

Analisis Kinerja Persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung Menggunakan PTV VISSIM 9.0

FADILA DWITHAMI ULFAH, OKA PURWANTI

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: fadiladwithami@gmail.com

ABSTRAK

Persimpangan Jalan Laswi – Jalan Gatot Subroto merupakan salah satu persimpangan di Kota Bandung yang menghubungkan daerah perkantoran, pendidikan, dan pusat perbelanjaan dengan daerah permukiman. Permasalahan yang terjadi yaitu, besarnya volume arus lalu lintas sehingga menyebabkan panjangnya antrian, dan lamanya tundaan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja persimpangan eksisting, dan menganalisis pengaruh optimalisasi waktu siklus terhadap kinerja persimpangan tersebut. Berdasarkan kondisi eksisting persimpangan, kinerja persimpangan sudah tidak bisa dianalisis menggunakan MKJI 1997 karena diperoleh $\sum IFR_{crit}$ adalah 1,2036 atau simpang sudah lewat jenuh, sehingga analisis dilanjutkan menggunakan PTV VISSIM 9.0. Hasil analisis kinerja persimpangan kondisi eksisting, dan optimalisasi waktu siklus (skenario pengaturan fase sinyal B3) yaitu, penurunan panjang antrian dan tundaan rata-rata simpang sebesar 9,70%, dan penurunan tundaan rata-rata simpang sebesar 19,57%.

Kata kunci: persimpangan, panjang antrian, tundaan, lewat jenuh, optimalisasi waktu siklus

ABSTRACT

Intersection of Laswi road with Gatot Subroto road is one of the intersections in Bandung City that connects offices areas, education areas, and shopping centers areas with residential areas. Problems that occur is the amount of traffic flow that causes the length of the queue, and the length of delay. The purpose of this research was to analyze the performance of the existing intersection, and analyze the optimization of cycle times against the performance of these intersections. Based on existing intersection conditions, intersection performance cannot be analyzed using MKJI 1997 because $\sum IFR_{crit}$ adalah 1.2036 or the intersection is over saturated, so the analysis continued using PTV VISSIM 9.0. The results of the intersection performance analysis of existing conditions, and optimization of cycle time (B3 signal phase settings scenario) that is, a decrease in the queue length of the average intersection by 9.70%, and a delay decrease of the intersection average by 19.57%.

Keywords: intersection, queue length, delay, over saturated, optimization of cycle time

1. PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan bagian sistem jaringan jalan yang menghubungkan dua atau lebih jalan pada satu titik, sehingga pada persimpangan dapat menimbulkan konflik kendaraan dan akan menyebabkan seluruh jaringan jalan menjadi macet. Salah satu persimpangan jalan di Kota Bandung yang mengalami hal tersebut yaitu pada persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto.

Pada persimpangan ini sering kali terjadi kemacetan lalu lintas, terutama pada jam sibuk. Faktor yang dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas tersebut adalah volume arus lalu lintas yang besar dan persimpangan tersebut merupakan penghubung antara daerah perkantoran, pendidikan, dan pusat perbelanjaan dengan daerah permukiman. Sehingga pada jam sibuk, arus lalu lintas yang melintasi persimpangan tersebut akan lebih besar dari jam lainnya. Faktor lain yang dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas yaitu geometrik jalan yang kurang memadai jika dibandingkan dengan volume arus lalu lintas yang besar, dan pengaturan waktu siklus yang kurang sesuai.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja persimpangan, dan mengetahui pengaruh optimalisasi waktu siklus terhadap kinerja persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan menurut Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (2004) adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Berdasarkan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (2004), pengelompokan jalan sesuai dengan peruntukannya dibagi menjadi dua yaitu:

1. Jalan Umum, yaitu jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.
 - a. Jalan Arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan Kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan Lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan Lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Jalan Khusus, yaitu jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

2.2 Persimpangan Jalan

Persimpangan jalan menurut Harianto (2004) adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotong yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya.

Persimpangan jalan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan. Hal ini disebabkan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas.

Jenis persimpangan dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Persimpangan Jalan Sebidang (*Intersection at Grade*), menurut Khisty & Lall (2003), merupakan persimpangan dimana dua jalan raya atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jenis persimpangan jalan sebidang yaitu:
 - a. Persimpangan Tidak Bersinyal;
 - b. Persimpangan Bersinyal.
2. Persimpangan Jalan Tidak Sebidang (*Interchange*), menurut Morlok (1991), merupakan suatu simpang dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya.

