

PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS TERHADAP KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 (STUDI KASUS : SIMPANG 4 LAMPER – GAJAH)

I Kadek Nanda Tiasa Diputra

Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat Bali
diputra.2003009@taruna.poltradabali.ac.id

I Gede Budiastawa

Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat Bali
budiastawa.2203007@taruna.poltradabali.ac.id

Putu Eka Suartawan

Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat Bali
putu.eka@poltradabali.ac.id

Stefanus Sylvan Ryanto

Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat Bali
sylvan.@poltradabali.ac.id

Abstract

Simpang 4 Lamper – Gajah is an intersection in Semarang City that has different phase arrangements and ineffective distribution of green time, resulting in poor intersection performance and service levels. This causes high traffic conflicts and affects overall traffic performance, as well as causing congestion that disturbs road users. This research aims to optimize the performance of intersections to reduce traffic conflicts by using the 2023 PKJI calculation method. The results of the analysis show that in the 2023 PKJI approach, the degree of existence is still better than the planning performance. For Planning I with a cycle time of 80 seconds, it proved to be the best option by reducing the queue length by 36% to 81.04 meters, Planning I delay with a cycle time of 110 seconds is a plan that can reduce the delay by 8% to 87.1 sec/smp.

Keywords: intersection performance, signaled intersections, queue length, cycle phase, PKJI 2023

Abstrak

Simpang 4 Lamper – Gajah merupakan simpang di Kota Semarang memiliki pengaturan fase yang berbeda dan distribusi waktu hijau yang kurang efektif mengakibatkan kinerja dan tingkat pelayanan simpang yang buruk. Hal ini menyebabkan tingginya konflik lalu lintas dan mempengaruhi kinerja lalu lintas secara keseluruhan, serta menimbulkan kemacetan yang mengganggu pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja simpang guna mengurangi konflik lalu lintas dengan menggunakan metode perhitungan PKJI 2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa dalam pendekatan PKJI 2023, derajat eksisting masih lebih baik dibandingkan dengan kinerja perencanaan. Untuk Perencanaan I dengan waktu siklus 80 detik, terbukti menjadi opsi terbaik dengan mengurangi panjang antrian sebesar 36 % menjadi 81,04 meter, tundaan Perencanaan I dengan waktu siklus 110 detik merupakan perencanaan yang dapat menurunkan tundaan sebesar 8 % menjadi 87,1 det/smp.

Kata Kunci: kinerja simpang, simpang bersinyal, panjang antrian, fase siklus, PKJI 2023

PENDAHULUAN

Simpang merupakan titik pertemuan dari beberapa ruas jalan dan memiliki 4 jenis titik konflik yaitu *crossing* (berpotongan), *merging* (bergabung), *diverging* (memisah), dan

weaving (bersilang) (Harianto, 2004). Untuk persimpangan dengan pergerakan lalu lintas yang padat dan tidak memiliki pengaturan yang baik, bisa menyebabkan konflik yang tinggi hingga kecelakaan lalu lintas menurut (Direktorat Jendral Bina Marga, 2022).

Simpang 4 Lamper – Gajah berlokasi di Kelurahan Sambirejo, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang. Simpang ini merupakan simpang 4 bersinyal yang memiliki tipe simpang 426M, yang artinya simpang ini memiliki 4 lengan persimpangan, 2 lajur jalan minor, 6 lajur jalan mayor, dan memiliki median pada lajur mayor. Jalan mayor adalah arah dari pendekat kaki simpang yang memiliki arus lalu lintas yang lebih besar dari arah lainnya, dalam bentuk geometrik terlihat dengan lebar kaki simpang yang lebih lebar dari kaki simpang lain, sedangkan jalan minor adalah bagian dari pendekat dari kaki simpang yang memiliki arus lalu lintas lebih kecil dari arah lainnya, biasanya diwujudkan dalam bentuk geometrik dengan lebar kaki simpang yang lebih sempit dari kaki simpang lain (PKJI, 2023).

