

Pengaruh Optimasi Waktu Hijau Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Simulasi PTV Vissim

FIDRI MUHAMMAD RENDRA¹, SOFYAN TRIANA²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: fidri.rendra06@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan pada simpang bersinyal di kawasan perkotaan sering terjadi akibat ketidakseimbangan distribusi waktu sinyal terhadap volume lalu lintas. Penelitian ini menganalisis pengaruh perubahan waktu siklus terhadap kinerja simpang bersinyal menggunakan metode analitis PKJI 2023 dan simulasi mikroskopik dengan PTV Vissim. Lokasi penelitian adalah Simpang P.H.H. Musthofa–Cimuncang, Kota Bandung. Skenario waktu siklus bervariasi antara 50% hingga 150% dari siklus awal. Hasil simulasi menunjukkan siklus optimal sebesar 97 detik (120% dari siklus awal) dengan tundaan rata-rata 22,85 detik/kendaraan, lebih rendah 26,5% dibanding kondisi eksisting (31,10 detik). Temuan ini membuktikan bahwa optimasi waktu hijau mampu meningkatkan efisiensi kinerja simpang.

Kata kunci: simpang bersinyal, PTV Vissim, PKJI 2023, tundaan, optimasi sinyal

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Bandung yang meningkat dari 1.104.264 unit pada 2018 menjadi 1.121.273 unit pada 2023 telah memperburuk kemacetan di simpang bersinyal. Penumpukan antrean dan meningkatnya tundaan kendaraan menjadi indikasi kinerja simpang yang tidak optimal. Salah satu pendekatan perbaikan adalah optimasi waktu hijau untuk menyeimbangkan distribusi arus lalu lintas. Menurut Webster (1958), terdapat hubungan antara panjang siklus sinyal dan tundaan kendaraan, di mana sistem dapat beroperasi optimal pada kisaran 0,75S–1,5S dari siklus awal. Penelitian ini bertujuan menentukan siklus optimal dan menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja simpang melalui perbandingan hasil analisis PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Objek penelitian adalah Simpang P.H.H. Musthofa–Cimuncang, Kota Bandung. Data sekunder yang digunakan meliputi data geometrik simpang pada Tabel 1, dan data arus pergerakan kendaraan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Geometrik Simpang

Pendekat	Lebar Lajur (m)	Tipe Jalan	Lebar Pendekat	
			Masuk (m)	Keluar (m)
Utara	3,00	2/2TT	3,00	3,00
Selatan	3,00	2/2TT	3,00	3,00
Timur	7,00	4/2T	7,00	7,00
Barat	7,00	4/2T	7,00	7,00

Tabel 2. Arus Pergerakan Kendaraan

Arah		SM	MP	KB	Total
U	LT	13	3	1	17
	ST	626	86	1	713
	RT	26	5	0	31
	Total	665	94	2	761
	Persentase	87,39%	12,35%	0,26%	
S	LT	40	5	0	45
	ST	668	78	2	748
	RT	81	10	0	91
	Total	789	93	2	884
	Persentase	89,25%	10,52%	0,23%	
T	LT	162	43	1	206
	ST	1265	620	6	1891
	RT	200	70	0	270
	Total	1.627	733	7	2.367
	Persentase	68,74%	30,97%	0,30%	
B	LT	175	47	0	222
	ST	1513	640	4	2157
	RT	295	82	0	377
	Total	1.983	769	4	2.756
	Persentase	71,95%	27,90%	0,15%	

2.2 Analisis PKJI 2023

Tahap awal dilakukan analisis kondisi eksisting menggunakan PKJI 2023 untuk menentukan siklus awal. Perhitungan meliputi penentuan arus jenuh, rasio arus, waktu siklus, waktu hijau, kapasitas, dan derajat kejenuhan. Diagram waktu siklus berdasarkan hasil analisis PKJI 2023 terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Diagram Waktu Siklus Hasil Analisis PKJI 2023

Fase 1 (B-T)	2	47	3	29
fase 2 (U-S)	52	2	24	3
1 Siklus = 81 detik				

2.4 Pemodelan PTV Vissim

Skenario simulasi disusun dengan variasi siklus dari 50% hingga 150% siklus awal seperti pada Tabel 4. Pemodelan meliputi pembuatan jaringan jalan, input data volume, distribusi pergerakan, dan pengaturan perilaku pengemudi. Proses kalibrasi menggunakan uji GEH dengan hasil $<5,0$, sehingga model dinyatakan valid.