2.2 Kinerja Persimpangan Berdasarkan MKJI Tahun 1997

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kinerja adalah sesuatu yang dicapai atau kemampuan kerja, sehingga kinerja persimpangan adalah kemampuan persimpangan dalam melayani arus lalu lintas.

Kinerja persimpangan merupakan sesuatu besaran yang dapat diukur, sehingga dapat digunakan untuk tindakan penanganan baik berupa pengaturan arus lalu lintas maupun perancangan persimpangan jalan. Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kinerja persimpangan yaitu, Rasio Arus Simpang (*IFR*). Rasio arus simpang (*IFR*). dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1**.

$$IFR = \sum \left(\frac{Q}{S_{crit}} \right) \quad \dots(1)$$

halmana:

$$\begin{aligned} IFR &= \text{rasio arus simpang,} \\ \frac{Q}{S_{crit}} = FR_{crit} &= \text{rasio arus kritis.} \end{aligned}$$

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1997, jika nilai *IFR* mendekati atau lebih dari 1, maka simpang tersebut sudah lewat jenuh. Kondisi lewat jenuh (*oversaturated*) adalah kondisi dimana simpang tersebut sudah mengalami kemacetan.

2.3 PTV VISSIM 9.0

Pengertian VISSIM 9.0 menurut PTV Planung Transport Verkehr AG (2016) adalah "*VerkehrStadten-SIMulationsmodell*" atau yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah perangkat lunak simulasi aliran Mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi jalan. VISSIM merupakan simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti tiap karakteristik kendaraan maupun pejalan akan disimulasikan secara individual. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam dapat dimasukkan pada *software* VISSIM, ada umumnya yang dimasukkan kedalam pemodelan VISSIM antara lain tundaan, kecepatan antrian, waktu tempuh dan berhenti.

Menurut Hakim (2019), data dan parameter yang digunakan untuk melakukan simulasi pada PTV VISSIM 9.0 adalah sebagai berikut:

1. *Base Data*, merupakan data-data *2D/3D model*, *vehivle types*, *vehilde classes*, *vehicle input*, *desired speed distributions*, *conflict areas*, dan *signal controllers*.
2. *Traffic Network*, merupakan parameter pembuat jaringan jalan, seperti *links*, dan *connector*.
3. *Evaluation*, merupakan parameter untuk mengevaluasi hasil pemodelan seperti *nodes*, *data collections*, dan *vehicle travel times*.
4. Perilaku Pengemudi, merupakan sifat individu yang kemungkinan terjadi di lapangan karena adanya interaksi dengan faktor lainnya seperti jarak kendaraan, percepatan, perlambatan, serta aturan lalu lintas yang ada.
5. Kalibrasi dan Validasi, kalibrasi adalah penyesuaian parameter untuk menyesuaikan pemodelan dengan keadaan nyata. Salah satu parameter tersebut yaitu perilaku pengemudi, sedangkan validasi adalah proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian. Menurut Irawan (2017), metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* berupa rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. GEH merupakan rumus statistic modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relative dan mutlak. Rumus *GEH* pada **Persamaan 2** memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada **Tabel 1**.

$$GEH = \frac{(q_{simulasi} - q_{pengamatan})^2}{0,5 * (q_{simulasi} + q_{pengamatan})} \quad \dots(2)$$

halmana:

q = data volume arus lalu lintas $\left[\frac{\text{kend}}{\text{jam}} \right]$.

Tabel 1. Kesimpulan dari Hasil Perhitungan Rumus Statistik *Geoffrey E. Havers*

Nilai GEH	Keterangan
GEH < 5,0	Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	Peringatan : Kemungkinan Model <i>Error</i> atau Data Buruk
GEH > 10,0	Ditolak

2.4 Studi Terdahulu

Penelitian ini dibuat dengan dasar dari beberapa studi yang pernah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Studi terdahulu dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Studi Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Tamam, M. F. (Univ. Pakuan, 2016)	Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Tegar beriman-Jalan Raya Bogor)	Tingkat kejenuhan arus lalu lintas mencapai 0,935, menunjukkan bahwa simpang mendekati lewat jenuh
2	Irawan (2017)	Mikrosimulasi Mixed Traffic pada Simpang dengan Perangkat Lunak VISSIM (Studi Kasus Simpang Tugu, Yogyakarta)	Dengan pengoptimalan lampu lalu lintas, terjadi pengurangan panjang antrian hingga 39% per jam
3	Negara, I.N. W. (Univ. Udayana, 2014)	Peningkatan Kapasitas Persimpangan dengan APILL (Studi Kasus: Persimpangan Jl. PB. Sudirman/Raya Puputan/Dewi Sartika, Kota Denpasar)	Dengan mengatur ulang waktu siklus, cukup memperbaiki kinerja persimpangan yaitu, pelayanan dari F ke D