Berdasarkan hasil survei CTMC yang dilaksanakan pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini, volume kendaraan melewati simpang ini pada jam sibuk pagi (06.30 – 08.30), jam sibuk siang (12.30 – 14.30), dan jam sibuk sore (16.00 – 18.00) sebanyak 20.333 kendaraan. Jumlah volume kendaraan tersebut menandakan pergerakan melewati pada simpang ini cukup tinggi (American Association of State Highway and Transportation Officials., 2013). Berdasarkan hasil analisis menunjukkan simpang ini memiliki rata – rata derajat kejenuhan sebesar 0,65, panjang antrian rata – rata sepanjang 132 m dan tundaan rata – rata simpang sebesar 80 det/smp. Dari hasil analisis kinerja diatas menunjukkan tingkat pelayanan (*Level of Service*) pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini adalah F dikategorikan sebagai tingkat pelayanan paling buruk (PM 96 Tahun, 2015).

Dasar kurangnya kinerja pada simpang tersebut yakni dari pengaturan fase siklus (Dwi Aryandi, R., Sandhyavitri, A., & Suryanita, 2017), dimana terdapat fase berbelok kanan yang terpisah namun bersamaan pada kaki simpang barat dan timur. Pengaturan fase seperti itu jarang dijumpai pada persimpangan pada umumnya sehingga konflik lalu lintas yang terjadi menjadi semakin tinggi serta tingkat kemacetan yang semakin tinggi dan akibatnya mengganggu kenyamanan pengguna jalan yang melewati simpang menurut (Undang - Undang Nomor 22 Tahun, 2009). Distribusi waktu hijau yang terdapat pada Simpang 4 Lamper – Gajah juga kurang baik dengan waktu hijau yang terlalu lama pada pendekat timur dan barat dengan waktu hijau 70 detik sehingga menyebabkan waktu merah pada pendekat lain semakin lama, akibatnya panjang antrian pada pendekat lain semakin panjang. Hal ini ditambah dengan volume kendaraan pada lajur minor terbilang cukup tinggi yaitu 2109 kendaraan yang melewati simpang, panjang antriannya yang tertinggi pada lajur minor tercatat sepanjang 143 m (PP 32 Tahun, 2011).

Berdasarkan permasalahan diatas, dibutuhkan peninjauan ulang dan evaluasi terkait tingkat kinerja dari simpang tersebut. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menganalisis tingkat kinerja dari simpang tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode analisa menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Tahun 2023. Dengan metode diatas diharapkan dapat mengetahui pengaruh dari waktu dan fase siklus sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja pada simpang tersebut kedepannya.

METODE

Analisa kinerja simpang bersinyal dilakukan untuk mengetahui kinerja dari simpang bersinyal pada kondisi eksisting/kondisi sebenarnya agar dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di daerah lokasi studi. Analisa data menggunakan pendekatan dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) dan Program Sidra Intersection, kemudian akan dilakukan analisis kinerja berdasarkan data waktu siklus dan jaringan jalan yang sudah diolah, menggunakan pendekatan PKJI 2023 untuk simpang 4 Lamper – Gajah. Beberapa perencanaan yang dilakukan pertama optimalisasi waktu siklus sesuai volume lalu lintas eksisting dan pengaturan ulang fase siklus untuk mengurangi konflik lalu lintas, kemudian membandingkan kinerja eksisting dengan hasil perencanaan untuk menentukan solusi terbaik dalam menguraikan permasalahan lalu lintas (Wikrama, 2011). Pada metode ini terdapat target data yang harus dipenuhi yaitu data sekunder, data primer, data survei gerakan membelok (CTMC), survei antrian dan tundaan kendaraan. Peralatan yang diperlukan selama survei seperti; counter, clip board, alat tulis, formulir survei, stopwatch, walking measure, roll meter dan kamera/HP (Tim PKL Kota Semarang, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

