EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL DAN PREDIKSI BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN AKIBAT KEMACETAN LALU LINTAS

(Studi Kasus : Simpang Sukun Janti, Jl. S. Supriad-Jl. Janti Barat, Kota Malang)

Maria Tasina Geha [1)], Eding Iskak Imananto [2)], Annur Ma'aruf [3)]
Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : gehamaria3@gmail.com

ABSTRAK

Traffic congestion is a common issue that frequently occurs in various locations, including intersections, markets, and schools. One of the congestion points in Malang City is the Sukun Janti Intersection, which connects Jalan S. Supriadi and Jalan Janti Barat. The congestion at this intersection results in traffic delays that increase Vehicle Operating Costs (VOC), particularly in terms of Fuel Consumption Costs (FCC). This study aims to evaluate the traffic performance at the Sukun Janti Intersection and estimate the economic losses caused by congestion using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023 and simulations with PTV VISSIM 25. Fuel consumption was calculated based on the formulation developed by LAPI-ITB, while the relationship between delay and FCC was analyzed using simple linear regression. The PKJI 2023 analysis indicated that the average delays during peak hours in the morning, afternoon, and evening were 134.29 sec/pcu, 227.71 sec/pcu, and 258.78 sec/pcu, respectively, with a Level of Service (LOS) of F. Meanwhile, the simulation using VISSIM 25 showed average delays of 55.53 sec/pcu (north approach, LOS E), 98.29 sec/pcu (east approach, LOS F), and 33.34 sec/pcu (south approach, LOS D). The estimated economic losses due to traffic delays were IDR 38,999,048.76/day, IDR 1,013,975,267.66/month, and IDR 12,362,698,455.67/year. The regression analysis revealed a very strong correlation between traffic delay and fuel consumption cost (r = 0.9997), indicating that an increase in delay has a significant impact on the economic losses caused by congestion.

Keywords : PKJI 2023, VISSIM 25, VOC

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan umum yang sering terjadi di berbagai lokasi, termasuk di persimpangan jalan raya, pasar, dan sekolah. Salah satu titik kemacetan di Kota Malang adalah Simpang Sukun Janti, yang merupakan pertemuan antara Jalan S. Supriadi dan Jalan Janti Barat. Kemacetan di simpang ini menyebabkan tundaan lalu lintas yang berdampak pada peningkatan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), khususnya pada Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BiBBM). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas di Simpang Sukun Janti serta memprediksi kerugian biaya akibat kemacetan berdasarkan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan simulasi dengan perangkat lunak VISSIM 25. Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan formulasi dari LAPI-ITB, sedangkan hubungan antara tundaan dan BiBBM dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Hasil analisis dengan PKJI 2023 menunjukan tundaan rata-rata simpang pada jam puncak pagi, siang, sore masing-masing sebesar 134,29 det/smp, 227,71 det/smp, dan 258,78 det/smp dengan tingkat pelayanan F. Sementara itu, hasil pemodelan menggunakan Vissim 25 menunjukkan tundaan rata-rata 55,53 det/smp (pendekat utara, LOS E), 98,29 det/smp (pendekat timur, LOS F), dan 33,34 det/smp (pendekat selatan, LOS D). Biaya kerugian akibat tundaan lalu lintas sebesar Rp. 38.999.048,76/hari, Rp. 1.013.975.267,66/bulan, dan Rp.12.362.698.455,67/tahun. Analisis regresi linear menunjukkan terdapat hubungan yang sangat kuat antara tundaan dan biaya konsumsi bahan bakar minyak (r = 0,9997), sehingga peningkatan tundaan berimplikasi signifikan terhadap kerugian ekonomi akibat kemacetan.

Kata kunci : PKJI 2023, VISSIM 25, BOK

1. PENDAHULUAN

Salah satu titik kemacetan di Kota Malang adalah simpang Sukun Janti yang merupakan pertemuan antara Jl. S. Supriadi dan Jl. Janti Barat. Simpang ini berfungsi sebagai akses utamakearah Blitar serta merupakan kawasan komersial. Aktivitas tersebut berpengaruh terhadapt tingginya konflik lalu lintas yang menyebabkan kemacetan khususnya pada jam puncak pagi, siang dan sore hari.