3. METODE PENELITIAN

Langkah awal penelitian yang dilakukan adalah identifikasi masalah dan penentuan topik sehingga dihasilkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka yaitu, mengumpulkan, dan melakukan studi literatur untuk mengetahui metode yang akan digunakan. Tahap selanjutnya melakukan pengumpulan data berupa data primer yaitu, data volume arus lalu lintas, data kecepatan kendaraan, data waktu siklus eksisting, dan data geometrik jalan, serta data sekunder yaitu, data proporsi pergerakan kendaraan di persimpangan, dan data jumlah penduduk di Kota Bandung. Tahap selanjutnya melakukan analisis kinerja persimpangan pada dua kondisi yaitu, kondisi eksisting, dan optimalisasi waktu siklus dengan mengubah jumlah fase, dari lima fase menjadi empat fase, dilanjutkan dengan pembahasan sehingga dihasilkan kesimpulan dan saran.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

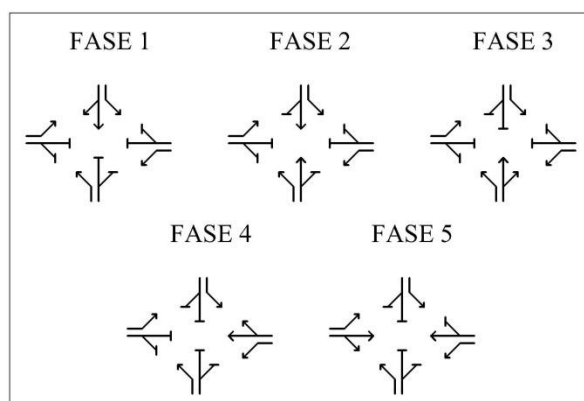
1. Data primer, data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung (dari tangan pertama). Data primer pada penelitian ini yaitu, data geometrik jalan (**Tabel 3**), volume arus lalu lintas (**Tabel 4**), pergerakan fase (**Gambar 1**), dan waktu siklus eksisting (**Gambar 2**).

Tabel 3. Data Geometrik Jalan

Pendekat	Lebar Lajur [m]	Tipe Jalan	Lebar Pendekat	
			Masuk [m]	Keluar [m]
Utara	3,0	6/2T	9,5	6,0
Selatan	5,0	4/2T	9,0	5,5
Timur	3,0	4/2T	8,5	5,5
Barat	5,0	2/2TT	8,0	5,5

Tabel 4. Data Volume Arus Lalu lintas

Pendekat	LV	HV	MC	Total
Utara	1.285	33	2.693	4.011
Selatan	899	58	1.652	2.609
Timur	808	19	1.066	1.893
Barat	630	22	1.314	1.966



Gambar 1. Pergerakan fase

UTARA Laswi	ST	133		2	2			
	RT	55	2	2				
SELATAN Pelajar Pejuang 45	ST	128			2	2		
	RT	53			2	2		
TIMUR Gatot Subroto	ST	137				2	2	
	RT	65		2	2			
BARAT Gatot Subroto	ST	68					2	2
	RT							

Gambar 2. Waktu siklus eksisting

2. Data sekunder, data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada. Data sekunder pada penelitian ini yaitu, data proporsi pergerakan kendaraan di persimpangan (**Tabel 5**), dan data jumlah penduduk di Kota Bandung (**Tabel 6**).

Tabel 5. Data Proporsi Pergerakan Kendaraan di Persimpangan

Pendekat	Arah		
	LT	ST	RT
Proporsi [%]			
Utara	0,390	0,548	0,061
Selatan	0,102	0,660	0,238
Timur	0,189	0,553	0,258
Barat	0,251	0,708	0,041

(Sumber: ATCS Dishub Kota Bandung, 2019)

Tabel 6. Data Jumlah Penduduk di Kota Bandung

Tahun	Jumlah Penduduk
2012	2.446.617
2013	2.458.503
2014	2.470.802
2015	2.481.469
2016	2.490.622
2017	2.497.936

(Sumber: BPS Provinsi Jawa Barat, 2019)

4.2 Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Eksisting

Analisis kinerja persimpangan pada kondisi eksisting dilakukan dengan 2 metode yaitu, metode berdasarkan MKJI Tahun 1997, dan dengan menggunakan PTV VISSIM 9.0.

