

CYCLE TIME OPTIMIZATION FOR SIGNALIZED INTERSECTION PERFORMANCE USING PKJI 2023 AND PTV VISSIM: A CASE STUDY OF THE JL. IR. H. JUANDA–SILIWANGI INTERSECTION, BANDUNG CITY

Article History:

Received
02 January 2026
Revised
20 January 2026
Accepted
04 February 2026

ALDI MAULANA GUSTORI¹, SOFYAN TRIANA²¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Itenas, Indonesia²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Itenas, IndonesiaEmail: aldi.maulana@itenas.ac.id**ABSTRAK**

Optimasi waktu sinyal, khususnya waktu siklus, merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja operasional simpang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan waktu siklus terhadap kinerja simpang bersinyal menggunakan pendekatan analitis berdasarkan PKJI 2023 dan simulasi mikroskopik dengan perangkat lunak PTV Vissim. Objek penelitian adalah simpang bersinyal dengan tipe kodifikasi 423 pada Jl. Ir. H. Juanda–Siliwangi, Kota Bandung. Analisis awal menggunakan PKJI 2023 menghasilkan waktu siklus eksisting sebesar 121 detik, yang selanjutnya digunakan sebagai acuan penyusunan skenario variasi waktu siklus dari 80% hingga 180%. Evaluasi kinerja dilakukan berdasarkan panjang antrean kendaraan hasil simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu siklus 157 detik menghasilkan kinerja terbaik dengan penurunan panjang antrean sebesar 12,5% dibandingkan kondisi analitis PKJI 2023.

Kata kunci: *Simpang bersinyal, PTV Vissim, Panjang Antrean, Skenario waktu siklus, PKJI 2023*

ABSTRACT

Signal timing optimization, particularly cycle length optimization, is one approach to improving intersection operational performance. This study aims to analyze the effect of cycle length variation on the performance of a signalized intersection using an analytical method based on the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2023) and microscopic simulation with PTV Vissim software. The study object is a signalized intersection with codification type 423 located at Ir. H. Juanda–Siliwangi Street, Bandung City. Initial analysis using PKJI 2023 resulted in an existing cycle length of 121 seconds, which was then used as a reference for developing cycle length variation scenarios ranging from 80% to 180%. Performance evaluation was conducted based on vehicle queue length obtained from simulation results. The results indicate that a cycle length of 157 seconds provides the best performance, with a 12.5% reduction in average queue length compared to the PKJI 2023 analytical condition.

Keywords: *Signalized intersection, Cycle length, Traffic performance, PKJI 2023, PTV Vissim*

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. PENDAHULUAN

Simpang bersinyal merupakan elemen penting dalam sistem transportasi perkotaan yang berfungsi mengatur pergerakan lalu lintas dari berbagai arah. Pada kondisi lalu lintas yang padat, pengaturan waktu sinyal yang tidak optimal dapat menimbulkan tundaan dan antrean kendaraan yang panjang. Kondisi ini umum dijumpai pada kawasan perkotaan dengan tingkat aktivitas yang tinggi seperti Kota Bandung.

Salah satu parameter utama dalam pengaturan sinyal lalu lintas adalah waktu siklus. (Marsani, 2017b) menyatakan bahwa waktu siklus (s) bervariasi dalam rentang 0,75S hingga 1,5S, hal ini menunjukkan bahwa sistem sinyal lalu lintas masih dapat beroperasi dengan baik dalam rentang tersebut. Rendra, F. M. (2025) Pada penelitian terdahulu bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan waktu siklus terhadap kinerja simpang bersinyal menggunakan metode analitis berdasarkan PKJI 2023 dan simulasi mikroskopik dengan perangkat lunak PTV Vissim, dengan tipe kodifikasi simpang APILL 412 pada simpang P.H.H. Musthafa Cimuncang, Kota Bandung, dan menggunakan data sekunder pada studi terdahulu dengan menghasilkan skenario waktu siklus terbaik Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu siklus sebesar 97 detik (120% dari waktu siklus awal) memberikan kinerja terbaik dengan tundaan rata-rata sebesar 22,85 detik per kendaraan, lebih rendah dibandingkan kondisi eksisting sebesar 31,10 detik. Hal ini menunjukkan adanya penurunan tundaan sebesar 26,5% yang mencerminkan peningkatan kinerja simpang.