Dampak negatif yang ditimbulkan dari kemacetan pada simpang Sukun Janti yaitu berupa konsumsi bahan bakar yang boros, dan kenaikan Biaya Operasional Kendaraan. Tundaan lalu lintas menjadi faktor penting yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar, sehingga berkontribusi dalam meningkatnya biaya perjalanan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan evaluasi kinerja simpang untuk menentukan langkah penanganan yang tepat. Penelitian ini menggunakan PKJI 2023 dan Software PTV Vissim 25 untuk menganalisis kinerja simpang serta menggunakan metode LAPI ITB untuk menentukan besarnya biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas pada simpang Sukun Janti.

2. DASAR TEORI

Klasifikasi Jalan

Jalan berdasarkan fungsinya dibagi menjadi tiga bagian sebagai berikut :

1. Jalan Arteri
   Berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Jalan arteri ada dua yaitu arteri primer dan arteri sekunder.
2. Jalan Kolektor
   Berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal
   Berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi

Kinerja Simpang

Kinerja simpang bersinyal dapat dilihat dari beberapa faktor seperti Derajat Kejenuhan dan lamanya tundaan

1. Derajat Kejenuhan
   Derajat kejenuhan merupakan rasio arus yang dihitung dengan membagi arus lalu lintas (q) dengan Kapasitas segmen jalan (C).
   Dj = q/C
   Dimana :
   Dj = Derajat Kejenuhan
   q = arus lalu lintas (smp/jam)
   C = kapasitas segmen jalan (smp/jam)
2. Tundaan
   Tundaan rata-rata berdasarkan PKJI 2023 dihitung dengan persamaan :
   Ti = TLLi + TGi
   Dimana :
   Ti = Tundaan rata-rata pendekat j (det/smp)
   TLLi = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
   TGi = Tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan PM no.96 tahun 2015, tingkat pelayanan pada persimpanga dikategorikan dalam 5 kondisi yaitu :

Tabel 1.Tingkat pelayanan simpang

Tingakt Pelayanan	Tundaan (detik/smp)	Keterangan
A	< 5	Sangat Baik
B	5 - 15	Baik
C	15 - 25	Sedang
D	25 - 40	Kurang
E	40 - 60	Buruk
F	> 60	Sangat Buruk

Software Vissim 25

Merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk membuat pemodelan atau simulasi lalu lintas dalam bentuk 2D atau 3D. Versi terbaru dari aplikasi Vissim yang dikembangkan oleh PTV Group yaitu Vissim 25.

Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Merupakan biaya total yang digunakan untuk pengoperasian kendaraan pada suatu kondisi lalu lintas Biaya Operasional kendaraan meliputi:

1. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM)
   Jumlah daya yang dibutuhkan mesin kendaraan untuk beroperasi selama rentang waktu tertentu. KBBM dihitung dengan menggunakan metode LAPI-ITB, yaitu menghitung konsumsi bahan bakar dalam keadaan *idle*. Idle sendiri merupakan kondisi dimana kendaraan diam atau bergerak sangat pelan dan energi yang digunakan kendaraan relatif sedikit.
   F3 (KBBM) = D
   Dimana :
   D = 140 x 10^{-2}/1,4 liter
   KBBM = 1,4 x Qi x Tundaan total
   Dimana :
   Qi = arus total kendaraan jenis i (smp/jam)
   Tundaan total diambil dari tundaan rata-rata simpang dengan satuan jam/smp
2. Biaya Konsumsu Bahan Bakar Minyak (BiBBM)

Merupakan hasil kali antara konsumsi Bahan Bakar Minyak dengan Harga Bahan Bakar Minyak untuk jenis kendaraan tertentu.
BiBBM = KBBMi x HBBMj
Dimana :
KBBMi = Konsumsi bahan bakar minyak jenis kendaraan i
HBBMj = Harga bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan j

NO	Item Biaya	Harga Ekonomi	Satuan
1	Pertalite (HBBMj)	10,000	Rp/liter
2	Solar (HBBMj)	6,800	Rp/liter

3. Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas
   Merupakan biaya yang didapatkan dari hasil pengurangan antara biaya konsumsi bahan bakar minyak pada saat kondisi macet dengan biaya konsumsi bahan bakar pada saar kondisi normal. Kondisi normal artinya tundaan rata-rata simpang 25 detik (batas maksimum tundaan untuk tingkat pelayanan C dengan fungsi jalan arteri sekunder.)