1. Berdasarkan MKJI Tahun 1997

Ada satu parameter yang dapat digunakan untuk menilai suatu kinerja persimpangan yaitu nilai rasio arus simpang (*IFR*). **Tabel 7** merupakan hasil analisis berdasarkan MKJI Tahun 1997.

Tabel 7. Hasil Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Eksisting Berdasarkan MKJI 1997

Pendekat	Fase Ke-	Tipe Pendekat	Nilai	Arus	Rasio
			Disesuaikan [smp/jam] <i>S</i>	Lalu lintas [smp/jam] <i>Q</i>	Arus FR $\frac{Q}{S}$
U-ST	1	P	3.128	950	0,3037
U-RT	1	P	2.311	106	0,0461
U-ST	2	P	3.128	950	0,3037
S-ST	2	P	3.588	806	0,2247
S-ST	3	P	3.588	806	0,2247
S-RT	3	P	1.633	291	0,1783
T-ST	4	P	3.188	549	0,1722
T-RT	4	P	1.761	256	0,1451
T-ST	5	O	3.181	578	0,1818
B-ST	5	P	3.038	606	0,1994
B-RT	5	O	1.496	36	0,0243
IFR =					1,2036

Berdasarkan **Tabel 7**, nilai rasio arus simpang (*IFR*). pada persimpangan tersebut memiliki nilai sebesar 1,2036, menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), jika nilai *IFR* lebih dari 1, maka simpang tersebut adalah lewat jenuh. Analisis menggunakan MKJI Tahun 1997 tidak dapat dilanjutkan karena besarnya nilai rasio arus simpang yang didapatkan (lebih dari 1,0), sehingga analisis dilanjutkan menggunakan PTV VISSIM 9.0.

2. Menggunakan PTV VISSIM 9.0

Kalibrasi pada VISSIM yaitu dilakukan perubahan parameter pada perilaku pengemudi untuk mendapatkan hasil akhir yang menyerupai dengan kondisi asli. **Tabel 8** menunjukkan parameter yang dipilih dan diubah dalam proses kalibrasi.

Tabel 8. Parameter Perilaku Pengemudi dalam Proses Kalibrasi

Parameter	Nilai	
	LV & HV	MC
<i>Desired position at free flow</i> (keberadaan/posisi kendaraan pada lajur)	<i>Any</i>	<i>Any</i>
<i>Overtake on same lane: on left & on right</i> (perilaku dalam menyiap)	<i>On</i>	<i>On</i>
<i>Distance standing (at 0 km/h) [m]</i> (jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berhenti)	0,2	0,1
<i>Distance driving (at 50 km/h) [m]</i> (jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berjalan)	0,4	0,3
<i>Average standstill distance</i> (jarak henti rata-rata antar kendaraan)	0,4	0,15
<i>Additive parts of safety distance</i> (parameter penentu jarak aman)	0,4	0,15
<i>Multiplicative part of safety distance</i> (parameter penentu jarak aman)	1	1

Setelah proses kalibrasi dilakukan, validasi harus dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang dilakukan. Uji validasi (nilai *GEH*), dan hasil akhir simulasi untuk analisis kinerja persimpangan kondisi eksisting dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Akhir Simulasi untuk Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Eksisting

Pendekat	$Q_{\text{Hasil Vissim}}$	$Q_{\text{Hasil Survei}}$	Uji GEH	Panjang Antrian [m]	Tundaan [detik]
	[kend/jam]				
Utara - Laswi	3.900	4.011	1,76	381,29	177,80
Selatan - Pelajar Pejuang 45	2.508	2.609	2,00	382,81	238,51
Timur - Gatot Subroto	1.842	1.893	1,18	125,00	107,15
Barat - Gatot Subroto	1.904	1.966	1,41	346,24	396,94
Total/Rata-Rata	10.154	10.479	3,20	308,84	230,10

Berdasarkan hasil analisis menggunakan MKJI Tahun 1997, dan *software* PTV VISSIM 9.0, disimpulkan bahwa persimpangan tersebut sudah lewat jenuh sehingga menghasilkan panjang antrian, dan tundaan yang besar (**Tabel 9**), untuk menanggulangi hal tersebut, dilakukan analisis kondisi penanganan optimalisasi waktu siklus.