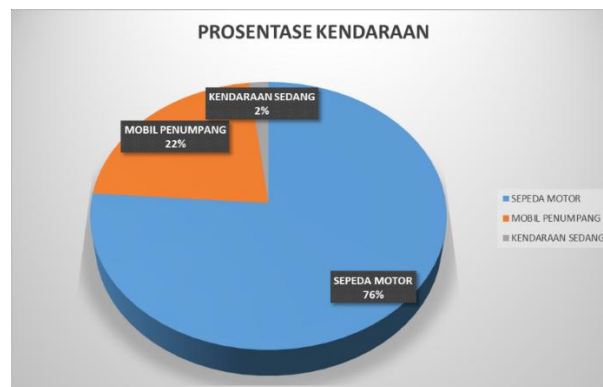
Data inventarisasi dan volume

Data inventarisasi simpang diperlukan untuk perhitungan kapasitas simpang, hambatan samping, serta bagaimana geometrik simpang. Berikut adalah hasil dari inventarisasi Simpang 4 Lamper – Gajah :

Tabel 1. Data Inventarisasi Simpang

	Utara	Timur	Selatan	Barat
Tipe Jalan	2/2 UD	6/2 D	2/2 UD	6/2 D
Tipe Pendekat	Terlindung	Terlindung	Terlindung	Terlindung
Lebar Total	11,24	32,74	7,74	32,74
Lebar Efektif	11	32,1	7,5	32,1
Lebar Pendekat Masuk	5,5	16,1	3,75	16,1
Hambatan Samping	SEDANG	SEDANG	RENDAH	SEDANG
Tipe Lingkungan Jalan	COM	COM	COM	COM
Jumlah Penduduk	1.674.358			

Data volume simpang menurut Tabel 1 pada saat jam sibuk pagi, siang, dan sore, terdapat data proporsi kendaraan yang melintas didominasi oleh sepeda motor dengan persentase sebesar 76%, kemudian mobil penumpang sebanyak 22%, serta kendaraan sedang sebanyak 2%. Untuk klasifikasi mobil penumpang sendiri terdiri dari sedan, jeep, minibus, mikrobus, pick up, dan truk kecil. Untuk klasifikasi kendaraan sedang terdiri dari bus sedang, truk sedang, bus besar.



Gambar 1. Diagram Proporsi Kendaraan

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa untuk proporsi kendaraan paling banyak pada jam sibuk pagi, siang dan sore adalah sepeda motor dengan prosentase 76 %.

Kinerja kondisi eksisting

Analisis dilakukan pada jam puncak yaitu pada pukul 07.15 – 08.15. Hal yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan data baik primer maupun sekunder. Setelah itu, dilakukan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) Tahun 2023 untuk menentukan arus jenuh, kapasitas, waktu siklus kemudian mendapatkan derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Berikut ini adalah tabulasi kinerja simpang pada kondisi eksisting.

Tabel 2. Tabulasi Kinerja Eksisting

Pendekat	Nama Jalan	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan (Det/Smp)	Tingkat Pelayanan
U	Jalan Gajah Raya	0,92	91,02	92,4	F
S	Jalan Lamper Tengah	0,96	125,74	99,3	F
T	Jalan Brigjen Sudiarto 2	0,93	194,41	57,1	E
T-RT	Jalan Brigjen Sudiarto 2	0,92	70,50	110,7	F
B	Jalan Brigjen Sudiarto 1	0,89	185,11	55,8	E
B-RT	Jalan Brigjen Sudiarto 1	0,96	78,21	122,9	F
Rata - Rata		0,93	123,37	93,9	F

Kinerja perencanaan

Perencanaan kinerja pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini dilakukan dengan 3 perencanaan. Yang pertama perencanaan I menggunakan fase eksisting kemudian mengubah waktu siklusnya. Kedua, mengubah fase siklus yang sebelumnya 4-fase dengan belok kanan terpisah menjadi 4-fase dengan izin jalan masing – masing pendekat. Selanjutnya yang ketiga adalah mengubah fase siklus dari yang sebelumnya 4-fase menjadi 3-fase.