Tabel 4. Variasi Waktu Siklus

Skenario	Waktu Siklus (detik)
50%	41
60%	49
70%	57
80%	65
90%	73
100%	81
110%	89
120%	97
130%	105
140%	113
150%	122

2.6 Evaluasi Kinerja

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan tundaan rata-rata per kendaraan dan panjang antrean dari setiap skenario seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Tundaan Skenario Waktu Siklus

Skenario	Waktu Hijau		Tundaan (detik)				
	Fase 1 (T-B)	Fase 2 (U-S)	Barat	Timur	Utara	Selatan	Rata-Rata
50%	21	10	48,36	43,10	37,25	63,40	48,03
60%	26	13	33,42	27,58	31,25	50,66	35,73
70%	31	16	30,21	25,46	27,44	47,11	32,56
80%	37	18	24,45	19,67	24,34	38,87	26,83
90%	42	21	25,31	20,34	26,04	41,77	28,37
100%	47	24	26,43	23,13	29,06	45,79	31,10
110%	52	27	27,48	26,13	28,33	46,41	32,09
120%	58	29	20,22	17,31	23,20	30,66	22,85
130%	63	32	35,67	30,30	34,50	50,67	37,79
140%	68	35	40,48	35,64	38,40	53,68	42,05
150%	74	38	50,48	44,69	40,57	65,20	50,24

Tabel 6. Hasil Antrean Skenario Waktu Siklus

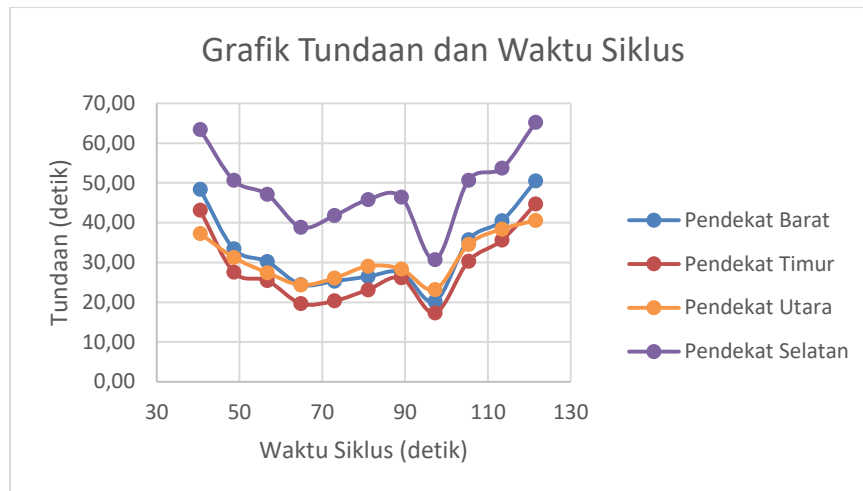
Skenario	Waktu Hijau		Antrean (meter)				
	Fase 1 (T-B)	Fase 2 (U-S)	Barat	Timur	Utara	Selatan	Rata-Rata
50%	21	10	151	127	118	137	133
60%	26	13	137	121	113	124	124
70%	31	16	135	119	110	120	121
80%	37	18	127	108	98	109	111
90%	42	21	130	111	101	112	114
100%	47	24	133	114	105	116	117
110%	52	27	134	116	107	118	119
120%	58	29	125	108	97	106	109
130%	63	32	146	126	116	131	130
140%	68	35	150	134	123	138	136
150%	74	38	154	136	125	140	139

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

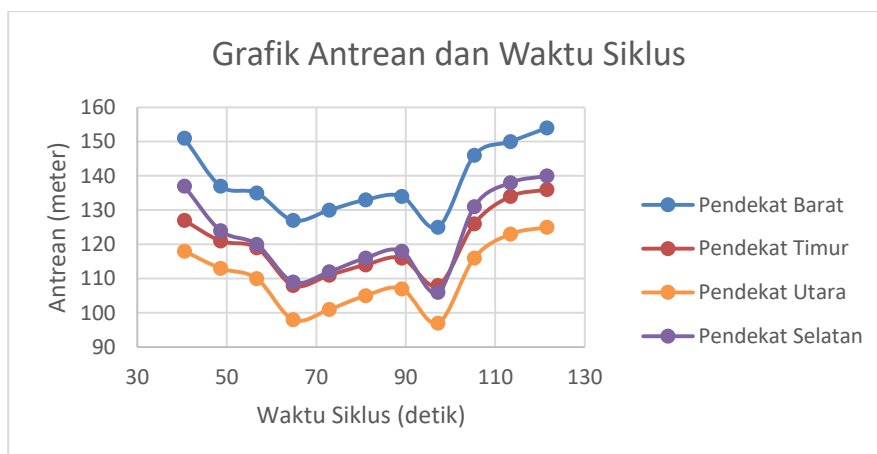
Analisis PKJI 2023 menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 31,10 detik/kendaraan dengan derajat kejenuhan mendekati batas ideal ditunjukkan pada Tabel 7. Skenario dengan siklus 97 detik (120% dari siklus awal) menghasilkan tundaan rata-rata 22,85 detik/kendaraan dan penurunan antrean di semua pendekat. Hubungan tundaan dengan waktu siklus digambarkan pada Gambar 1, sedangkan hubungan antrean dengan waktu siklus pada Gambar 2. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan waktu siklus hingga 120% dapat meningkatkan efisiensi pergerakan karena distribusi waktu hijau lebih proporsional terhadap volume tiap pendekat. Namun, siklus yang terlalu panjang (>130%) justru meningkatkan tundaan akibat waktu tunggu yang lebih lama bagi arus dengan volume rendah.