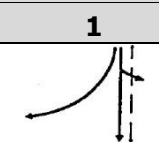
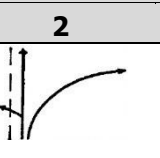
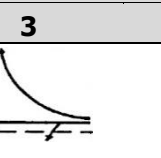
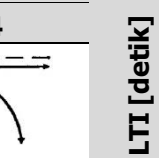
4.3 Optimalisasi Waktu Siklus

Terkait analisis kinerja persimpangan kondisi eksisting yang telah dilakukan, didapatkan nilai $IFR = 1,2036$ (kondisi eksisting simpang sudah lewat jenuh), dan setelah dianalisis menggunakan PTV VISSIM 9.0, didapatkan panjang antrian rata-rata simpang sebesar 308,84 meter, dan tundaan rata-rata simpang sebesar 230,10 detik. Optimalisasi waktu siklus dilakukan untuk mengurangi nilai panjang antrian, dan tundaan.

Skenario perubahan jumlah fase (dari lima fase menjadi empat fase) yang dipilih berdasarkan Direktorat Jendral Bina Marga (1997) yaitu, pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing, dan pengaturan empat fase dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan. Dipilih dua skenario pengaturan fase untuk membandingkan manakah antara skenario pertama dan kedua yang memiliki kinerja lebih baik.

Pada pengaturan fase pertama, dan kedua (Skenario A dan Skenario B) akan dilakukan tiga percobaan waktu hijau untuk masing-masing fase dengan waktu siklus tetap menggunakan data eksisting yaitu 332 detik. Pengaturan fase, dan waktu hijau untuk Skenario A dan Skenario B masing-masing dapat dilihat pada **Tabel 10**, dan **Tabel 11**.

Tabel 10. Pengaturan Fase Sinyal, dan Waktu Hijau untuk Skenario A

Skenario	Fase				LTI [detik]	Waktu Siklus [detik]
	1	2	3	4		
						
	Waktu Hijau [detik]					
A1	120	90	56	50	16	332
A2	100	100	61	55	16	332
A3	110	95	50	61	16	332

Tabel 11. Pengaturan Fase Sinyal, dan Waktu Hijau untuk Skenario B

Skenario	Fase				LTI [detik]	Waktu Siklus [detik]
	1	2	3	4		
	Waktu Hijau [detik]					
B1	126	60	80	50	16	332
B2	133	53	90	40	16	332
B3	140	46	100	30	16	332

Optimalisasi waktu siklus dianalisis menggunakan *software* PTV VISSIM 9.0. Tahapan pemodelan optimalisasi waktu siklus sama seperti tahapan pada analisis kinerja persimpangan kondisi eksisting. Setelah program disimulasikan, didapatkan hasil akhir simulasi untuk setiap skenario yang masing-masing dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Hasil Akhir Simulasi Optimalisasi Waktu Siklus

Skenario	Pendekat	$Q_{\text{hasil model}}$	$Q_{\text{hasil survey}}$	Panjang Antrian [m]	Tundaan [detik]
		[kend/jam]			
A1	Utara	3.886	4.011	399,91	193,30
	Selatan	2.507	2.609	401,86	312,99
	Timur	1.814	1.893	261,33	239,83
	Barat	1.897	1.966	362,51	409,74
	Total/Rata-Rata	10.104	10.479	356,40	288,97
A2	Utara	3.876	4.011	404,90	225,99
	Selatan	2.518	2.609	395,20	298,64
	Timur	1.823	1.893	255,40	204,78
	Barat	1.894	1.966	361,85	402,83
	Total/Rata-Rata	10.111	10.479	354,34	283,06
A3	Utara	3.880	4.011	401,67	205,56
	Selatan	2.512	2.609	398,87	302,69
	Timur	1.801	1.893	278,07	284,95
	Barat	1.902	1.966	344,88	399,01
	Total/Rata-Rata	10.095	10.479	355,87	298,05
B1	Utara	3.895	4.011	394,93	183,25
	Selatan	2.510	2.609	389,69	245,97
	Timur	1.839	1.893	167,37	147,71
	Barat	1.897	1.966	335,48	350,34
	Total/Rata-Rata	10.141	10.479	321,87	231,82
B2	Utara	3.906	4.011	370,78	167,64
	Selatan	2.528	2.609	355,16	209,07
	Timur	1.845	1.893	145,34	126,12
	Barat	1.892	1.966	323,27	318,71
	Total/Rata-Rata	10.171	10.479	298,64	205,38
B3	Utara	3.901	4.011	331,92	142,49
	Selatan	2.516	2.609	335,52	189,57
	Timur	1.824	1.893	137,74	116,25
	Barat	1.880	1.966	310,38	291,95
	Total/Rata-Rata	10.121	10.479	278,89	185,07