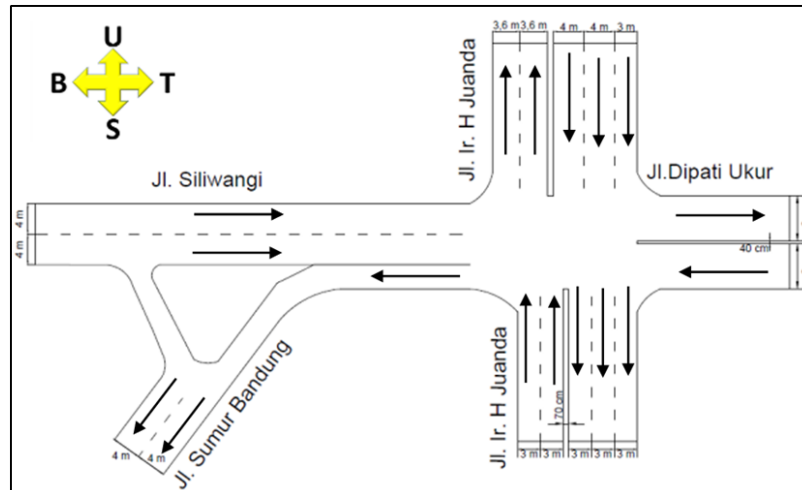
Penelitian ini untuk mengetahui waktu siklus optimum pada kinerja simpang bersinyal dengan kodifikasi tipe simpang APILL 423 guna meningkatkan kinerja lalu lintas, melalui simulasi dengan menggunakan perangkat lunak PTV Vissim menggunakan data primer hasil survei pada lokasi kajian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam merumuskan rekomendasi waktu siklus optimal pada simpang bersinyal. Berikut kode tipe simpang APILL 423 pada simpang Ir. H Juanda-Siliwangi Kota Bandung.

2. METODA PENELITIAN

Persimpangan jalan yang diamati adalah Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda-Siliwangi di Kota Bandung yang memiliki empat pendekatan, seperti yang tersaji pada gambar berikut ini. Pendekatan utara dan selatan adalah Jalan Ir. H. Juanda, Pendekatan barat adalah Jalan Siliwangi Pendekatan timur adalah Jalan Dipati Ukur. Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan lokasi dan data geometrik simpang yang diamati.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



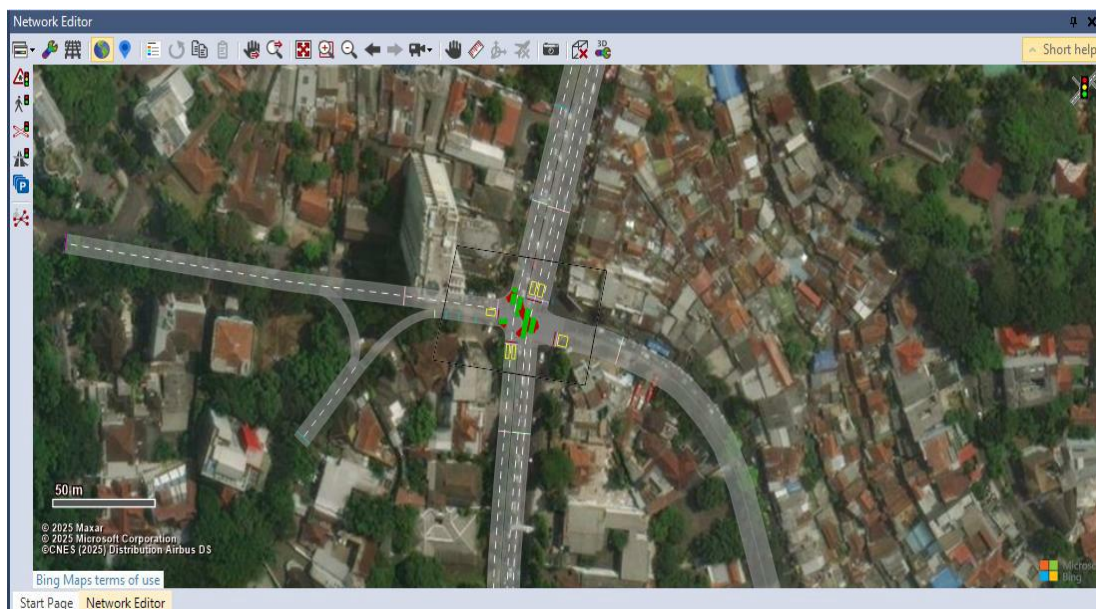
Gambar 2. Sketsa Geometrik

Data yang digunakan pada penelitian terbagi menjadi dua yang diantaranya sebagai berikut:

1. Data primer yang digunakan berupa volume kendaraan dan distribusi pergerakan kendaraan, kondisi lampu merah eksisting, data kecepatan kendaraan, driving behaviours serta data geometrik yang didapatkan dari hasil survei lapangan.
 - a. Data volume lalu lintas didapatkan dari hasil perhitungan dan pengamatan surveyor pada tiap ruas yang tidak terganggu oleh aktivitas yang dihasilkan oleh simpang yang ditempatkan pada setiap pendekatan. Pendekat Utara ditempatkan pada ruas Jl. Ir. H. Juanda. ke arah simpang Jl. Ir. H. Juanda. Pendekat Selatan ditempatkan pada ruas Jl. Ir. H. Juanda. ke arah simpang Jl. Ir. H. Juanda. Pendekat Timur ditempatkan pada ruas Jl. Dipatiukur ke arah simpang Jl. Ir. H. Juanda. Pendekat Barat ditempatkan pada ruas Jl. Siliwangi ke arah Jl. Ir. H. Juanda. Data yang didapat dari hasil survei lapangan secara manual. Perhitungan volume lalu lintas dilakukan pada masing-masing arah pendekatan selama 2 (dua) jam dengan periode waktu interval 15 menit. Pengumpulan data volume lalu lintas tersebut dilakukan dengan pengelompokan jenis kendaraan, antara lain. Mobil Penumpang (MP). Kendaraan Berat (KB). Sepeda Motor (SM)
 - b. Data distribusi pergerakan kendaraan pada setiap pendekatan simpang ini dilakukan pada jam sibuk dan dibagi menjadi tiga pergerakan yaitu belok kiri, lurus, dan belok kanan. Pada pendekatan Utara dan Timur untuk memperoleh data distribusi menggunakan cctv pada website PelindungBandung, sedangkan pendekatan Barat dan Selatan untuk memperoleh data dengan menggunakan tenaga surveyor yang ditempatkan pada kedua lengan simpang lampu merah, dengan menggunakan pedoman tentang "Survei Pencacahan Lalu lintas Dengan Cara Manual" yang disusun oleh Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan , melalui Gugus Kerja Teknik Lalu Lintas dan Geometri pada sub panitia Teknik Bidang Prasarana Transportasi (Pd-t-19-2004-b)
 - c. Data lampu sinyal eksisting lalu lintas diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Waktu sinyal eksisting didapatkan dengan mencatat waktu sinyal di setiap fase menggunakan alat bantu stopwatch dan cctv pada website Pelindung Bandung
 - d. Data kecepatan didapatkan dari survei lapangan dengan jarak yang sudah ditentukan sebelumnya. Dengan cara menempatkan dua surveyor dengan jarak sejauh 50 m lalu dilakukan koordinasi melalui telepon untuk memberi isyarat kendaraan mana yang akan ditinjau lalu dihitung waktu tempuh dalam satuan (detik)

- kendaraan tersebut menggunakan stopwatch lalu data tersebut diolah menggunakan rumus pada persamaan 1., menjadi kecepatan kendaraan dalam satuan (km/jam)
- e. Data *Driving Behaviours* didapatkan dengan mengamati perilaku pengemudi di sekitar simpang yang bersifat sampling, seperti keberadaan atau posisi kendaraan pada lajur, perilaku pengemudi dalam menyiap. jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berhenti, jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berjalan. yaitu jarak henti rata-rata antar kendaraan secara berurutan. Data ini membantu dalam memahami faktor manusia yang memengaruhi kinerja simpang dan potensi gangguan terhadap kelancaran arus lalu lintas.
2. Data sekunder yang digunakan berupa peta lokasi penelitian, jumlah penduduk, dan luas wilayah yang didapatkan dari laman web Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung

Pemodelan mikrosimulasi dilakukan dengan penggambaran jaringan jalan, pengaturan perilaku kendaraan dan perkiraan pergerakan lalu lintas di jaringan jalan. Jaringan jalan dibuat sesuai dengan sketsa yang tersaji pada Gambar 2. Hasil pemodelan jaringan jalan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan Jaringan Jalan Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda-Siliwangi

Berdasarkan hasil survei lalu lintas, diperoleh volume jam puncak dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) pada Tabel 1. Periode jam puncak yang teridentifikasi terjadi pada pukul 16.00–17.00 dengan volume sebesar 8.225 kendaraan/jam, yang setelah dikonversi menjadi satuan mobil penumpang per jam setara dengan 4.270 smp/jam.

