

Simulasi Kinerja Persimpangan Sebagai Upaya Preventif Kemacetan Pada Simpang Kominfo-Kencana-Kodim di Kabupaten Grobogan

Intersection Performance Simulation As An Effort To Prevent Congestion At Kominfo Intersection-Kencana Intersection-Kodim Intersection In Grobogan District

Fajar Faqih¹, Yuanda Patria Tama²

^{1,2}Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jalan Raya Setu No. 89, Cibuntu, Kec. Cibitung, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia
yuanda.tama@ptdisttd.ac.id

ABSTRACT

Based on data from the Central Java Provincial Statistics Agency, the average vehicle growth in Grobogan Regency is 4.9% per year. This shows that each year more and more vehicles are used by the people. In addition, based on Presidential Regulation No. 60 of 2022 the Purwodadi Urban Area which is included in the Kedungsepur National Strategic Area is planned to be developed into an international Center for Economic Activities. It is feared that in the next few years the traffic flow can no longer be controlled resulting in severe congestion. Preventive efforts are important so that steps in problem-solving efforts can be taken before the problem itself occurs in the future. This is what wants to be applied to the intersection at the R. Suprpto - MT. Haryono Grobogan Regency because this road is located in the Central Business District (CBD) area. Efforts to improve intersection performance are carried out in 2 stages, namely during the existing year and the plan year, to find out the conditions of the plan year, traffic forecasting is carried out. Further comparisons are made to determine the best proposals that can be applied to each intersection. From the analysis calculation, it is known that the performance of the three intersections in 2023 has improved compared to the existing conditions after the best recommendation is made. Kominfo intersection which previously had a delay time of 27.02 sec/pcu to 12.94 sec/pcu, kencana intersection from 38.68 sec/pcu down to 13.18 sec/pcu, and kodim intersection with an existing delay time of 15.94 sec/pcu down to 12.58 sec/pcu. Furthermore, in 2029 handling efforts were again carried out to maintain the performance of each intersection to remain good.

Keywords: Urban Area, Preventive Action, Intersection Performance, Forecasting.

ABSTRAK

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, rata-rata pertumbuhan kendaraan Kabupaten Grobogan yaitu sebesar 4.9% pertahun. Hal ini menunjukkan bahwa tiap tahunnya semakin banyak kendaraan yang digunakan oleh masyarakat. Selain itu, berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2022 Kawasan Perkotaan Purwodadi yang termasuk dalam Kawasan Strategis Nasional Kedungsepur direncanakan untuk dikembangkan menjadi Pusat Kegiatan Ekonomi berskala internasional. Hal inilah yang ingin diterapkan pada persimpangan di ruas jalan R. Suprpto – MT. Haryono Kabupaten Grobogan karena ruas jalan ini berada di kawasan Central Business District (CBD). Upaya peningkatan kinerja simpang dilakukan 2 tahap yaitu saat tahun eksisting dan tahun rencana, untuk mengetahui kondisi tahun rencana dilakukan forecasting lalu lintas. Perbandingan selanjutnya dilakukan untuk mengetahui usulan terbaik yang dapat diterapkan pada tiap simpang. Dari hasil perhitungan analisis, diketahui kinerja ketiga simpang pada tahun 2023 mengalami peningkatan dibanding kondisi eksisting setelah dilakukan rekomendasi usulan terbaik. Simpang kominfo yang sebelumnya memiliki waktu tundaan sebesar 27.02 det/smp menjadi 12.94 det/smp, simpang kencana dari 38.68 det/smp turun menjadi 13.18 det/smp, dan simpang kodim dengan waktu tundaan eksisting 15.94 det/smp turun menjadi 12.58 det/smp. Selanjutnya pada tahun 2029 upaya penanganan kembali dilakukan untuk mempertahankan kinerja tiap simpang agar tetap baik.

Kata Kunci: Kawasan Perkotaan, Upaya Preventif, Kinerja Persimpangan, Forecasting.

1. PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan suatu daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan, termasuk fasilitas lain pada jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Ginanjari 2019).