Tabel 3. Derajat Kejenuhan Perencanaan I

Pendekat	Derajat Kejenuhan					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	0,97	0,99	1,01	1,04	1,07	1,11
S	0,98	0,99	1,01	1,04	1,07	1,11
T	0,98	0,99	1,01	1,04	1,07	1,11
T-RT	0,98	0,99	1,01	1,04	1,07	1,11
B	0,94	0,95	0,97	0,99	1,02	1,06
B-RT	1,03	1,04	1,06	1,08	1,11	1,15
Rata – Rata	0,98	1,00	1,01	1,04	1,07	1,11

Berdasarkan Tabel 3, pada perencanaan I rata – rata derajat kejenuhan menjadi meningkat dari 0,98 pada siklus 130 detik menjadi 1,11 pada siklus 80 detik. Waktu siklus semakin pendek maka derajat kejenuhan akan semakin tinggi.

Tabel 4. Panjang Antrian Perencanaan I

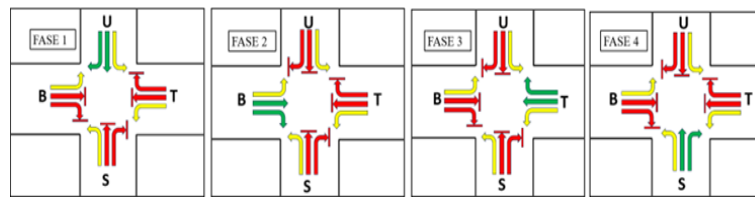
Pendekat	Panjang Antrian					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	79,04	76,99	73,78	70,86	68,32	66,29
S	107,93	103,76	99,88	96,42	93,51	91,36
T	159,10	148,54	139,24	130,10	121,17	112,52
T-RT	61,57	58,69	56,62	54,81	53,34	52,34
B	148,74	138,73	129,88	121,20	112,75	104,61
B-RT	69,63	66,44	64,18	62,15	60,42	59,10
Rata – Rata	104,33	98,86	93,93	89,26	84,92	81,04

Berdasarkan Tabel 4, pada perencanaan I panjang antrian rata – rata menurun dengan berkurangnya waktu siklus dari 130 detik sampai dengan 80 detik. Waktu siklus terendah terdapat pada 80 detik dengan rata – rata panjang antrian 81,04 meter.

Tabel 5. Tundaan Perencanaan I

Pendekat	Tundaan					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	92,2	94,8	94,7	95,5	97,6	101,8
S	97,2	97,7	98,5	100,5	104,0	110,0
T	52,2	50,1	48,7	47,6	46,8	46,5
T-RT	110,6	108,8	109,5	111,5	115,3	121,8
B	49,0	46,9	45,3	44,1	43,1	42,6
B-RT	126,8	124,8	125,8	128,0	132,0	138,7
Rata – Rata	88	87,2	87,1	87,9	89,8	93,6

Berdasarkan Tabel 5, pada perencanaan I rata – rata tundaan bervariasi dari 87,1 det/smp pada waktu siklus 110 detik sampai dengan 93,6 det/smp pada waktu siklus 80 detik. Tundaan terendah terdapat pada waktu siklus 110 detik dengan rata – rata 87,1 det/smp dan tundaan tertinggi pada waktu siklus 80 detik dengan rata – rata 93,6 det/smp.



Gambar 2. Fase Perencanaan II

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa fase 1 pendekat utara mengalami waktu hijau terlebih dahulu, kemudian pada fase 2 waktu hijau dari pendekat barat baik untuk lurus dan belok kanan, setelah itu fase 3 waktu hijau pada pendekat timur baik untuk lurus maupun belok kanan, dan terakhir fase 4 dengan waktu hijau dari pendekat selatan.