Data masukan model mikrosimulasi didapatkan dari data volume pergerakan lalu lintas di Persimpangan Jalan Ir.H. Juanda-Siliwangi. Data volume lalu lintas dibedakan menjadi tiga, yaitu mobil penumpang (MP), kendaraan berat (KB), dan sepeda motor (SM). Sepeda motor menjadi moda mayoritas yang melintas (78,40%), mobil penumpang (MP) menjadi moda terbanyak selanjutnya (26,82%). Data yang disajikan merupakan total dari pergerakan, Selengkapnya data volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Volume Jam Puncak

Waktu	Kend./jam	Smp/jam
16.00 – 17.00	8.255	4.270
16.15 – 17.15	7.395	4.014
16.30 – 17.30	6.214	3.457

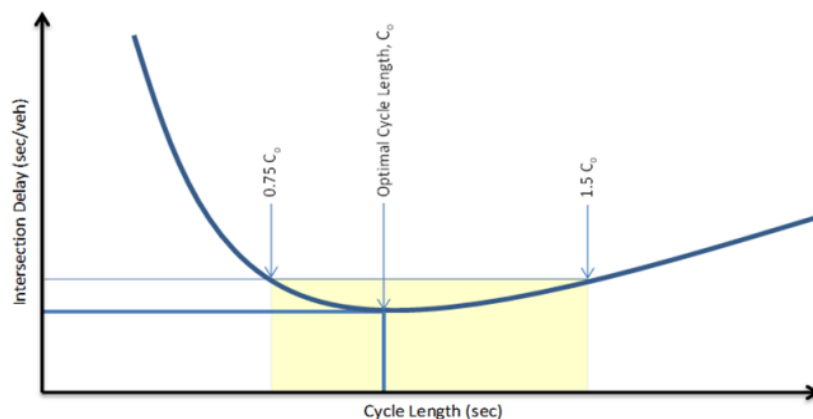
Tabel 1. Volume Jam Puncak

Waktu	Kend./jam	Smp/jam
16.45 – 17.45	5.259	3.114
17.00 – 18.00	4.104	2.613

Tabel 2. Data Distribusi Pergerakan Kendaraan Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda-Siliwangi

Arah		Sepeda Motor (Kend./jam)	Mobil Penumpang (Kend./jam)	Kendaraan Berat (Kend./jam)
Utara	LTOR	978	386	4
	ST	1.978	751	7
	RT	638	186	5
	Total	3.594	1.323	16
	Persentase	72,86%	26,82%	0,32%
Selatan	LTOR	667	224	5
	ST	1.989	742	3
	RT	550	178	3
	Total	3.206	1.144	11
	Persentase	73,52%	26,23%	0,25%
Timur	LTOR	346	74	1
	ST	521	176	1
	RT	672	222	4
	Total	1.539	472	6
	Persentase	76,30%	23,40%	0,37%
Barat	LTOR	1.792	543	10
	ST	965	200	3
	RT	411	114	3
	Total	3.168	857	16
	Persentase	78,40%	21,21%	0,40%

Grafik yang menggambarkan hubungan antara waktu tundaan kendaraan dan panjang siklus sinyal merupakan visualisasi penting dalam memahami perilaku sistem lalu lintas terhadap perubahan pengaturan sinyal. Grafik ini biasanya berbentuk kurva U, yang menunjukkan bahwa terdapat nilai panjang siklus tertentu yang meminimalkan tundaan kendaraan. Berikut grafik terdapat pada Gambar 4. Pada grafik tersebut, sumbu horizontal menunjukkan panjang siklus sinyal dalam satuan detik, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan rata-rata waktu tundaan kendaraan per satuan waktu. Ketika panjang siklus terlalu pendek, kendaraan cenderung tidak memiliki cukup waktu untuk melintas, sehingga menyebabkan peningkatan antrean dan tundaan. Sebaliknya, ketika siklus terlalu panjang, kendaraan harus menunggu lebih lama selama fase merah, yang juga meningkatkan tundaan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Tundaan Kendaraan dan Panjang Siklus (Iteris, 2021)

Tabel 3. Konversi Distribusi Kendaraan (Bina Marga,2023)