Tabel 7. Hasil Analisis Kinerja Persimpangan

Persimpangan		Metode PKJI 2023				Skenario Waktu Siklus Kondisi Awal (PTV)				Skenario Waktu Siklus Kinerja Terbaik			
Fase	Pendekat	Waktu Siklus	Waktu Hijau	Tundaan	Antrean	Waktu Siklus	Waktu Hijau	Tundaan	Antrean	Waktu Siklus	Waktu Hijau	Tundaan	Antrean
		detik	detik	detik	meter	detik	detik	detik	meter	detik	detik	detik	meter
1	Barat	81	47	21,6	128	81	47	26,43	133	97	58	20,22	125
	Timur		47	21,1	112		47	23,13	114		58	17,31	108
2	Utara		24	38,2	97		24	29,06	105		29	23,2	97
	Selatan		24	44,6	115		24	45,79	116		29	30,66	106
Tundaan rata-rata		31,38				31,10				22,85			
Antrean rata-rata		113				117				109			



Gambar 1. Hubungan Tundaan Dengan Waktu Siklus



Gambar 2. Hubungan Antrean Dengan Waktu Siklus

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim, kondisi eksisting simpang P.H.H. Musthofa–Cimuncang menunjukkan tundaan rata-rata cukup tinggi sebesar 31,10 detik/kendaraan. Melalui tahapan analisis yang mencakup pengumpulan data geometrik, volume lalu lintas, pengaturan waktu sinyal, dan pemodelan mikroskopik dengan variasi siklus 50%–150% dari siklus awal, diperoleh siklus optimal sebesar 97 detik atau 120% dari siklus eksisting. Skenario ini memberikan kinerja terbaik dengan penurunan tundaan sebesar 26,5% dan pengurangan antrean pada seluruh pendekat. Hasil ini mengonfirmasi bahwa penyesuaian waktu siklus yang mempertimbangkan distribusi arus pada tiap pendekat mampu meningkatkan kinerja persimpangan, serta selaras dengan teori Webster yang menyatakan bahwa kinerja optimal dicapai pada rentang $0,75S$ – $1,5S$ dari siklus awal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing Dr. Sofyan Triana, S.T., M.T., para penguji, keluarga, serta pihak-pihak yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akgungor, A. P., & Bullen, A. G. R. (1999). Analytical Delay Models for Signalized Intersections. *ITE Annual Meeting*.
- Akgungor, A. P., & Korkmaz, E. (2018). Investigating Parameter Interactions with the Factorial Design Method: Webster's Optimal Cycle Length Model. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 25(Supplement 2). <https://doi.org/10.17559/TV-20170908185847>
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*.
- Fikri, I. (2019). *Optimasi Waktu Siklus Lampu Sinyal Lalu Lintas Pada Dua Persimpangan Terkoordinasi Menggunakan Program PTV Vissim 6*.
- Firdaus, M. I. (2018). *Studi Kinerja Persimpangan Cimuncang PHH Musthafa Kota Bandung*.
- Fotramanag, M. A. (2022). *Evaluasi APIIL Pada Simpang Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 Dibandingkan Dengan Software PTV Vissim 9*.
- Khisty, J. C., & Lall, K. (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi* (Edisi Ketiga). Erlangga.
- Laguna, A., Du, J., & Rakha, H. A. (2019). Computing optimum traffic signal cycle length considering vehicle delay and fuel consumption. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100021>
- Marsani, A. (2017a). Performance Improvement of a Signalized Intersection (A Case Study of New Baneshwor Intersection). *Proceedings of IOE Graduate Conference*.
- Marsani, A. (2017b). *Transportation Engineering*. ACEM, Civil Dapartement.
- Mou, J. (2020). Intersection Traffic Control Based on Multi-Objective Optimization. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 8. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983422>
- Muthmainnah, S., & Malkhamah, S. (2019). *Optimasi Simpang Bersinyal Dengan Mikrosimulasi Software Vissim (studi Kasus: Simpang Colombo Dan Simpang Sagan, Yogyakarta)*.
- Noval, C., Virgono, A., & Saputra, R. E. (2018). *Optimasi Lampu Lalu Lintas Cerdas Menggunakan Metode Webster*. Vol. 5 No. 3.
- Prasetyanto, D. (2019). *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan*. Itenas.
- Putra, R. A. E., & Ramanda, F. (2018). Optimasi Green Time Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Ptv Vissim dalam Meningkatkan Kinerja Simpang. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(2), 108–117. <https://doi.org/10.33558/bentang.v6i2.1406>
- Rozi, F. (2018). *Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrean Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Lajur Pendekat Simpang (Studi Kasus Pada Jalan Arteri Kota Medan)*.
- Syahabudin, F. I., Sendow, T. K., & Rumayar, A. L. (2015). Perencanaan Lampu Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Sultan Hasanudin Dan Jalan Ari Lasut Menggunakan Metode Mkji. *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3.