4.4 Pembahasan

Berdasarkan kondisi eksisting lapangan, dan hasil analisis, kinerja persimpangan pada Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto sudah tidak bisa di analisis menggunakan MKJI Tahun 1997, karena didapatkan nilai rasio arus simpang (IFR) = 1,2036 atau kondisi simpang sudah lewat jenuh (*oversaturated*). Analisis dilanjutkan menggunakan *software* PTV VISSIM 9.0, dilakukan pada dua kondisi yaitu, kondisi eksisting, dan optimalisasi waktu siklus dengan perubahan jumlah fase, dari lima fase menjadi empat fase, dan dengan melakukan percobaan perubahan waktu hijau untuk masing-masing fase.

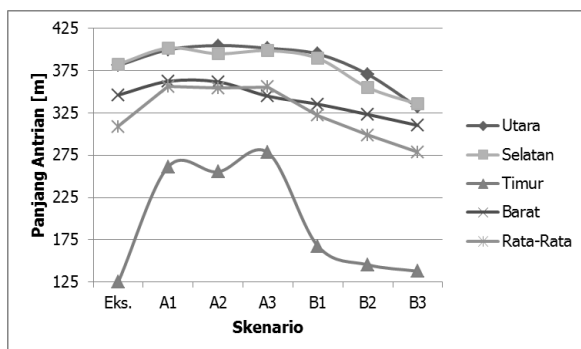
Hasil analisis kondisi eksisting, dan optimalisasi waktu siklus yaitu berupa panjang antrian, dan tundaan. Hasil analisis panjang antrian dapat dilihat pada **Tabel 13**, dan **Gambar 3.a**, dan hasil analisis berupa tundaan dapat dilihat pada **Tabel 14**, dan **Gambar 3.b**.

Tabel 13. Hasil Analisis (Panjang Antrian)

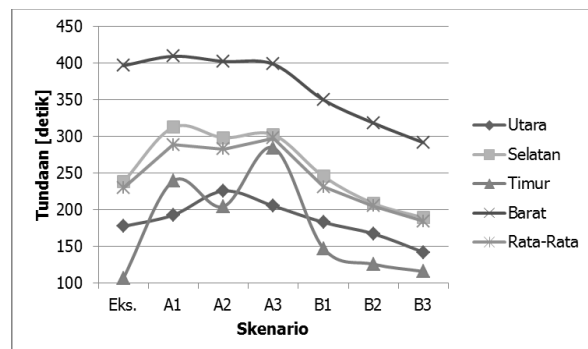
Skenario	Panjang Antrian [m]				
	Utara	Selatan	Timur	Barat	Rata-Rata
Eks.	381,29	382,81	125,00	346,24	308,84
A1	399,91	401,86	261,33	362,51	356,40
A2	404,90	395,20	255,40	361,85	354,34
A3	401,67	398,87	278,07	344,88	355,87
B1	394,93	389,69	167,37	335,48	321,87
B2	370,78	355,16	145,34	323,27	298,64
B3	331,92	335,52	137,74	310,38	278,89

Tabel 14. Hasil Analisis (Tundaan)

Skenario	Tundaan [detik]				
	Utara	Selatan	Timur	Barat	Rata-Rata
Eks.	177,80	238,51	107,15	396,94	230,10
A1	193,30	312,99	239,83	409,74	288,97
A2	225,99	298,64	204,78	402,83	283,06
A3	205,56	302,69	284,95	399,01	298,05
B1	183,25	245,97	147,71	350,34	231,82
B2	167,64	209,07	126,12	318,71	205,38
B3	142,49	189,57	116,25	291,95	185,07