Menurut Ratag, (2022) permasalahan yang terjadi pada persimpangan yaitu timbulnya konflik yang dapat berakibat pada penurunan kapasitas jalan, penurunan tingkat keamanan dan meningkatnya keterlambatan. Pemasangan lampu lalu lintas menjadi salah satu upaya untuk menangani permasalahan

Corresponding Author Email: yuanda.tama@ptdisttd.ac.id

Submit: 02-08-2024, Diterima: 25-12-2024, Publish: 28-12-2024

tersebut. Namun seiring dengan berjalannya waktu, permasalahan lainnya akan timbul saat angka pertumbuhan lalu lintas semakin meningkat akibat dari bertambahnya jumlah penduduk.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, rata-rata pertumbuhan kendaraan yaitu sebesar 4.9%. Hal ini menunjukkan bahwa tiap tahunnya semakin banyak kendaraan yang digunakan oleh masyarakat. Selain itu berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Kawasan Perkotaan Kendal, Demak, Ungaran, Salatiga, Semarang, dan Purwodadi pada pasal 5 dijelaskan rencana pengembangan Kawasan Perkotaan Kedungsepur, kemudian pada pasal 6 dijelaskan tujuan penataan ruang Kawasan Perkotaan Kedungsepur yaitu untuk mewujudkan Kawasan Perkotaan sebagai pusat kegiatan ekonomi berskala internasional berbasis perdagangan barang dan/atau jasa, industri, pariwisata dan ekonomi kreatif. Dengan adanya rencana ini tentunya akan mengakibatkan berbagai kegiatan semakin terpusat di Kecamatan Purwodadi, dikhawatirkan pada beberapa tahun mendatang arus lalu lintas tidak dapat lagi dikendalikan sehingga terjadi kemacetan yang parah.

Ada beberapa dampak negatif ketika kemacetan terjadi, baik yang dirasakan pengemudi maupun dilihat dari segi ekonomi dan lingkungan. Bagi pengemudi kendaraan, kemacetan akan menimbulkan ketegangan (stress). Selain itu juga akan menimbulkan dampak negatif ditinjau dari segi ekonomi berupa kehilangan waktu karena waktu perjalanan yang lama serta bertambahnya biaya operasi kendaraan (Gustav, 2016). Kemacetan lalu lintas merupakan masalah umum yang dihadapi oleh banyak wilayah perkotaan di seluruh dunia, dan dampak buruknya terhadap individu, masyarakat, dan lingkungan tidak dapat diabaikan. Salah satu konsekuensi utama dari kemacetan lalu lintas adalah meningkatnya stres mental dan terganggunya rutinitas harian masyarakat, yang mengakibatkan tekanan darah tinggi, suasana hati yang negatif, dan berkurangnya toleransi terhadap frustrasi (Mohajan, 2020). Lebih jauh lagi, kemacetan lalu lintas memiliki implikasi ekonomi yang signifikan, karena menyebabkan peningkatan biaya produksi bisnis akibat waktu tempuh yang lebih lama, keterlambatan pengiriman, dan biaya bahan bakar yang lebih tinggi. (Ratag et al., 2022). Pemerintah dan pembuat kebijakan telah menyadari perlunya mengatasi masalah ini, dan para peneliti telah mengeksplorasi berbagai strategi untuk mengurangi dampak kemacetan lalu lintas.

Permasalahan pada simpang akan terjadi apabila arus lalu lintas terus meningkat tiap tahunnya tanpa diiringi dengan upaya untuk menangani infrastruktur transportasi yang memadai (Tama, 2016). Adapun permasalahan yang dapat terjadi yaitu adanya konflik yang diakibatkan oleh pergerakan dari tiap lengan simpang, kemudian adanya antrian yang panjang serta tundaan yang lama jika volume lalu lintas pada simpang tersebut tinggi. Oleh karena itu perlu adanya upaya preventif untuk mencegah terjadinya permasalahan lalu lintas di masa yang akan datang.

Pada Kabupaten Grobogan terdapat 3 simpang yang saling berdekatan di ruas jalan R. Suprpto yaitu simpang kominfo, simpang kencana, dan simpang kodim. Ke-3 simpang ini berada pada kawasan Central Business District. Berdasarkan hasil analisa Tim PKL Kabupaten Grobogan tahun 2023, diketahui kinerja pada simpang kominfo saat ini yaitu derajat kejenuhan sebesar 0.55, panjang antrian sebesar 33.82 m dan tundaan sebesar 27.02 det/smp, untuk simpang kencana yaitu derajat kejenuhan sebesar 0.53, panjang antrian sebesar 29.49 m dan tundaan sebesar 38.68 det/smp, serta simpang kodim yaitu derajat kejenuhan sebesar 0.35, panjang antrian sebesar 14.98 m dan tundaan sebesar 15.94 det/smp. Dilihat dari nilai tundaannya, ketiga simpang tersebut berada pada Level Of Service D untuk simpang kominfo, D untuk simpang kencana, dan C untuk simpang kodim.