Tabel 6. Derajat Kejenuhan Perencanaan II

Pendekat	Derajat Kejenuhan					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	1,03	1,05	1,07	1,09	1,12	1,16
S	1,03	1,05	1,07	1,09	1,12	1,16
T	1,03	1,05	1,07	1,09	1,12	1,16
B	1,03	1,05	1,07	1,09	1,12	1,16
Rata - Rata	1,03	1,05	1,07	1,09	1,12	1,16

Berdasarkan Tabel 6, pada perencanaan II derajat kejenuhan rata – rata meningkat dari 1,03 pada waktu siklus 130 detik sampai dengan 1,16 pada waktu siklus 80 detik. Waktu siklus semakin pendek maka derajat kejenuhan akan semakin tinggi.

Tabel 7. Panjang Antrian Perencanaan II

Pendekat	Panjang Antrian (m)					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	88,22	84,75	81,47	78,43	75,72	73,46
S	119,60	115,31	111,30	107,66	104,48	101,98
T	119,94	112,34	104,81	97,36	90,03	82,85
B	118,12	110,63	103,21	95,87	88,63	81,56
Rata - Rata	111,47	105,76	100,20	94,83	89,72	84,96

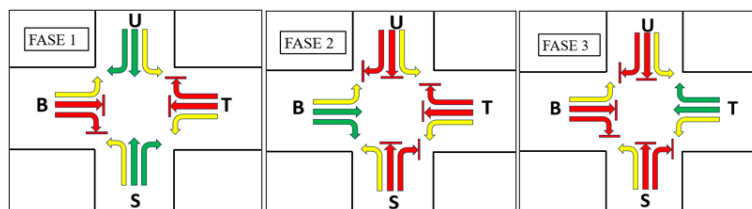
Berdasarkan Tabel 7, pada perencanaan II panjang antrian rata – rata menurun dari 111,47 meter pada waktu siklus 130 detik sampai dengan 84,96 meter pada waktu siklus 80 detik.

Tabel 8. Tundaan Perencanaan II

Pendekat	Tundaan (det/smp)					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	114,2	113,6	113,8	115,0	117,6	122,3
S	119,0	119,4	120,6	123,0	127,1	133,7
T	63,0	60,5	58,1	56,0	54,1	52,7
B	63,8	61,2	58,7	56,5	54,5	52,9
Rata - Rata	90	88,7	87,8	87,6	88,3	90,4

Berdasarkan Tabel 8, pada perencanaan II tundaan rata – rata berkisar dari 90 det/smp pada waktu siklus 130 detik sampai dengan 87,6 det/smp pada waktu siklus 100 detik, dan

kembali meningkat menjadi 90,4 det/smp pada waktu siklus 80 detik. Tundaan terendah terdapat pada waktu siklus 100 detik dengan rata – rata 87,6 det/smp dan yang tertinggi pada waktu siklus 80 detik dengan rata – rata 90,4 det/smp.



Gambar 3. Fase Perencanaan III

Pada Gambar 3 menunjukan bahwa fase 1 pendekat utara dan selatan mengalami waktu hijau terlebih dahulu secara bersamaan, kemudian pada fase 2 waktu hijau dari pendekat barat baik untuk lurus dan belok kanan, setelah itu fase 3 waktu hijau pada pendekat timur baik untuk lurus maupun belok kanan.

Tabel 9. Derajat Kejenuhan Perencanaan III

Pendekat	Derajat Kejenuhan					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	1,11	1,13	1,15	1,18	1,21	1,26
S	1,11	1,13	1,15	1,18	1,21	1,26
T	1,11	1,13	1,15	1,18	1,21	1,26
B	1,11	1,13	1,15	1,18	1,21	1,26
Rata - Rata	1,11	1,13	1,15	1,18	1,21	1,26

Berdasarkan Tabel 9, pada perencanaan III derajat kejenuhan meningkat dari 1,11 pada waktu siklus 130 detik sampai dengan 1,26 pada waktu siklus 80 detik. Waktu siklus semakin pendek maka derajat kejenuhan akan semakin tinggi.