Kode Pendekat	Arah	Mobil Penumpang (MP)			Kendaraan Berat (KB)			Sepeda Motor (SM)		
		emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			emp terlindung = 0,15 emp terlawan = 0,4		
		Kend./jam	smp/jam		Kend./jam	smp/jam		Kend./jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan
Utara	B. kiri	0	0		0	0		0	0	
	B. kiri JT	386	386		4	5		978	147	
	Lurus	751	751		8	10		1.978	297	
	B. kanan	186	186		5	7		638	96	
	Total	1.323	1.323	0	17	22	0	3.594	540	0
Selatan	B. kiri	224	224		5	7		667	100	
	B. kiri JT	0	0		0	0		0	0	
	Lurus	742	742		3	4		1.989	298	
	B. kanan	178	178		3	4		550	83	
	Total	1.144	1.144	0	11	15	0	3.206	481	0
Timur	B. kiri	74	74		1	1		346	52	
	B. kiri JT	0	0		0	0		0	0	
	Lurus	176	176		1	1		521	78	
	B. kanan	222	222		4	5		672	101	
	Total	472	472	0	6	7	0	1.539	231	0
Barat	B. kiri	0	0		0	0		0	0	
	B. kiri JT	543	543		10	13		1.678	252	
	Lurus	200	200		3	4		965	145	
	B. kanan	114	114		3	4		411	62	
	Total	857	857	0	16	21	0	3.054	459	0

- b. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode PKJI 2023 didapat hasil perhitungan tundaan, panjang antrian, derajat kejenuhan untuk menilai kinerja simpang tersebut layak beroperasi secara operasional atau tidak, yang nilainya harus $(DJ) < 0,85$. Hasil perhitungan menggunakan metode PKJI dapat dilihat pada Gambar 7. dan Gambar 8.

SIMPANG APILL PENENTUAN WAKTU ISYARAT KAPASITAS										Tanggal : 17 Desember 2025 Kota : Bandung Simpang : Ir. H Juanda-Siliwangi					0 Perihal : 4 fase Periode : Jam sibuk					Ukuran Kota: 2.50									
Bek Kiri Jalan Terus																													
Kode Pen- dekak	Hijau dalam fase ke-	Tipe Pen- dekak (P / O)	Rasio kendaraan belok			Arus belok kanan		Lebar efektif (m)	Arus jenuh								Arus lalu lintas smp/j	Rasio Arus	Rasio fase	Waktu hijau per fase	Kapa- sitas smp/j C =	Dera- jat jenuh JDJ							
			RBKJT	RBKI	RBKA	dari arah ditinjau smp/jam (7)	dari arah lawan smp/jam (8)		Lebar	J0 smp/jam (10)	Faktor Penyesuaian												Arus jenuh yang diseuaikan smp/jam J (17)						
											Semua tipe pendekat																		
											Ukuran kota FUK (11)	Hambatan Sampang FHS (12)	kelan- daian F _C (13)	Parkir F _P (14)	Belok Kanan FBKa (15)	Belok Kiri FBKi (16)								Arus jenuh yang diseuaikan smp/jam J (17)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	q (18)	Rq/j (19)	RF (20)	Whi (21)	xWhi (22)	q / C (23)							
U	3	P	0.285	0.000	0.153	0	0	8.00	4800	1.00	0.950	1.00	1.00	1.04	1.00	4742	1347	0.284	0.331	51	1999	0.67							
S	4	P	0.000	0.202	0.162	0	0	6.00	3600	1.00	0.950	1.00	1.00	1.04	0.97	3450	2442	0.708	0.826	25	1587	1.53							
T	2	P	0.000	0.179	0.462	0	0	6.00	3600	1.00	0.950	1.00	1.00	1.12	0.97	3715	1094	0.294	0.343	23	1587	0.69							
B	1	P	0.604	0.000	0.135	0	0	6.00	3600	1.00	0.950	1.00	1.00	1.04	1.00	3557	529	0.149	0.174	23	676	0.78							
Waktu hilang total WHH (det)			20			Waktu siklus pra penyesuaian S _{pp} (det)			120.280						RAS =														
						Waktu siklus disesuaikan s (det)			121						ΣFR _{crit}			0.857											

Gambar 7. Analisis Kapasitas dan Kinerja Lalu Lintas Simpang

Tabel 4. Analisis Kapasitas dan Kinerja Lalu Lintas Simpang

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Jumlah Kendaraan Antri (N _{qmax})	Panjang Antrian (m)	Tundaan Rata-Rata (detik/smp)
Utara	1.347	1.999	0,76	53,6	334	59,4
Selatan	2.442	1.587	1,54	64,5	215	61,4
Timur	1.094	1.587	0,69	35,2	117	34,7
Barat	529	676	0,78	36,1	134	53,8