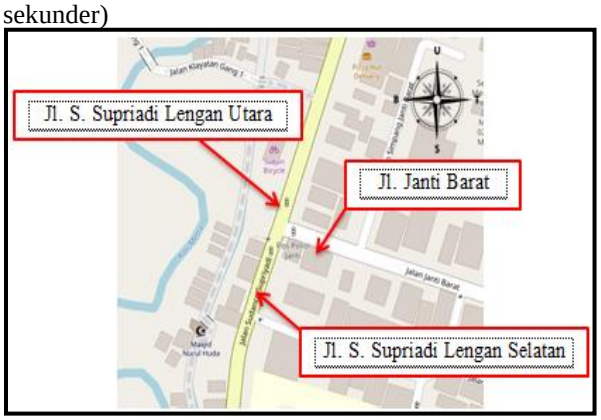
Regresi linear sederhana

Merupakan teknik yang digunakan untuk menyelidiki pengaruh satu variabel independen (X) terhadap satu variabel dependen (Y).
Y = a + bX
Dimana :
X = Variabel bebas
Y = Variabel tidak bebas
a = konstanta (intercept)
b = koefisien regresi/kecondongan garis (slope)

4. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Simpang Sukun Janti adalah simpang bersinyal 3 lengan. Simpang ini terletak di kecamatan Sukun Kota Malang dan menjadi titik pertemuan antara ruas Jl. S. Supriadi (Jalan mayor dengan fungsi jalan arteri sekunder) dan Jl. Janti Barat (Jalan minor dengan fungsi jalan lokal sekunder)



Gambar 1.Lokasi Penelitian

B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu berupa data primer dan data sekunder.
Data Primer
- Data geometrik jalan
- Data volume lalu lintas
  Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan selama 3 hari yaitu hari Sabtu, Senin, dan Rabu.
- Data waktu siklus
- Data hambatan samping

Data Sekunder
- Data jumlah penduduk kota malang
- Peta lokasi studi
- Dokumentasi lapangan
- Daftar harga BBM

C. Metode Analisa

Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu analisa kinerja simpang dengan menggunakan PKJI 2023 da Software Vissim 25. Analisa yang dilakukan berupa analisa data volume lalu lintas, antrian, dan tundaan. Analisa biaya operasional kendaraan menggunkan formulasi yang diajukan oleh LAPI-ITB untuk menghitung konsumsi bahan bakar minyak dalam keadaan idle. Untuk analisa hubungan tundaan dengan biaya kerugian akibat kemacetan simpang dilakukan menggunakan analisis regresi linear sederhana

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Hasil pengumpulan data primer dan sekunder yang selanjutnya di olah untuk digunakan dalam perhitungan

a. Pengolahan data geometrik simpang
   Berikut adalah data geometrik simpang Sukun Janti yang didapatkan dari hasil survey dilapangan
   Tabel 2. Data Geometrik Simpang Sukun Janti

No	Data	Jl. S. Supriadi	Jl. S. Supriadi	Jl. Janti Barat
1	Kode pendekat	U (Utara)	S (Selatan)	T (Timur)
2	Jumlah Jalur	2/2	2/2	2/2
3	Lebar Jalan	9,26 m	9,26 m	8 m
4	Median	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
5	Tipe	Komersial	Komersial	Komersial

b. Volume arus lalu lintas
   Data volume arus lalu lintas yang diambil merupakan volume lalu lintas jam puncak dari hasil survei selama tiga hari yang telah dokonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp/jam) menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp).
   Tabel 3. Nilai EMP

Jenis kendaraan	EMP untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

Berikut adalah contoh pengolahan data volume lalu lintas jam puncak pada pendekat utara :