Tabel 10. Panjang Antrian Perencanaan III

Pendekat	Panjang Antrian (m)					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	104,06	100,06	96,21	92,56	89,18	86,22
S	143,63	138,58	133,73	129,17	125,02	121,49
T	127,80	119,77	111,79	103,88	96,07	88,39
B	125,89	117,98	110,13	102,35	94,66	87,11
Rata - Rata	124,34	119,10	112,97	106,99	101,23	95,80

Berdasarkan Tabel 10, pada perencanaan III panjang antrian berkurang dari 124,34 meter pada waktu siklus 130 detik menjadi 95,80 meter pada waktu siklus 80 detik.

Tabel 11. Tundaan Perencanaan III

Pendekat	Tundaan (det/smp)					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
U	153,3	152,5	152,5	153,5	156,0	160,9
S	162,3	162,6	163,8	166,2	170,5	177,6

Pendekat	Tundaan (det/smp)					
	s = 130	s = 120	s = 110	s = 100	s = 90	s = 80
T	73,8	70,9	68,2	65,8	63,7	62,0
B	74,2	71,3	68,5	66,0	63,7	62,0
Rata - Rata	115,9	114,3	113,3	112,9	113,5	115,6

Berdasarkan Tabel 11, pada perencanaan III tundaan rata – rata berkisar dari 112,9 det/smp pada waktu siklus 100 detik sampai dengan 115,9 det/smp pada waktu siklus 130 detik. Tundaan terendah terdapat pada waktu siklus 100 detik dengan rata – rata 112,9 det/smp dan yang tertinggi terdapat pada waktu siklus 130 detik dengan rata – rata 115,9 det/smp.

Perbandingan kinerja

Berikut adalah tabulasi dari perbandingan kinerja eksisting dan seluruh perencanaan.

Tabel 12. Tabulasi Perbandingan Kinerja

Pendekat	Indikator	Eksisting	Hasil																	
			s = 130			s = 120			s = 110			s = 100			s = 90			s = 80		
			P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
U	DS	0,92	0,9 7	1,0 3	1,1 1	0,9 9	1,0 5	1,1 3	1,0 1	1,0 7	1,1 5	1,0 4	1,0 9	1,1 8	1,0 7	1,1 2	1,2 1	1,1 1	1,1 6	1,2 6
	Antrian	95,0 9	79,04	88,22	10,40 6	76,99	84,75	10,00 6	73,78	81,47	96,21	70,86	78,43	92,56	68,32	75,72	89,18	66,29	73,46	86,22
	Tundaan	100,3	92,2	11,42	15,33	94,8	11,36	15,25	94,7	11,38	15,25	95,5	11,50	15,35	97,6	11,76	15,60	10,18	12,23	16,09
S	DS	0,96	0,9 8	1,0 3	1,1 1	0,9 9	1,0 5	1,1 3	1,0 1	1,0 7	1,1 5	1,0 4	1,0 9	1,1 8	1,0 7	1,1 2	1,2 1	1,1 1	1,1 6	1,2 6
	Antrian	134,60	10,79	11,96	14,36	10,37	11,53	13,85	99,88	11,13	13,88	10,13	12,42	12,91	93,51	10,44	12,50	91,36	10,19	12,14
	Tundaan	113,4	97,2	11,90	16,23	97,7	11,94	16,26	98,5	12,06	16,38	10,05	12,30	16,62	10,40	12,71	17,05	11,00	13,37	17,76
T	DS	0,93	0,9 8	1,0 3	1,1 1	0,9 9	1,0 5	1,1 3	1,0 1	1,0 7	1,1 5	1,0 4	1,0 9	1,1 8	1,0 7	1,1 2	1,2 1	1,1 1	1,1 6	1,2 6
	Antrian	198,84	15,91	11,99	12,78	14,85	11,23	11,97	13,92	10,48	11,17	13,01	97,36	10,38	12,11	90,03	96,07	11,25	82,85	88,39
	Tundaan	59,2	52,2	63,0	73,8	50,1	60,5	70,9	48,7	58,1	68,2	47,6	56,0	65,8	46,8	54,1	63,7	46,5	52,7	62,0
T-RT	DS	0,92	0,9 8	-	-	0,9 9	-	-	1,0 1	-	-	1,0 4	-	-	1,0 7	-	-	1,1 1	-	-
	Antrian	70,50	61,57	-	-	58,69	-	-	56,62	-	-	54,81	-	-	53,34	-	-	52,34	-	-
	Tundaan	110,7	11,06	-	-	10,88	-	-	10,95	-	-	11,15	-	-	11,53	-	-	12,18	-	-
B	DS	0,89	0,9 4	1,0 3	1,1 1	0,9 5	1,0 5	1,1 3	0,9 7	1,0 7	1,1 5	0,9 9	1,0 9	1,1 8	1,0 2	1,1 1	1,2 6	1,0 6	1,1 6	1,2 6
	Antrian	186,77	14,87	11,81	12,58	13,87	11,06	11,79	12,98	10,32	11,01	12,12	95,87	10,23	11,27	88,63	94,66	10,46	81,56	87,11
	Tundaan	56,5	49,0	63,8	74,2	46,9	61,2	71,3	45,7	58,5	68,8	44,1	56,5	66,0	43,1	54,5	63,7	42,6	52,9	62,0
B-RT	DS	0,96	1,0 3	-	-	1,0 4	-	-	1,0 6	-	-	1,0 8	-	-	1,1 1	-	-	1,1 5	-	-
	Antrian	78,21	69,63	-	-	66,44	-	-	64,18	-	-	62,15	-	-	60,42	-	-	59,10	-	-
	Tundaan	122,9	12,68	-	-	12,48	-	-	12,58	-	-	12,80	-	-	13,20	-	-	13,87	-	-
B-RT	DS	0,93	0,9 8	1,0 3	1,1 1	1,0 0	1,0 5	1,1 3	1,0 1	1,0 7	1,1 5	1,0 4	1,0 9	1,1 8	1,0 7	1,1 2	1,2 1	1,1 1	1,1 6	1,2 6