Upaya preventif yang dilakukan yaitu dengan melakukan upaya penanganan untuk meningkatkan kinerja persimpangan saat ini, setelah itu dilakukan forecasting tiap 2 tahun sekali hingga kinerja persimpangan menunjukkan kinerja yang buruk, kemudian dilakukan upaya penanganan kembali sehingga pergerakan arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut tetap melintas dengan lancar.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif, Penelitian kuantitatif terutama dengan kuantifikasi data, yang memungkinkan peneliti menggeneralisasi temuan mereka dari sampel ke populasi yang lebih besar. Pendekatan ini sering kali melibatkan penggunaan instrumen terstruktur dan terstandar seperti survei atau eksperimen untuk mengumpulkan data numerik, yang kemudian dianalisis menggunakan metode statistik (Mohajan, 2020). dengan desain penelitian deduktif pembahasan secara umum ke khusus. Desain penelitian ini dilaksanakan dengan mengidentifikasi masalah yang ada lalu mengumpulkan data primer yang didapat dari lapangan atau data sekunder yang didapat dari instansi terkait, buku, maupun jurnal untuk kemudian diolah dan dianalisis. Analisis yang dilakukan yaitu analisis kinerja upaya penanganan simpang pada tahun 2023 menggunakan PKJI 2023, analisis forecasting kinerja simpang

pada tahun rencana menggunakan metode *compounding factor*, serta analisis kinerja upaya penanganan simpang pada tahun rencana menggunakan PKJI 2023. Setelah analisis dilakukan, tahapan terakhir yaitu dilakukan penarikan kesimpulan dan saran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kinerja Upaya Penanganan Simpang Pada Tahun 2023

Terdapat 2 usulan upaya penanganan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja persimpangan pada tahun 2023 yang perhitungannya didasarkan pada PKJI 2023. Usulan 1 yaitu dengan mengoptimalkan waktu siklus berdasarkan PKJI 2023, usulan 2 yaitu melakukan perubahan fase serta penyesuaian waktu siklus. Dibawah ini merupakan waktu siklus dan kinerja setelah dilakukan usulan 1. Waktu Siklus Simpang Setelah Upaya Penanganan Usulan 1 Tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Waktu Siklus Simpang Setelah Upaya Penanganan Usulan 1 Tahun 2023

Simpang Kominfo								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	-	-	-				-	
S	1	34	19	2	3	15	0.33	58
T	3	40	13				0.22	
B	2	42	11				0.19	
Simpang Kencana								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	64	11				0.14	
S	3	52	23	2	3	15	0.29	80
T	2	63	12				0.15	
B	4	61	14				0.18	
Simpang Kodim								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	23	12				0.30	
S	1	23	12	2	3	10	0.30	40
T	2	17	18				0.45	
B	2	17	18				0.45	

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Dari tabel 1 diatas dapat dilihat terdapat penyesuaian waktu siklus pada masing-masing simpang, simpang Kominfo 58 detik, simpang Kencana 80 detik dan simpang Kodim 40 detik. Perubahan waktu siklus persimpangan merujuk pada penyesuaian durasi waktu yang diberikan untuk lampu lalu lintas di suatu persimpangan jalan, dengan tujuan mengatur aliran lalu lintas secara lebih efisien. Perubahan ini biasanya dilakukan untuk mengatasi perubahan volume kendaraan yang melintas, seperti pada jam sibuk atau saat ada kecelakaan atau hambatan di jalan. Dengan memodifikasi waktu siklus, diharapkan kemacetan dapat dikurangi, dan perjalanan menjadi lebih lancar. Teknologi modern, seperti sistem lampu lalu lintas berbasis sensor atau algoritma canggih, memungkinkan perubahan waktu siklus secara otomatis sesuai dengan kondisi lalu lintas yang sedang berlangsung. Setelah dilakukan upaya penanganan usulan 1 berupa penyesuaian waktu siklus dapat dilihat kinerja dari ketiga simpang Kominfo, Kencana, dan Kodim pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kinerja Simpang Setelah Upaya Penanganan Usulan 1 Tahun 2023

Nama Simpang	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Waktu Tundaan
	(DJ)	(Meter)	(Detik/SMP)
Kominfo	U	-	-
	S	0.45	23.13
	T	0.29	12.24
	B	0.31	8.46
Kencana	U	0.30	9.68
	S	0.37	20.92
	T	0.32	11.98
	B	0.36	12.84
Kodim	U	0.39	10.50
	S	0.16	3.85
	T	0.30	8.96
	B	0.32	9.68