Gambar 3.a Grafik Panjang Antrian



Gambar 3.b Grafik Tundaan

Dapat dilihat pada **Tabel 13**, **Tabel 14**, **Gambar 3.a**, dan **Gambar 3.b**, pada kondisi eksisting, persimpangan Jalan Laswi – Jalan Gatot Subroto Bandung memiliki panjang antrian rata-rata simpang sebesar 308,84 meter, dan tundaan rata-rata simpang sebesar 230,10 detik. Setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus, terjadi kenaikan panjang antrian rata-rata simpang

maksimum pada skenario A1 (356,40 meter), dan tundaan rata-rata simpang maksimum pada skenario A3 (298,05 detik), serta terjadi penurunan panjang antrian rata-rata simpang maksimum pada skenario B3 (278,89 meter), dan tundaan rata-rata simpang maksimum pada skenario B3 (185,7 detik). Pengaturan fase sinyal skenario B3 merupakan skenario terbaik dari seluruh skenario pengaturan fase sinyal yang telah dianalisis. Perbandingan panjang antrian, dan tundaan pada persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung setelah dilakukannya optimalisasi waktu siklus (skenario B3) dapat dilihat pada **Tabel 15**.

Tabel 15. Perbandingan Panjang Antrian, dan Tundaan pada Persimpangan Jalan Laswi – Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung setelah Dilakukannya Optimalisasi Waktu Siklus

Pendekat	Perbandingan Panjang Antrian Setelah Optimalisasi (Skenario B3)			Perbandingan Tundaan Setelah Optimalisasi (Skenario B3)		
	[m]	[%]	Keterangan	[detik]	[%]	Keterangan
Utara	49,37	12,95	Turun	35,31	19,86	Turun
Selatan	47,29	12,35	Turun	48,94	20,52	Turun
Timur	12,74	10,19	Naik	9,10	8,49	Naik
Barat	35,86	10,36	Turun	104,99	26,45	Turun
Rata-Rata	29,95	9,70	Turun	45,03	19,57	Turun

5. KESIMPULAN

Optimalisasi waktu siklus dengan pengaturan fase sinyal skenario B3 merupakan skenario pengaturan fase sinyal terbaik dengan penurunan panjang antrian, dan tundaan rata-rata simpang jika dibandingkan dengan kondisi eksisting yaitu sebesar 9,70%, dan 19,57%. Maka dapat disimpulkan bahwa optimalisasi waktu siklus dapat meningkatkan kinerja persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

- ATCS-Dishub (Director). (2019). *Rekaman CCTV Persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung* [Motion Picture].
- BPS Provinsi Jawa Barat. (2019, Juli 7). *Google*. Dipetik Juli 7, 2019, dari Badan Pusat Statistik Kota Bandung: <https://bandungkota.bps.go.id/statictable/2019/01/04/181/proyeksi-penduduk-dan-laju-pertumbuhan-penduduk-di-kota-bandung-2012---2017.html>
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hakim, A. R. (2019). *Pengaruh Ruang Henti Khusus pada Kinerja Persimpangan Pahlawan dengan PTV VISSIM 9.0. Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil-Institut Teknologi Nasional.
- Harianto, J. (2004). *Perencanaan Persimpangan Tak Sebidang pada Jalan Raya. Tugas Akhir*. Sumatera Utara: Jurusan Teknik Sipil-Universitas Sumatera Utara.
- Irawan, M. Z., & Putri, N. H. (2017). Mikrosimulasi Mixed Traffic pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Lunak VISSIM (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Jurnal Transportasi Multimoda*, 13(3), 97-106.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). (2019, Agustus 11). *Google*. Retrieved Agustus 11, 2019, from Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) - Kamus versi online/daring (dalam jaringan): <https://kbbi.web.id/>
- Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. (2004). *Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Khisty, C. T., & Lall, B. (2003). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.

- Negara, I. N. (2014). *Peningkatan Kapasitas Persimpangan dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Studi Kasus: Persimpangan Jalan PB. Sudirman/Raya Puputan/ Dewi Sartika, Kota Denpasar)*. Tugas Akhir. Denpasar: Jurusan Teknik Sipil-Universitas Udayana.
- PTV Planung Transport Verkehr AG. (2016). *First Step Tutorial*. Karlsruhe: PTV Group.
- Tamam, M. F. (2016). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Tegar Beriman - Jalan Raya Bogor)*. Tugas Akhir. Bogor: Jurusan Teknik Sipil-Universitas Pakuan.