Pen dek at	Indi kato r	Eksi stin g	Hasil																	
			s = 130			s = 120			s = 110			s = 100			s = 90			s = 80		
			P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
Rat a - rata	Antr ian	127, 34	10 4,3 3	11 1,4 7	12 4,3 4	98, 86	10 5,7 6	11 9,1 0	93, 93	10 0,2 0	11 2,9 7	89, 26	94, 83	10 6,9 9	84, 92	89, 72	10 1,2 3	81, 04	84, 96	95, 80
	Tun daan	93,9	88	90	11 5,9	87, 2	88, 7	11 4,3	87, 1	87, 8	11 3,3	87, 9	87, 6	11 2,9	89, 8	88, 3	11 3,5	93, 6	90, 4	11 5,6

Derajat kejenuhan

Berdasarkan tabel 12 tabulasi, hasil derajat kejenuhan perencanaan akan dikumpulkan berdasarkan waktu siklusnya dan akan ditentukan derajat kejenuhan terbaik masing – masing waktu siklus perencanaan akan dibandingkan dengan derajat kejenuhan eksisting untuk mengetahui yang lebih baik. Waktu siklus 130 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 0,98. Waktu siklus 120 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 1,00. Waktu siklus 110 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 1,01. Waktu siklus 100 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 1,04. Waktu siklus 90 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 1,07. Waktu siklus 80 detik, derajat kejenuhan terbaik terdapat pada perencanaan I dengan derajat kejenuhan 1,11. Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, derajat kejenuhan pada kondisi eksisting masi lebih baik dibandingkan dengan derajat kejenuhan pada analisis perencanaan yaitu sebesar 0,93.