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Kemacetan lalu lintas dan kinerja persimpangan yang buruk merupakan masalah yang sudah berlangsung lama dan mengganggu banyak wilayah perkotaan, yang menghambat kelancaran arus kendaraan, pejalan kaki, dan transportasi umum. Makalah penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dampak berbagai intervensi yang diusulkan terhadap kinerja persimpangan perkotaan, memberikan wawasan yang dapat menginformasikan para pengambil keputusan dan perencana transportasi dalam upaya mereka untuk meningkatkan arus lalu lintas, mengurangi keterlambatan, dan meningkatkan fungsionalitas persimpangan secara keseluruhan.

Analisis dalam makalah ini diambil dari beberapa studi utama yang telah mengeksplorasi penerapan simulasi lalu lintas tingkat lanjut dan teknik manajemen untuk mengatasi tantangan terkait persimpangan. Kinerja simpang setelah dilakukan upaya penanganan merujuk pada perubahan atau perbaikan yang terjadi pada derajat kejenuhan, panjang antrian, waktu tundaan, serta keselamatan pengguna jalan setelah penerapan langkah-langkah perbaikan tertentu.

Setelah dilakukan upaya penanganan usulan 1 berupa penyesuaian waktu siklus, kemudian dilakukan upaya penanganan usulan 2 yaitu melakukan perubahan fase serta penyesuaian waktu siklus untuk ketiga simpang tersebut. Dibawah ini merupakan waktu siklus dan kinerja setelah dilakukan usulan 2.

Tabel 3. Waktu Siklus Simpang Setelah Upaya Penanganan Usulan 2 Tahun 2023

Simpang Kominfo								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	-	-	-				-	
S	1	19	16	2	3	10	0.40	40
T	2	21	14				0.35	
B	2	21	14				0.35	
Simpang Kencana								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	29	16				0.32	
S	1	29	16	2	3	10	0.32	50
T	2	21	24				0.48	
B	2	21	24				0.48	
Simpang Kodim								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	58	15				0.19	
S	3	63	10	2	3	20	0.13	78
T	2	57	16				0.21	
B	4	56	17				0.22	

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Dari tabel 3 diatas dengan adanya usulan perubahan fase persimpangan, terdapat perubahan waktu siklus pada masing-masing simpang, simpang Kominfo 40 detik, simpang Kencana 50 detik dan simpang Kodim 78 detik. Perubahan fase persimpangan merujuk pada perubahan urutan atau status lampu lalu lintas di sebuah persimpangan jalan yang bertujuan untuk mengatur aliran kendaraan dan pejalan kaki dengan lebih efektif. Setiap fase menggambarkan waktu tertentu di mana lampu lalu lintas akan menyala untuk satu arah tertentu, seperti lampu hijau untuk arah tertentu, merah untuk arah lainnya, atau lampu kuning sebagai tanda transisi. Perubahan fase ini biasanya terjadi secara otomatis, berdasarkan waktu yang sudah diprogram atau dengan pertimbangan volume lalu lintas yang terdeteksi. Penyesuaian fase persimpangan yang tepat dapat mengurangi kemacetan, meningkatkan keselamatan, dan memperlancar pergerakan kendaraan serta pejalan kaki di persimpangan tersebut.

Tabel 4. Kinerja Simpang Setelah Upaya Penanganan Usulan 2 Tahun 2023

Nama Simpang		Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Waktu Tundaan
		(DJ)	(Meter)	(Detik/SMP)
Kominfo	U	-	-	-
	S	0.44	14.68	11.42
	T	0.22	7.16	11.69
	B	0.20	4.73	12.72
Kencana	U	0.25	4.98	16.22
	S	0.44	13.00	17.01
	T	0.10	4.58	9.07
	B	0.13	5.06	10.42
Kodim	U	0.61	24.71	34.81
	S	0.37	9.36	35.07
	T	0.58	25.61	33.27
	B	0.57	26.95	32.11

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Setelah kinerja simpang usulan 1 dan usulan 2 diketahui, selanjutnya dilakukan perbandingan untuk mengetahui rekomendasi usulan terbaik untuk tiap simpang.