Tabel 4. Volume arus lalu lintas hari sabtu pendekat utara

Periode	Sepeda Motor				Kendaraan Ringan				Kendaraan Berat				Total
	emp=			0.15	emp=			1	emp=			1.3	
	Lurus	emp	BKiJT	emp	Lurus	emp	BKiJT	emp	Lurus	emp	BKiJT	emp	
06.00-07.00	1255	188.25	80	12	327	327	10	10	37	48.1	2	2.6	587.95
06.15-07.15	1361	204.15	85	12.75	338	338	11	11	47	61.1	1	1.3	628.3
06.30-07.30	1434	215.1	95	14.25	352	352	10	10	50	65	1	1.3	657.65
06.45-07.45	1390	208.5	102	15.3	343	343	13	13	57	74.1	1	1.3	655.2
07.00-08.00	1250	187.5	109	16.35	321	321	16	16	52	67.6	1	1.3	609.75
07.15-08.15	1058	158.7	121	18.15	270	270	14	14	49	63.7	1	1.3	525.85
07.30-08.30	896	134.4	131	19.65	249	249	15	15	49	63.7	1	1.3	483.05
07.45-08.45	817	122.55	148	22.2	240	240	15	15	41	53.3	0	0	453.05
08.00-09.00	796	119.4	173	25.95	240	240	17	17	47	61.1	0	0	463.45
08.15-09.15	803	120.45	194	29.1	282	282	23	23	56	72.8	0	0	527.35
08.30-09.30	820	123	206	30.9	281	281	25	25	58	75.4	2	2.6	537.9
08.45-09.45	801	120.15	207	31.05	316	316	27	27	66	85.8	2	2.6	582.6
09.00-10.00	800	120	214	32.1	315	315	29	29	54	70.2	4	5.2	571.5
09.15-10.15	809	121.35	222	33.3	323	323	25	25	37	48.1	4	5.2	555.95
09.30-10.30	783	117.45	236	35.4	343	343	24	24	45	58.5	2	2.6	580.95
09.45-10.45	769	115.35	245	36.75	335	335	21	21	49	63.7	2	2.6	574.4
10.00-11.00	744	111.6	221	33.15	343	343	19	19	58	75.4	0	0	582.15
10.15-11.15	732	109.8	208	31.2	350	350	25	25	71	92.3	1	1.3	609.6
10.30-11.30	740	111	190	28.5	355	355	29	29	70	91	1	1.3	615.8
10.45-11.45	766	114.9	181	27.15	358	358	35	35	66	85.8	1	1.3	622.15
11.00-12.00	792	118.8	196	29.4	388	388	32	32	67	87.1	3	3.9	659.2
ISTIRAHAT													
13.00-14.00	1143	171.45	234	35.1	417	417	26	26	41	53.3	1	1.3	704.15
13.15-14.15	1135	170.25	233	34.95	423	423	29	29	36	46.8	0	0	704
13.30-14.30	1233	184.95	234	35.1	460	460	27	27	43	55.9	0	0	762.95
13.45-14.45	1310	196.5	236	35.4	472	472	28	28	43	55.9	1	1.3	789.1
14.00-15.00	1386	207.9	239	35.85	507	507	26	26	51	66.3	1	1.3	844.35
14.15-15.15	1498	224.7	250	37.5	530	530	24	24	53	68.9	2	2.6	887.7
14.30-15.30	1499	224.85	260	39	545	545	28	28	51	66.3	2	2.6	905.75
14.45-15.45	1524	228.6	270	40.5	577	577	27	27	59	76.7	1	1.3	951.1
15.00-16.00	1582	237.3	290	43.5	592	592	32	32	59	76.7	3	3.9	985.4
15.15-16.15	1659	248.85	317	47.55	595	595	34	34	63	81.9	2	2.6	1009.9
15.30-16.30	1738	260.7	348	52.2	596	596	35	35	82	106.6	3	3.9	1054.4
15.45-16.45	1823	273.45	370	55.5	594	594	33	33	82	106.6	8	10.4	1072.95
16.00-17.00	1898	284.7	387	58.05	583	583	31	31	94	122.2	9	11.7	1090.65
16.15-17.15	1821	273.15	394	59.1	563	563	31	31	102	132.6	11	14.3	1073.15
16.30-17.30	1731	259.65	382	57.3	547	547	26	26	88	114.4	11	14.3	1018.65
16.45-17.45	1588	238.2	357	53.55	512	512	25	25	85	110.5	6	7.8	947.05
17.00-18.00	1440	216	338	50.7	480	480	21	21	74	96.2	3	3.9	867.8

Dari tabel diatas didapatkan jam puncak hari sabtu pada pendekat utara sebagai berikut :