Berdasarkan kondisi eksisting lapangan didapatkan waktu siklus awal kesatu sebesar 188 detik dari hasil survei pada lokasi penelitian Jalan Ir. H Juanda-Siliwangi, dan hasil waktu siklus awal kedua diperoleh dari analisis kinerja persimpangan pada Jalan Ir. H Juanda-Siliwangi menggunakan PKJI 2023, didapatkan waktu siklus awal sebesar 121 detik, waktu siklus awal yg digunakan sebagai acuan adalah waktu siklus awal dari analisis PKJI 2023, karena hasil nilai tersebut termasuk syarat nilai waktu siklus yang layak untuk pengaturan empat fase, hasil pemodelan software PTV Vissim ilustrasi pada model mikrosimulasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Visualisasi Hasil Pemodelan Jaringan Jalan Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda-Siliwangi Pada Kondisi Eksisting

Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran hasil kalibrasi yang telah diterapkan pada pemodelan. Proses validasi yang dilakukan yaitu dengan membandingkan hasil keluaran volume lalu lintas pemodelan dengan volume lalu lintas survei. Metode yang digunakan adalah rumus statistik Geoffrey E. Havers (GEH). Hasil validasi yang ditunjukkan dari Tabel 4, pendekatan timur memiliki nilai GEH terkecil dengan nilai 1,14 dan pendekatan utara memiliki nilai GEH terbesar dengan nilai 4,79. Hasil model yang dikeluarkan harus lebih dicermati untuk nilai GEH yang besar, yaitu di pendekatan utara. Penilaian GEH dilakukan secara keseluruhan. Dengan indikator nilai GEH pada setiap pendekatan kurang dari 5 memenuhi persyaratan, artinya pemodelan dapat dikatakan sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

Tabel 5. Deskripsi Nilai GEH

Pendekat	q_{simulasi} (kend/jam)	$q_{\text{observasi}}$ (kend/jam)	Uji GEH
Utara	4.610	4.933	4,79
Selatan	4.148	4.361	3,26
Timur	1.966	2.017	1,14
Barat	3.713	3.927	3,46

Optimasi waktu siklus yang dilakukan yaitu dengan mengubah waktu siklus awal terhadap beberapa skenario waktu siklus (s) dalam rentang 0,8(s)-1,8(s) (80% hingga 180%) untuk mengetahui kinerja persimpangan menggunakan perangkat lunak PTV Vissim. Berikut hasil tundaan dari skenario waktu siklus terdapat pada Tabel 6. dan hasil antrean dari skenario waktu siklus terdapat pada Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Tundaan Skenario Waktu Siklus

Skenario	Waktu Hijau				Tundaan (detik)				
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Utara	Selatan	Timur	Barat	Rata-Rata
80%	18	18	41	19	63,42	53,50	57,40	60,54	58,72

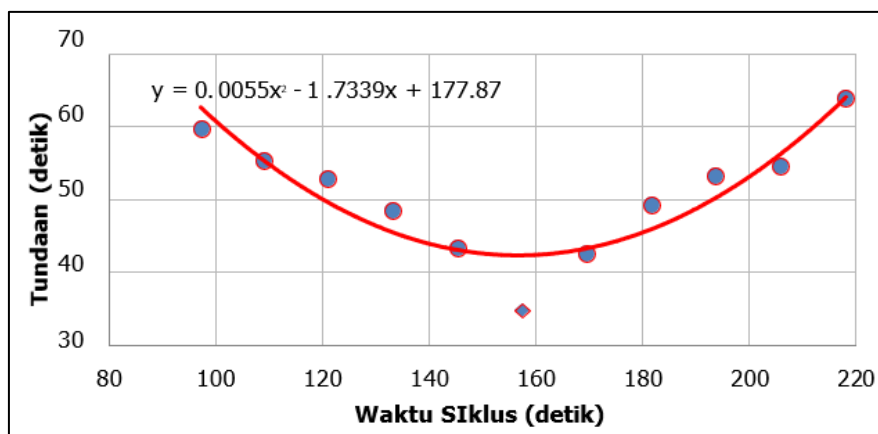
Tabel 6. Hasil Tundaan Skenario Waktu Siklus