Tabel 5. Perbandingan Kinerja Simpang Usulan 1 & Usulan 2 Tahun 2023

Nama Simpang	DJ		Panjang Antrian (meter)		Waktu Tundaan (detik/SMP)		Level Of Service	
	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2
	Kominfo	0.45	0.44	23.13	14.68	21.35	12.94	C
Kencana	0.37	0.44	20.92	13.00	31.86	13.18	D	B
Kodim	0.39	0.61	10.50	26.95	12.58	33.82	B	D

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa rekomendasi usulan terbaik untuk tiap simpang yaitu usulan 2 untuk simpang kominfo, usulan 2 untuk simpang kencana, dan usulan 1 untuk simpang kodim. Penentuan usulan terbaik didasarkan pada usulan yang meningkatkan kinerja paling tinggi.

3.2. Analisis Forecasting Kinerja Simpang Pada Tahun Rencana

Forecasting atau peramalan lalu lintas dilakukan untuk mengetahui kinerja simpang di tahun yang akan datang. Pada penelitian ini, *forecasting* dilakukan hingga kinerja simpang yang telah diterapkan rekomendasi usulan terbaik kembali memburuk yakni di tahun 2029. Untuk Perhitungan forecasting menggunakan metode compounding factor dimana data yang digunakan yaitu volume kendaraan pada tiap simpang di tahun 2023, lalu untuk nilai *i* atau pertumbuhan lalu lintasnya adalah 4,8% yang didapat berdasarkan pada buku Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017 dikarenakan tidak tersedianya data LHRT pada penelitian ini. Dibawah ini merupakan kinerja simpang setelah dilakukan *forecasting* untuk tahun 2029.

Tabel 6. Kinerja Simpang Dengan Usulan Terbaik Tahun 2029

Nama Simpang	DJ		Panjang Antrian (meter)		Waktu Tundaan (detik/SMP)		Level Of Service	
	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2
Kominfo	0.72	0.69	42.42	27.87	23.21	15.18	C	C
Kencana	0.52	0.62	31.04	29.74	32.74	17.22	D	C
Kodim	0.49	0.93	18.34	57.42	14.67	54.74	B	E

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa kinerja ke-3 simpang setelah diterapkannya usulan terbaik kembali memburuk pada tahun 2029, terlihat dari 2 simpang dengan *Level Of Service* C dan satu simpang dengan *Level Of Service* B yang hampir menyentuh C. Karena itu, upaya penanganan kembali dilakukan di tahun 2029 untuk menjaga kinerja simpang tetap baik.

3.3. Analisis Kinerja Upaya Penanganan Simpang Pada Tahun Rencana

Upaya penanganan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja persimpangan pada tahun 2029 yaitu dengan mengkoordinasikan persinyalan dari ketiga simpang. Koordinasi simpang bersinyal adalah proses pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas di beberapa persimpangan yang saling terhubung, dengan tujuan untuk menciptakan aliran lalu lintas yang lebih lancar dan efisien. Dalam sistem ini, lampu lalu lintas di beberapa simpang disinkronkan agar kendaraan dapat melaju tanpa terhenti terlalu lama di setiap persimpangan. Koordinasi ini sangat penting di jalan-jalan utama yang memiliki banyak simpang, terutama pada jam sibuk.

Pngaturan yang tepat, sistem ini dapat mengurangi kemacetan, mempercepat perjalanan, serta mengurangi emisi gas buang dari kendaraan. Teknologi modern, seperti sensor lalu lintas dan algoritma cerdas, memungkinkan koordinasi simpang bersinyal dilakukan secara dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas yang ada. Dengan pengaturan lampu lalu lintas yang terkoordinasi, aliran kendaraan menjadi lebih lancar, mengurangi kemacetan di persimpangan yang sibuk. Hal ini tidak hanya mempercepat waktu tempuh, tetapi juga mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, yang berkontribusi pada lingkungan yang lebih bersih. Selain itu, koordinasi ini juga meningkatkan keselamatan jalan raya dengan meminimalkan potensi tabrakan akibat penumpukan kendaraan di persimpangan. Secara keseluruhan, sistem ini membantu menciptakan pengalaman berkendara yang lebih efisien dan nyaman bagi pengendara serta pejalan kaki. Dibawah ini merupakan waktu tempuh dari simpang 1 ke simpang 3:

Tabel 7. Waktu Tempuh

Arah	Jarak (km)	Kecepatan (km/jam)	Waktu tempuh (detik)
Simpang 1 > Simpang 2	0.440	37.71	42
Simpang 2 > Simpang 3	0.337	33.35	35

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Setelah mendapatkan waktu tempuh, langkah selanjutnya yaitu menyamakan waktu siklus ketiga simpang. Dibawah ini merupakan waktu siklus dan kinerja dari ketiga simpang setelah dilakukannya koordinasi:

Tabel 8. Waktu Siklus Koordinasi

Simpang Kominfo								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	-	-	-				-	
S	1	23	22				0.44	
T	2	27	18	2	3	10	0.36	50
B	2	27	18				0.36	
Simpang Kencana								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	20	25				0.50	
S	1	20	25				0.50	
T	2	30	15	2	3	10	0.30	50
B	2	30	15				0.30	
Simpang Kodim								
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Merah (Detik)	Waktu Hijau (Detik)	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	Waktu Siklus (Detik)
U	1	24	21				0.42	
S	1	24	21				0.42	
T	2	26	19	2	3	10	0.38	50
B	2	26	19				0.38	

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Waktu siklus koordinasi simpang bersinyal adalah durasi yang ditetapkan untuk setiap fase lampu lalu lintas di beberapa persimpangan yang saling terhubung, dengan tujuan mengatur aliran kendaraan secara efisien. Pada sistem ini, waktu siklus diatur sedemikian rupa agar kendaraan dapat bergerak terus menerus tanpa harus berhenti di setiap persimpangan. Dengan koordinasi yang tepat, waktu siklus dapat disesuaikan dengan volume lalu lintas yang ada, mengurangi kemacetan dan mempercepat waktu tempuh. Sistem ini sangat berguna di kawasan padat lalu lintas, membantu meningkatkan efisiensi perjalanan serta mengurangi dampak negatif seperti polusi udara dan konsumsi bahan bakar.

Berdasarkan Tabel 8 diatas dengan adanya usulan koordinasi simpang bersinyal, waktu siklus di tiap persimpangan menjadi sama yaitu sebesar 50 detik di tiap simpang. Penyetaraan durasi waktu siklus di tiap simpang bertujuan untuk menyelaraskan durasi lampu lalu lintas di beberapa persimpangan yang terhubung dalam satu sistem koordinasi. Sebelumnya, masing-masing simpang mungkin memiliki waktu siklus yang berbeda, tergantung pada volume lalu lintas atau kondisi tertentu di setiap lokasi. Namun, dengan mengubahnya menjadi sama, aliran kendaraan di beberapa simpang yang saling berhubungan dapat lebih terkoordinasi dengan baik, mengurangi penumpukan kendaraan dan kemacetan. Pendekatan ini membantu

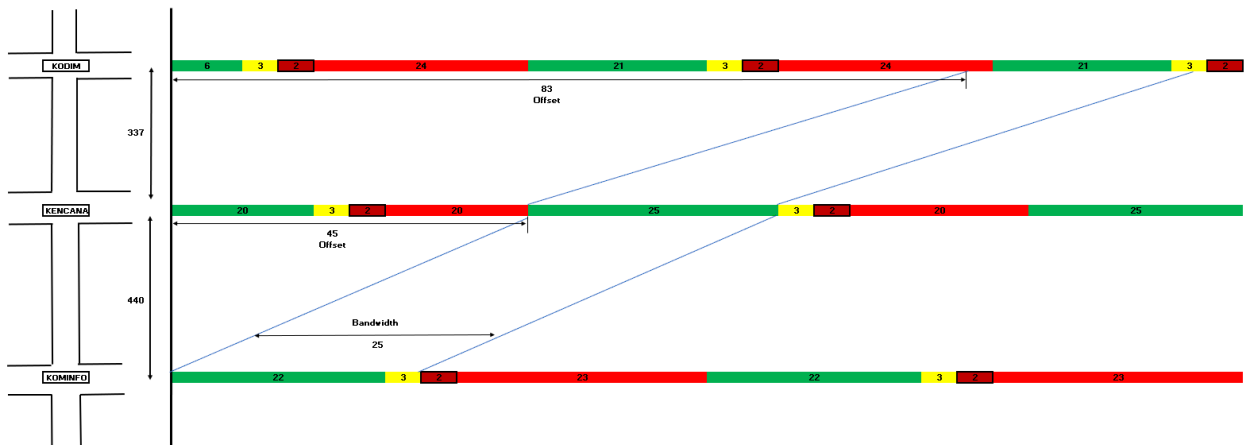
mempercepat perjalanan secara keseluruhan, karena kendaraan dapat terus bergerak tanpa terhambat terlalu lama di setiap persimpangan.

