Koordinasi	Peningkatan kinerja
Irama	Suryagandamana	78.32	40.12	49%	40.12	32.03	20%
	Veteran	81.32	69.12	15%	69.12	52.02	25%
	Pangeran Hidayat	76.2	65.22	14%	65.22	60.29	8%
	Rata-rata	78.66	59.7	24%	59.7	47.79	20%
polres	H. Agus Salim	62.33	57.77	7%	57.77	47.60	18%
	Suryaganggawangsa	83.48	90.29	-8%	90.29	80.56	11%
	P.Diponegoro	110.88	90.01	19%	90.01	42.92	52%
	Bima	55.69	38.6	31%	38.6	26.32	32%
	Rata-rata	80.05	68.11	15%	68.11	48.57	29%
Tugu nelayan	Singabana	20.47	32.36	-58%	32.36	38.52	-19%
	P.Diponegoro	7.76	22.53	-190%	22.53	22.56	0%
	P. hidayat	212.92	105.32	51%	105.32	72.36	31%
	puteri jaleha	73.97	59.01	20%	59.01	39.20	34%
	Rata-rata	79.61	54.77	31%	54.77	44.70	18%
Pasar	Puteri Cipta Sari	92.44	78.02	16%			
	Singabana	45.66	30.22	34%			
	Suryagandamana	72.25	68.02	6%			
	Rata-rata	72.07	59.57	17%			

Berdasarkan hasil dari optimalisasi *cycle time* dapat dilihat peningkatan kinerja persimpangan dengan parameter tundaan pada Simpang Irama naik sebesar 24% dari kondisi eksisting, Simpang Polres naik sebesar 15% dari kondisi eksisting, Simpang Tugu Nelayan pada tundaan naik sebesar 31% dan untuk Simpang Pasar pada tundaan naik sebesar 17% dari kondisi eksisting. Selain itu, untuk kinerja persimpangan setelah dilakukan koordinasi simpang pada ketiga simpang yakni Simpang Irama, Simpang Tugu Nelayan, dan Simpang Polres di dapatkan peningkatan kinerja untuk indikator tundaan juga mengalami penurunan yakni untuk Simpang Irama untuk kondisi eksisting sebesar 78,66 detik menjadi 47,79 detik, Simpang Tugu Nelayan yang awalnya memiliki tundaan sebesar 79,61 detik menjadi 44,70 detik, dan untuk Simpang Polres yang awalnya memiliki tundaan sebesar 80,05 detik menjadi 48,57 detik.

Dari dua metode yang dilakukan untuk menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik, koordinasi simpang dinilai lebih efektif dalam meningkatkan kinerja simpang berdasarkan parameter panjang antrian dan tundaan pada simpang.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis dari penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil analisis perhitungan kondisi eksisting keempat simpang yang berada dengan jarak antar simpang yang berdekatan, serta kinerja persimpangan yang buruk dengan indikator panjang antrian serta tundaan. Kemudian dilakukan peningkatan kinerja simpang baik secara optimasi terisolasi maupun koordinasi sinyal antar simpang. Hasil kinerja simpang eksisting menggunakan software Vissim yakni untuk Simpang Irama memiliki panjang antrian rata-rata 83,87meter dan tundaan sebesar 78,66 detik, Simpang Pasar memiliki panjang antrian rata-rata 76,26meter dan tundaan sebesar 72,07 detik, Simpang Tugu Nelayan memiliki panjang antrian rata-rata sebesar 35,16meter dan tundaan sebesar 79,81 detik, dan Simpang Polres memiliki panjang antrian rata-rata sebesar 90,18meter dan tundaan sebesar 80,05 detik.
2. Hasil dari optimalisasi *cycle time* dapat dilihat peningkatan kinerja persimpangan dengan parameter tundaan pada Simpang Irama naik sebesar 24% dari kondisi eksisting dan untuk indikator panjang antrian naik sebesar 22% dari kondisi eksisting, untuk Simpang Polres naik sebesar 15% dari kondisi eksisting pada tundaan dan pada panjang antrian naik 18%, untuk Simpang Tugu Nelayan pada tundaan naik sebesar 31% dan panjang antrian naik sebesar 14%, dan untuk Simpang Pasar pada tundaan naik sebesar 17% dan panjang antrian sebesar 20% dari kondisi eksisting.
3. Hasil dari peningkatan kinerja persimpangan yang dilakukan pada ketiga simpang dengan koordinasi sinyal, menunjukkan bahwa mampu meningkatkan kinerja persimpangan dilihat dari penurunan panjang antrian dan tundaan dari ketiga persimpangan tersebut, yakni panjang antrian Simpang Irama yang pada kondisi eksisting 83,87meter menjadi 58,76meter, Simpang Tugu Nelayan yang awalnya memiliki panjang antrian 35,16meter menjadi 25,81meter dan untuk Simpang Polres yang awalnya pada kondisi eksisting sebesar 90,18meter menjadi 46,31meter setelah dilakukannya koordinasi simpang. Selain itu, untuk indikator tundaan juga mengalami penurunan yakni untuk Simpang Irama untuk kondisi eksisting sebesar 78,66 detik menjadi 47,79