Jam puncak pagi hari yaitu 06.30 – 07.30 = 657,65 smp/jam

Jam puncak siang hari yaitu 14.45 – 15.45 = 951,1 smp/jam

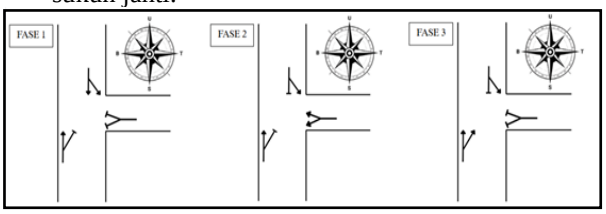
Jam puncak sore hari yaitu 16.00 – 17.00 = 1090,65 smp/jam

Tabel 5. Rekapitulasi arus kendaraan bermotor hari sabtu

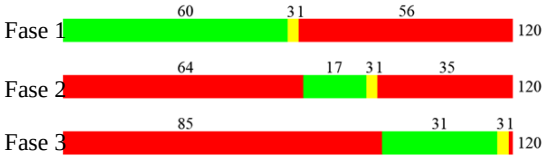
Sabtu, 7 juni 2025					
Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (smp/jam)			Total
		SM	KS	KB	smp/jam
Jam Puncak Pagi					
U	BKiJT	14.3	10	1.3	658
	Lurus	215.1	352	65	
T	BKi	59.1	112	18.2	300
	BKa	61.2	46	3.9	
S	Lurus	261.0	507	41.6	967
	BKa	63.3	64	29.9	
Jam Puncak Siang					
U	BKiJT	40.5	27	1.3	951
	Lurus	228.6	577	76.7	
T	BKi	115.5	244	3.9	505
	BKa	70.2	69	2.6	
S	Lurus	56.1	674	9.1	963
	BKa	149.6	55	19.5	
Jam Puncak Sore					
U	BKiJT	58.1	31	11.7	1091
	Lurus	284.7	583	122	
T	BKi	122.7	329	5.2	542
	BKa	38.6	43	3.9	
S	Lurus	112.1	584	13.0	850
	BKa	49.4	60	31.2	

c. Waktu Siklus

Berdasarkan hasil survey dilapangan , berikut merupakan konfigurasi waktu siklus pada simpang sukun janti.



Gambar 2. Fase sinyal simpang Sukun Janti



Gambar 3. Diagram waktu siklus simpang Sukun Janti

Kinerja eksisting simpang Sukun Janti

Berdasarkan hasil analisa menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan analisa menggunakan software Vissim 25, tundaan rata-rata simpang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana yang terdapat dalam PM no. 96 tahu 2025 untuk tingkat pelayanan simpang dengan fungsi jalan arteri sekunder yaitu sekurang kurangnya C dengan tundaan rata-rata simpang 15-25 detik. Berikut merupakan hasil analisa kinerja simpang sukun janti kondisi eksisting.

a. Hasil analisis data menggunakan PKJI 2023

Tabel 6. Kinerja simpang Sukun Janti kondisi eksisting hari sabtu

Ket.	Pendekat	lebar masuk	Arus (Q)	Kapasitas	DJ	PA	HI	Tundaan rata-rata	Tingkat Pelayanan Simpang
		meter	smp/jam	smp/jam		meter	detik	det/smp	
Pagi	Utara	4.63	658	1232.667	0.53	64.88	60	134.29	F
	Timur	4	300	299.259	1.00	78.17	17		
	Selatan	4.63	967	667.954	1.45	289.05	31		
Siang	Utara	4.63	951	1226.021	0.78	116.76	60	227.71	F
	Timur	4	505	288.283	1.75	329.91	17		
	Selatan	4.63	963	679.618	1.42	279.24	31		
Sore	Utara	4.63	1091	1222.044	0.89	153.03	60	258.78	F
	Timur	4	542	273.456	1.98	410.26	17		
	Selatan	4.63	850	668.426	1.27	216.00	31		

b. Hasil analisis data menggunakan Vissim 25

Setelah dilakukan analisis menggunaka software vissim 25, didapatkan hasil analisis data panjang antrian dan tundaan sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil analisis data panjang antrian

Pendekat	Panjang Antrian (meter)
Pendekat utara	88,08
Pendekat Timur	49,31
Pendekat Selatan	84,98

Tabel 8. Hasil analisis data tundaan

Pendekat	Tundaan detik	Tingkat Pelayanan
Pendekat utara	55,53	E
Pendekat Timur	98,29	F
Pendekat Selatan	33,34	D