Tabel 9. Kinerja Simpang Koordinasi

Nama Simpang		Derajat Kejuhan	Panjang Antrian	Waktu Tundaan
		(DJ)	(Meter)	(Detik/SMP)
Kominfo	U	-	-	-
	S	0.50	28.57	12.73
	T	0.27	14.22	13.89
	B	0.24	9.34	14.86
Kencana	U	0.23	5.37	10.35
	S	0.40	14.44	10.74
	T	0.23	8.89	15.64
	B	0.30	9.86	16.70
Kodim	U	0.43	17.99	14.27
	S	0.18	6.37	12.88
	T	0.55	21.62	16.06
	B	0.57	23.93	16.51

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Setelah didapat waktu siklus dan kinerja dari koordinasi simpang, selanjutnya dilakukan penentuan waktu offset dan diagram koordinasinya. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan dari simpang 1 menuju simpang 2 yaitu 42 detik dan dari simpang 2 menuju simpang 3 yaitu 35 detik. Sehingga dapat diketahui waktu offset untuk ketiga simpang tersebut. Saat kendaraan akan melaju ketika lampu hijau dimulai akan terdapat waktu yang hilang yaitu saat pengendara bereaksi melihat sinyal hijau dan waktu untuk mencapai kecepatan rencana. Perkiraan waktu yang hilang dimulai saat awal lampu hijau yaitu 3 detik. Sehingga waktu offset untuk masing-masing simpang ditambah 3 detik, yang semula dari simpang 1 menuju simpang 2 membutuhkan waktu 42 detik menjadi 45 detik, dan simpang 2 menuju simpang 3 yang semula 35 detik menjadi 38 detik. Setelah diketahui waktu offset setiap simpang, maka dapat dibuat diagram koordinasi yang ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 1. Diagram Offset Koordinasi

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan diagram offset koordinasi pada gambar diatas, pengaturan koordinasi pada ketiga simpang direncanakan satu arah yaitu dari arah selatan ke utara. Selanjutnya dari diagram offset juga dapat diketahui kemampuan meloloskan kendaraannya. Perhitungan untuk mengetahui kemampuan meloloskan kendaraan yaitu sebagai berikut:

$$Presentase\ lolos\ kendaraan = \frac{waktu\ hijau\ yang\ terkena\ bandwidth}{waktu\ bandwidth} \times 100\%$$

Berikut merupakan kemampuan meloloskan kendaraan setelah dilakukan koordinasi pada ke-3 simpang:

Tabel 10. Kemampuan Meloloskan Kendaraan

Arah	Kemampuan meloloskan kendaraan
Simpang 1 > Simpang 2	100%
Simpang 2 > Simpang 3	92%
Rata-rata	96%

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Setelah koordinasi dilakukan, kinerja simpang kemudian dibandingkan antara usulan terbaik dengan usulan koordinasi untuk mengetahui kinerja yang lebih baik antara ke-2 usulan. Dibawah ini merupakan perbandingan kinerja antara usulan terbaik dengan usulan koordinasi:

Tabel 11. Perbandingan Kinerja Simpang Usulan Terbaik Pada Tahun 2023 dan Usulan Koordinasi Pada Tahun 2029

Nama Simpang	DJ	Panjang Antrian (meter)		Waktu Tundaan (detik/SMP)		Level Of Service			
		Usulan terbaik	Usulan Koordinasi	Usulan terbaik	Usulan Koordinasi	Usulan Terbaik	Usulan Koordinasi		
Kominfo	U	-	-	-	-	-	-	C	B
	S	0.69	0.5	27.87	28.57	20.11	12.73		
	B	0.35	0.27	11.87	14.22	12.28	13.89		
	T	0.31	0.24	7.77	9.34	13.15	14.86		
Kencana	U	0.36	0.23	7.3	5.37	16.73	10.35	C	B
	S	0.62	0.4	29.74	14.44	24.31	10.74		
	B	0.14	0.23	6.6	8.89	9.27	15.64		
	T	0.19	0.3	7.33	9.86	10.65	16.7		
Kodim	U	0.6	0.43	25.37	17.99	18.08	14.27	B	B
	S	0.25	0.18	6.15	6.37	14.4	12.88		
	B	0.46	0.55	15.05	21.62	12.83	16.06		
	T	0.49	0.58	16.4	23.93	13.04	16.51		