Panjang antrian

Derajat kejenuhan setelah dilakukan perencanaan cenderung memiliki kenaikan daripada kondisi eksisting. Hal ini bisa disebabkan dengan pengubahan waktu siklus yang lebih kecil dari waktu siklus eksisting. Seperti yang diketahui bahwa rumus untuk menentukan derajat kejenuhan adalah arus lalu lintas dibagi kapasitas. Kapasitas itu sendiri ditentukan dengan rumus arus jenuh dikali waktu hijau dibagi dengan waktu siklus. Jadi semakin kecil waktu siklus akan mengakibatkan waktu hijau yang semakin sedikit dan membuat kapasitas dari pendekat menurun, sehingga derajat kejenuhannya juga bertambah. Hal ini berbanding terbalik dengan Panjang antrian dan tundaan yang dimana jika waktu siklus diperkecil menyebabkan turunnya panjang antrian dan tundaan dikarenakan waktu merah yang akan semakin sedikit sehingga jumlah kendaraan yang menunggu akan semakin sedikit.

Tundaan

Berdasarkan tabulasi Tabel 12, hasil panjang antrian perencanaan akan dikumpulkan berdasarkan waktu siklusnya dan akan ditentukan panjang antrian terbaik masing – masing waktu siklus perencanaan serta akan dibandingkan dengan panjang antrian eksisting untuk mendapatkan yang lebih baik. Untuk waktu siklus 130 detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 104,33 meter. Untuk waktu siklus 120 detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 98,86 meter. Untuk waktu siklus 110 detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 93,93 meter meter. Untuk waktu siklus 100 detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 89,26 meter. Untuk waktu siklus 90

detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 84,92 meter. Untuk waktu siklus 80 detik, panjang antrian terbaik terdapat pada perencanaan I dengan panjang antrian 81,04 meter. Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, panjang antrian terbaik pada perencanaan I dengan waktu siklus sebesar 80 detik lebih baik daripada panjang antrian pada kondisi eksisting karena mampu menurunkan panjang antrian dari 127,34 meter menjadi 81,04 meter atau menurunkan sekitar 36 % dari kondisi eksisting.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Simpang 4 Lamper – Gajah di Kelurahan Sambirejo Semarang memiliki volume kendaraan pada jam sibuk pagi, siang, dan sore mencapai 20,333 kendaraan. Kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah pada perbandingan I meningkatkan derajat kejenuhan menjadi 0,98 pada siklus 130 detik, namun menurunkan panjang antrian dan tundaan. Pada perencanaan II meningkatkan derajat kejenuhan menjadi 1,03 pada siklus 130 detik namun menurunkan panjang antrian dan tundaan, meski hasilnya lebih buruk dibandingkan perencanaan I. Pada perencanaan III derajat kejenuhan meningkat menjadi 1,11 dan tundaan meningkat, tetapi menurunkan panjang antrian. Pengaturan fase siklus pada ketiga perencanaan mampu menurunkan panjang antrian, namun cenderung meningkatkan derajat kejenuhan dan tundaan, terutama pada perencanaan II yang menunjukkan peningkatan signifikan pada tundaan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2013). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition, 2011 -- November 2013 Errata*. <http://downloads.transportation.org/GDHS-6-Errata.pdf>
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2022. (2022). (Direktorat Jenderal Bina Marga 2022. *Correspondencias & Análisis, 15018*, 1–23.
- Dwi Aryandi, R., Sandhyavitri, A., & Suryanita, D. R. (2017). *Peningkatan Kinerja Simpang Melalui Manajemen Lintas*. 16(September), 38–47.
- Hariato, J. (2004). *Perencanaan Persimpangan Tidak Sebidang Pada Jalan Raya, Universitas Sumatera Utara (USU)*. Sumatera Utara.
- PKJI. (2023). Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 021*, 7393938.
- PM 96 Tahun. (2015). PM No 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. *Jakarta*, 1–45.
- PP 32 Tahun. (2011). Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan, XI*(2), 64–72.
- Tim PKL Kota Semarang. (2023). *Laporan Umum Tim PKL Kota Semarang Tahun 2023*. 2003014.
- Undang - Undang Nomor 22 Tahun. (2009). Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan. *Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan.*, 19(19), 19.
- Wikrama, J. (2011). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 158–171.