Alternatif perbaikan simpang

Dari hasil analisis menggunakan PKJI 2023 dan Vissim 25 diketahui bahwa tingkat pelayanan pada simpang sukun janti berada pada kategori F (sangat buruk) dengan tundaan rata-rata simpang untuk masing masing jam puncak lebih dari 60 detik. Berdasarkan hasil tersebut maka perlu dilakukan alternatif perbaikan untuk memperbaiki dan mengoptimalkan kinerja simpang sukun janti. Terdapat tiga alternatif perbaikan yang direncanakan dalam penelitian ini

a. Pengoptimalan waktu siklus

Alternatif 1 dilakukan dengan cara pengoptimalan waktu siklus. Waktu siklus yang awalnya 120 detik dioptimalkan menjadi 60 detik dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 9. Konfigurasi waktu sinyal alternatif 1

No	Jalan	Fase	H	Allred	K	M	S
1	Jl. S. Supriadi (U)	Fase 1	19	1	2	38	60
2	Jl. Janti Barat (T)	Fase 2	10	1	2	47	60
3	Jl. S. Supriadi (S)	Fase 3	22	1	2	35	60

Tabel 10. Kinerja simpang sukun janti setelah dilakukan pengoptimalan waktu siklu hari sabtu

Ket.	Pendekat	lebar masuk	Arus (Q)	Kapasitas	DJ	PA	HI	Tundaan	Tingkat
								rata-rata	Pelayanan
		meter	smp/jam	smp/jam		meter	detik	det/smp	Simpang
Pagi	Utara	4.63	658	785.5721	0.84	50.80	19	30.90	D
	Timur	4	300	391.5478	0.77	28.94	10		
	Selatan	4.63	967	948.0641	1.02	77.46	22		
Siang	Utara	4.63	951	776.4799	1.22	115.87	19	85.85	F
	Timur	4	505	339.1567	1.49	129.11	10		
	Selatan	4.63	963	964.6189	1.00	85.91	22		
Sore	Utara	4.63	1091	773.9612	1.41	158.22	19	114.53	F
	Timur	4	542	321.7127	1.69	163.27	10		
	Selatan	4.63	850	948.7339	0.90	67.25	22		

Dari tabel diatas diketahui bahwa tingkat pelayanan pada simpang sukun janti setelah dilakukan pengoptimalan waktu siklus masih belum memenuhi persyaratan.

b. Pelebaran geometrik

Alternatif 2 dilakukan dengan cara pelebaran geometrik jalan pada simpang Sukun Janti. Sebagai berikut :

- Jl. S. Supriadi : Lebar awal jalur 4,63 m dilebarkan 3,87 m menjadi 8,5 m
- Jl. Janti Barat : Lebar awal jalur 4 m dilebarkan 4 m menjadi 8 m

Tabel 11. Geometrik alternatif 2

No	Data	Jl. S. Supriadi	Jl. S. Supriadi	Jl. Janti Barat
1	Kode	Utara	Selatan	Timur
2	Jumlah jalur	2	2	2
3	Lebar Jalan	17 m	17 m	16 m
4	Jumlah lajur	2	2	2
5	Lebar jalur	8,5 m	8,5 m	8 m

Tabel 12. Kinerja simpang sukun janti setelah dilakukan pelebaran geometrik

Ket.	Pendekat	lebar masuk	Arus (Q)	Kapasitas	DJ	PA	HI	Tundaan	Tingkat
								rata-rata	Pelayanan
		meter	smp/jam	smp/jam		meter	detik	det/smp	Simpang
Pagi	Utara	8.5	658	2277.15	0.29	54.05	60	38.52	D
	Timur	8	300	665.6313	0.45	45.46	17		
	Selatan	8.5	967	1226.266	0.79	132.14	31		
Siang	Utara	8.5	951	2250.794	0.42	86.23	60	42.41	E
	Timur	8	505	576.5665	0.88	94.10	17		
	Selatan	8.5	963	1247.679	0.77	133.26	31		
Sore	Utara	8.5	1091	2243.493	0.49	103.62	60	45.54	E
	Timur	8	542	546.9116	0.99	116.20	17		
	Selatan	8.5	850	1227.132	0.69	113.11	31		

Setelah dilakukan pelebaran geometrik tingkat pelayanan pada simpang sukun janti juga masih belum memenuhi persyaratan. Oleh karena itu perlu dilakukan alternatif 3.

c. Pengoptimalan waktu siklus dan pelebaran geometrik.