Sumber (Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa setelah dilakukannya usulan koordinasi, kinerja ke-3 simpang kembali membaik dengan *Level Of Service* berubah menjadi B.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan ini, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan antara lain Ada dua usulan upaya penanganan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang kominfo, simpang kencana, dan simpang kodim, usulan I yaitu melakukan pengoptimalan waktu siklus dan usulan II yaitu perubahan fase serta pengoptimalan waktu siklus, setelah dilakukan perhitungan usulan upaya penanganan kinerja ketiga simpang menunjukkan kondisi yang lebih baik dari sebelum dilakukan upaya penanganan. Hasil dari perhitungan *forecasting* yang dilakukan pada tahun 2029 menunjukkan kinerja yang semakin menurun, hal ini diakibatkan dari volume lalu lintas yang tiap tahun meningkat. Upaya penanganan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang kominfo, simpang kencana, dan simpang kodim pada tahun 2029 yaitu dengan melakukan koordinasi sinyal persimpangan. Setelah dilakukan koordinasi, kinerja simpang menunjukkan peningkatan dibanding sebelum dilakukannya upaya penanganan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk Dinas Perhubungan Kabupaten Grobogan perlu dilakukannya optimalisasi waktu siklus pada ketiga simpang dikarenakan kinerja simpang yang rendah yaitu pada simpang kominfo, simpang kencana, dan simpang kodim., diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam mengambil kebijakan terkait penanganan masalah lalu lintas khususnya pada simpang bagi Dinas Perhubungan Kabupaten Grobogan. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan optimalisasi simpang yang ada di Kabupaten Grobogan dengan pengamatan kondisi lalu lintas yang dilakukan dalam waktu yang lebih lama agar analisis dapat dilakukan lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2004, Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.
- _____, 2011, Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas.
- _____, 2022, Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2022 Tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Kawasan Perkotaan Kendal, Demak, Ungaran, Salatiga, Semarang, Dan Purwodadi.
- _____, 2014, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.
- _____, 2015, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas.
- _____, 2012, Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan Tentang Kabupaten Grobogan Pemerintah Kabupaten Grobogan.
- Anwar Ginanjar, and Ida Farida. 2019. “Pemodelan Simpang Bersinyal Terhadap Kinerja Simpang Jalan Terusan Pembangunan Dan Jalan Proklamasi Di Kabupaten Garut.” *Jurnal Konstruksi* 17 (1): 1–8. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.17-1.589>.
- Aini, Nurul, Medis S Surbakti, Khalifa Burhan, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Jl Perpustakaan, No Kampus, and U S U Medan. n.d. “Perilaku Berlalu Lintas Pada Pengendara Sepeda Motor Perempuan (Studi Kasus : Lingkungan Kampus Universitas Sumatera Utara),” 1–8.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Gustav, Reza. 2016. “Analisis Kinerja Ruas Jalan HOS Cokroaminoto Akibat Perkembangan Lalu Lintas Di Yogyakarta.” *Semesta Teknika* 15 (2): 167–77. <https://doi.org/10.18196/st.v15i2.1360>.
- Lesmana, Boy Surya, Yulis Widhiastuti, and Alfia Nur Rahmawati. 2023. “Perencanaan APILL Pada Simpang Tiga SMP N 1 Baureno Dengan Metode PKJI 2014.” *Seminar Nasional Teknik Sipil* 1 (1): 255–61.

- Mamentu, Samuel S, Lucia I R Lefrandt, and James A Timboeleng. 2019. "Evaluasi Penerapan Area Traffic Control System (ATCS) Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Teling)." *Jurnal Sipil Statik* 7 (2): 209–18
- Mohajan, H. K. 2020. Quantitative Research: A Successful Investigation in Natural and Social Sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 9, 52-79. <https://doi.org/10.26458/jedep.v9i4.679>
- Mulyawan, Iwan. 2010. "Penataan Kembali Daerah Pusat Kegiatan Bisnis/Central Bussines District (CBD) Di Kota Langsa." *Jurnal Ilmiah Jurutera* 03 (01): 14–22.
- Petropoulos, Fotios, Daniele Apiletti, Vassilios Assimakopoulos, Mohamed Zied Babai, Devon K. Barrow, Souhaib Ben Taieb, Christoph Bergmeir, et al. 2022. "Forecasting: Theory and Practice." *International Journal of Forecasting* 38 (3): 705–871. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>.
- Ratag, Deibert E K, Meike M Kumaat, and Semuel Y R Rompis. 2022. "Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Patung Kuda Paal 2)." *Tekno* 20 (82): 917–26.
- Tama, Y. P. 2016. Fenomena Lalu Lintas Simpang Bersinyal di Kota Bekasi (Studi Kasus: Simpang Tol Bekasi Timur). *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(2), 195-209.