Skenario	Waktu Hijau				Tundaan (detik)				
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Utara	Selatan	Timur	Barat	Rata-Rata
90%	21	21	46	22	60,90	43,68	56,47	59,67	55,18
100%	23	23	51	24	53,80	43,70	59,32	61,40	52,31
110%	25	25	56	27	47,00	43,00	46,62	55,76	48,10
120%	28	28	61	30	46,07	42,20	39,58	44,93	43,20
130%	30	30	66	32	40,97	33,37	31,86	35,60	34,87
140%	32	32	71	35	48,21	45,12	38,78	40,67	43,20
150%	35	35	77	37	59,18	46,74	40,24	42,43	47,15
160%	37	37	82	39	61,31	51,91	41,39	49,34	50,99
170%	39	39	87	41	60,56	49,66	54,03	57,87	55,53
180%	41	41	92	43	72,83	59,33	65,08	62,85	65,02

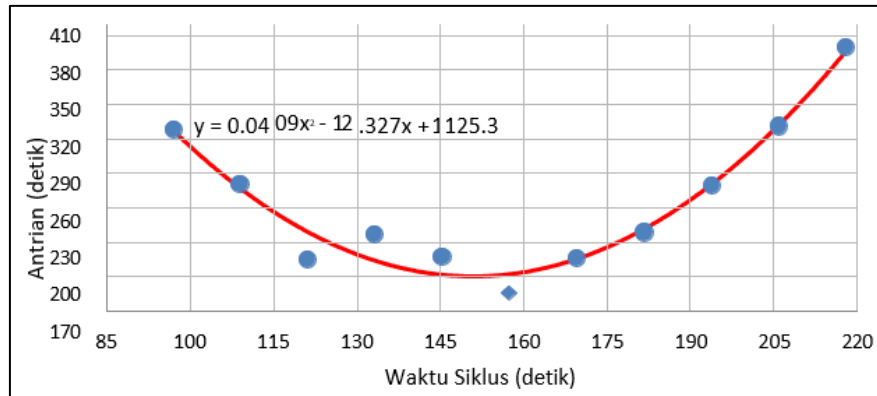
Tabel 6. Hasil Antrean Skenario Waktu Siklus

Skenario	Waktu Hijau				Antrean (meter)				
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Utara	Selatan	Timur	Barat	Rata-Rata
80%	18	18	41	19	235	203	439	383	315
90%	21	21	46	22	176	175	397	333	270
100%	23	23	51	24	134	117	334	251	209
110%	25	25	56	27	159	126	359	276	230
120%	28	28	61	30	143	131	278	293	211
130%	30	30	66	32	128	111	213	239	182
140%	32	32	71	35	161	146	257	278	211
150%	35	35	77	37	167	148	299	312	232
160%	37	37	82	39	224	167	319	367	269
170%	39	39	87	41	299	223	346	403	318
180%	41	41	92	43	337	254	479	458	382

Berdasarkan hasil analisis, hubungan antara waktu siklus dengan tundaan dan panjang antrean menunjukkan pola non-linier berbentuk U. Pada rentang waktu siklus rendah hingga mendekati nilai optimum, peningkatan waktu siklus menyebabkan penurunan tundaan dan antrean secara signifikan, yang ditunjukkan oleh gradien regresi bernilai negatif. Kondisi ini mencerminkan peningkatan efisiensi pelayanan simpang seiring bertambahnya waktu hijau efektif, namun, setelah melewati titik optimum sekitar 130% dari waktu siklus awal, tundaan dan antrean kembali meningkat tajam, sehingga gradien hubungan berubah menjadi positif. Hasil ini menegaskan bahwa peningkatan waktu siklus tidak selalu meningkatkan kinerja lalu lintas, melainkan memiliki titik optimum operasional yang perlu diperhatikan dalam pengaturan simpang bersinyal, dapat dilihat pada grafik hasil dari rata-rata tundaan dari skenario waktu siklus terdapat pada Gambar 9. dan grafik hasil dari rata-rata antrean dari skenario waktu siklus terdapat pada Gambar 10.



Gambar 9. Grafik Rata-Rata Tundaan dengan Waktu Siklus



Gambar 10. Grafik Rata-Rata Antrean dengan Waktu Siklus

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan, yaitu analisis dengan metode PKJI 2023 dan analisis kondisi skenario perubahan waktu siklus dengan simulasi menggunakan PTV Vissim, maka didapatkan hasil perbandingan seperti yang diuraikan pada Tabel 7, hasil menggunakan metode PKJI 2023 sebagai acuan waktu siklus awal. Tabel 8, hasil simulasi PTV Vissim pada kondisi eksisting. Tabel 9, Hasil skenario waktu siklus terbaik dari grafik perbandingan waktu siklus dengan tundaan dan antrean.