Alternatif 3 dilakukan dengan kombinasi dari alternatif 1 dan 2 dimana dilakukan pengoptimalan waktu siklus dan pelebaran geometrik. Berikut merupakan kinerja simpang sukun janti setelah dilakukan alternatif 3:

Tabel 13. Konfigurasi waktu sinyal alternatif 3

No	Jalan	Fase	H	Allred	K	M	S
1	Jl. S. Supriadi (U)	1	19	1	2	38	60
2	Jl. Janti Barat (T)	2	10	1	2	48	60
3	Jl. S. Supriadi (S)	3	22	1	2	35	60

Tabel 14. Kinerja simpang sukun janti setelah dilakukan alternatif 3

Ket.	Pendekat	lebar masuk	Arus (Q)	Kapasitas	DJ	PA	HI	Tundaan	Tingkat
								rata-rata	Pelayanan
		meter	smp/jam	smp/jam		meter	detik	det/smp	Simpang
Pagi	Utara	8.5	658	1442.195	0.46	20.41	19	20.29	C
	Timur	8	300	783.0956	0.38	11.38	10		
	Selatan	8.5	967	1740.5064	0.56	30.41	22		
Siang	Utara	8.5	951	1425.5031	0.67	33.44	19	23.24	C
	Timur	8	505	678.3135	0.74	23.66	10		
	Selatan	8.5	963	1770.8986	0.54	30.11	22		
Sore	Utara	8.5	1091	1420.8791	0.77	40.98	19	25	C
	Timur	8	542	643.42544	0.84	27.70	10		
	Selatan	8.5	850	1741.7362	0.49	25.64	22		

Dari tiga alternatif yang direncanakan untuk memperbaiki dan mengoptimalkan kinerja simpang sukun janti, alternatif yang paling optimal adalah alternatif 3, dimana dilakukan pengoptimalan waktu siklus dan pelebaran geometrik jalan. Sehingga didapatkan nilau Deraja Kejenuhan < 0,85 dengan tingkat pelayanan simpang masuk kategori C.

Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasional kendaraan (BOK) yang ditinjau dalam penelitian ini berupa Konsumsi bahan bakar minyak (KBBM) dan Biaya konsumsi bahan bakar minyak (BiBBM).

a. Konsumsi bahan bakar minyak (KBBM) dan biaya bahan bahar minyak (BiBBM) kondisi normal

No	Periode	Jumlah kendaraan (smp/jam)			Tundaan
		SM	KS	KB	detik
1	Pagi	674	1091	160	25
2	Siang	660	1646	113	25
3	Sore	665	1630	187	25

KBBM SM = 1,4 x 674 x (25/3600)
KBBM SM = 1,4 x 674 x 0,00694
KBBM SM = 6,5523 liter

Tabel 15. KBBM kondisi normal

No	Periode	Tundaan	KBBM (liter)		
		jam	SM	KS	KB
1	Pagi	0.0069	6.5523	10.6069	1.5546
2	Siang	0.0069	6.4210	16.0028	1.0996
3	Sore	0.0069	6.4692	15.8472	1.8200

BiBBM SM = KBBM SM x HBBMJ
BiBBM SM = 6,5523 Liter x Rp.10000
BIBBM SM = Rp. 65523

Untuk BiBBM Kendaraan berat harga satuan yang digunakan adalah harga bahan bakar minyak jenis solar

Tabel 16. BiBBM kondisi normal

No	Periode	BIBBM (Rp)		
		SM	KS	KB
1	Pagi	Rp 65,522.9	Rp 106,069.4	Rp 10,571.2
2	Siang	Rp 64,210.4	Rp 160,027.8	Rp 7,477.2
3	Sore	Rp 64,691.7	Rp 158,472.2	Rp 12,376.0
Total (Rp/jam)		Rp194,425.0	Rp 424,569.4	Rp 30,424.3

b. KBBM dan BiBBM kondisi eksisting

No	Periode	Jumlah kendaraan (smp/jam)			Tundaan
		SM	KS	KB	detik
1	Pagi	674	1091	160	134.2862319
2	Siang	660	1646	113	227.7088809
3	Sore	665	1630	187	258.7753552