detik, Simpang Tugu Nelayan yang awalnya memiliki tundaan sebesar 79,61 detik menjadi 44,70 detik, dan untuk Simpang Polres yang awalnya memiliki tundaan sebesar 80,05 detik menjadi 48,57 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldo, Juan Nicholas. 2021. "ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL PASAR PON MENGGUNAKAN PROGRAM SIMULASI PTV VISSIM." *Matriks Teknik Sipil* 9 (2): 114. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i2.53550>.
- Candra Kirono, Joko, Nirwana Puspasari, and Noviyanthi Handayani. 2018. "Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang (Studi Kasus Jalan Rajawali-Tingan Dan Jalan Rajawali-Garuda)." Vol. 6.
- Departemen Perhubungan. 2015. *Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Greace Hutahaean, Yopi, and Budi Hartanto Susilo. 2021. "Evaluasi Simpang Bersinyal Taman Sari-Cikayapang Kota Bandung Dengan Analisis Vissim." *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 17.
- Haryadi, Deka, Ihksan Tajudin, and Muchlisin. 2017. *Modul Pembelajaran Traffic Micro-Simulation Program PTV. Vissim 9*.
- Haryanti, Nurjannah, Putri Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Dan Lingkungan, Muhammad Zudhy, and Irawan Dosen. 2015. "MIKROSIMULASI MIXED TRAFFIC PADA SIMPANG BERSINYAL DENGAN PERANGKAT LUNAK VISSIM (STUDI KASUS: SIMPANG TUGU, YOGYAKARTA)."
- Hasti Primasari, Yulinar, Des Aufa Azhar, and Agus Sasmito. 2020. "Optimalisasi Waktu Hijau APILL Untuk Mengurangi Kadar Polusi Udara Pada Simpang Bersinyal."
- Irawan, Muhammad Zudhy, Dan Nurjannah, and Haryanti Putri. 2015. "KALIBRASI VISSIM UNTUK MIKROSIMULASI ARUS LALU LINTAS TERCAMPUR PADA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS: SIMPANG TUGU, YOGYAKARTA)."
- LAPORAN UMUM KINERJA TRANSPORTASI DARAT KABUPATEN KOTABARU*. 2021.
- Lubis, Afdala Gani, and Berlian Kushari. 2020. "ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG (Simpang Tugu-Simpang AM Sangaji Yogyakarta)."
- Maryam, St H, and Lambang Basri Said. 2021. "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Persimpangan Jalan Di Kota Makassar."
- Munawar, Ahmad. 2006. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*.
- Nabillah, Ida, and Indra Ranggadara. 2020. "Mean Absolute Percentage Error Untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut." *JOINS (Journal of Information System)* 5 (2): 250–55. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>.
- Papacostas, C S, and P D Prevedouros. 2005. *Transportation Engineering and Planning Third Edition*.
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*.
- . 2013. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*.
- PTV Planung Transport. 2018. *PTV VISSIM 10 USER MANUAL*. www.ptvgroup.com.
- Widodo, Amin. 2018. "Evaluasi Dan Pengaturan Simpang Bersinyal Terkoordinasi Dengan Metode MKJI 1997 Dan Transyt 14.1 Di Jalan Brigjen Katamso Kota Parakan" 01: 1–13.
- Wikayanti, Novia, Heri Azwansyah, and S Nurlaily Kadarini. 2018. "PENGUNAAN SOFTWARE VISSIM UNTUK ANALISIS SIMPANG BERSINYAL." *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*.
- Winnetou, Ibnu Ariemasto, and Ahmad Munawar. 2015. "PENGUNAAN SOFTWARE VISSIMUNTUK EVALUASI HITUNGAN MKJI 1997 KINERJA RUAS JALAN PERKOTAAN (STUDI KASUS : JALAN AFFANDI, YOGYAKARTA)."