Tabel 7. Hasil Metode PKJI 2023

Fase	Pendekat	Waktu Siklus detik	Waktu Hijau detik	Tundaan detik/kend	Antrean meter
1	Barat	121	23	53,8	134
2	Timur		23	34,7	117
3	Utara		51	59,4	334
4	Selatan		24	61,4	215
Tundaan Rata-Rata		52,33 detik/kend			
Antrean Rata-Rata		209 m			

Tabel 8. Skenario Waktu Siklus Kondisi Eksisting (PTV Vissim)

Fase	Pendekat	Waktu Siklus detik	Waktu Hijau detik	Tundaan detik/kend	Antrean meter
1	Barat	121	23	51,97	129
2	Timur		23	35,12	116
3	Utara		51	55,86	329
4	Selatan		24	58,27	217
Tundaan Rata-Rata		50,31 detik/kend			
Antrean Rata-Rata		208 m			

Tabel 9. Skenario Waktu Siklus Kinerja Terbaik (PTV Vissim)

Fase	Pendekat	Waktu Siklus detik	Waktu Hijau detik	Tundaan detik/kend	Antrean meter
1	Barat	157	30	40,97	128
2	Timur		30	33,37	111
3	Utara		66	31,86	276
4	Selatan		31	33,27	213
Tundaan Rata-Rata		34,87 detik/kend			
Antrean Rata-Rata		182 m			

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Berdasarkan kondisi eksisting lapangan didapatkan waktu siklus awal kesatu sebesar 188 detik dari hasil survei pada lokasi penelitian Jalan Ir. H Juanda-Siliwangi ,dan hasil waktu siklus awal kedua diperoleh dari analisis kinerja persimpangan pada Jalan Ir. H Juanda-Siliwangi menggunakan PKJI 2023, didapatkan waktu siklus awal sebesar 121 detik, waktu siklus awal yg digunakan sebagai acuan adalah waktu siklus awal dari analisis PKJI 2023, karena hasil nilai tersebut termasuk syarat nilai waktu siklus yang layak untuk pengaturan empat fase.
- b. Hasil waktu siklus awal dari analisis persimpangan menggunakan PKJI 2023 menunjukan kinerja persimpangan dengan nilai derajat kejenuhan untuk pendekat Barat 0,78, pendekat Timur 0,69 pendekat utara 0,67. pendekat Selatan 1,539. Tundaan untuk pendekat Barat sebesar 53,8 detik, Timur 34,7 detik, Utara 59,4 detik, dan Selatan 61,4 detik. Sedangkan panjang antrean masing-masing pendekat adalah 134 meter (Barat), 117 meter (Timur), 334 meter (Utara), dan 215 meter (Selatan). Tundaan rata-rata dari metode ini adalah 52,33 detik, dengan antrean rata-rata 209 meter.
- c. Setelah di lakukan beberapa skenario dari beberapa variasi simulasi, diperoleh bahwa waktu siklus sebesar 157 detik. Tundaan yang terjadi untuk pendekat Barat sebesar 40,97 detik, Timur 33,37 detik, Utara 31,86 detik, dan Selatan 33,27 detik. Sedangkan panjang antrean masing masing adalah 128 meter (Barat), 111 meter (Timur), 276 meter (Utara), dan 213 meter (Selatan). Tundaan rata-rata pada skenario ini adalah yang terendah, yaitu 34,87 detik, dengan antrean rata-rata 182 meter

DAFTAR RUJUKAN

Rujukan Jurnal:

- Atzori, L., & Andreas. (2012). Performance Analysis of Fractal Modulation Transmission over Fast Fading Wireless Channels. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 48(2), 103 - 110.
- Darlis, A. R., Lidyawati, L., & Nataliana, D. (2016). Implementasi Visible Light Communication (VLC) pada Sistem Komunikasi. *Reka Mahadigdaya*, 1(1), 13 – 25

Rujukan Prosiding:

- Zeng, G., & Qiu, Z. (2008). Audio Watermarking in DCT. *International Conference on Signal Processing*, (pp. 2193 - 2196).

Rujukan Buku:

- Bohmer, M. (2012). *Beginning Android ADK w*
- Meier, R. (2012). *Professional Android™ 4 Application Development*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.

Rujukan Sumber Online :

- Macleod, D. (2010, June 25). *Post-Modernism and Urban Planning*. Retrieved form www3.sympatico.ca