KBBM SM = 1,4 x 674 x (134.286/3600)
KBBM SM = 1,4 x 674 x 0.037301731
KBBM SM = 35,1953 liter

Tabel 17. KBBM kondisi eksisting

No	Periode	Tundaan	KBBM (liter)		
		jam	SM	KS	KB
1	Pagi	0.0373	35.195	56.975	8.350
2	Siang	0.0633	58.485	145.759	10.015
3	Sore	0.0719	66.962	164.035	18.839

BiBBM SM = KBBM SM x HBBMJ
BiBBM SM = 35,1953 Liter x Rp.10000
BIBBM SM = Rp. 35195

Tabel 18. BiBBM kondisi eksisting

No	Periode	BIBBM (Rp)		
		SM	KS	KB
1	Pagi	Rp 351,953	Rp 569,747	Rp 56,782
2	Siang	Rp 584,851	Rp 1,457,590	Rp 68,105
3	Sore	Rp 669,624	Rp 1,640,348	Rp128,104
Total (Rp/jam)		Rp 1,606,429	Rp 3,667,685	Rp252,991

c. Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas

- Biaya kerugian Sepeda Motor akibat kemacetan lalu lintas
  BiK = BiBBM (tundaan kondisi eksisting) – BiBBM (tundaan 25 detik)
  BiK = Rp. 351,953.02 – Rp. 65,522.92
  BiK = Rp. 286,430.11
- Biaya kerugian Kendaraan Sedang akibat kemacetan lalu lintas
  BiK = BiBBM (tundaan kondisi eksisting) – BiBBM (tundaan 25 detik)
  BiK = Rp. Rp. 569,746 – Rp.106,069
  BiK = Rp. 463,677.20
- Biaya kerugian Kendaraan Berat akibat kemacetan lalu lintas
  BiK = BiBBM (tundaan kondisi eksisting) – BiBBM (tundaan 25 detik)
  BiK = Rp. 56,782 – Rp.10,571.2
  BiK = Rp. 46,211.32

Tabel 19. Biaya kerugian hari sabtu (Rp/jam)

No	Periode	Tundaan	Biaya Kerugian akibat kemacetan lalu lintas			Total
		jam	SM	KS	KB	Rp/liter-smp jam
1	Pagi	0.0304	Rp286,430.11	Rp 463,677.20	Rp 46,211.32	Rp 796,318.62
2	Siang	0.0563	Rp520,640.87	Rp 1,297,562.07	Rp 60,627.52	Rp 1,878,830.46
3	Sore	0.0649	Rp604,932.69	Rp 1,481,876.00	Rp 115,728.15	Rp 2,202,536.85
Total Biaya Kerugian akibat kemacetan (Rp/Jam)						Rp 4,877,685.93
Rata-rata biaya kerugian akibat kemacetan (RP/Jam)						Rp 1,625,895.31
Biaya kerugian pada kondisi termacet (RP/Jam)						Rp 2,202,536.85

Tabel 20. Biaya kerugian hari senin (Rp/jam)

No	Periode	Tundaan	Biaya Kerugian akibat kemacetan lalu lintas			Total
		jam	SM	KS	KB	Rp/liter-smp jam
1	Pagi	0.0565	Rp554,141.79	Rp 1,111,414.51	Rp 105,611.08	Rp 1,771,167.38
2	Siang	0.0342	Rp343,512.43	Rp 755,056.60	Rp 47,063.48	Rp 1,145,632.51
3	Sore	0.0659	Rp811,235.61	Rp 1,625,512.42	Rp 49,840.08	Rp 2,486,588.12
Total Biaya Kerugian akibat kemacetan (Rp/Jam)						Rp 5,403,388.01
Rata-rata biaya kerugian akibat kemacetan (RP/Jam)						Rp 1,801,129.34
Biaya kerugian pada kondisi termacet (RP/Jam)						Rp 2,486,588.12

Tabel 21. Biaya kerugian hari senin (Rp/jam)

No	Periode	Tundaan	Biaya Kerugian akibat kemacetan lalu lintas			Total
		jam	SM	KS	KB	Rp/liter-smp jam
1	Pagi	0.0383	Rp327,867.74	Rp 668,208.21	Rp 41,756.83	Rp 1,037,832.78
2	Siang	0.0505	Rp518,074.09	Rp 944,027.42	Rp 70,772.34	Rp 1,532,873.85
3	Sore	0.0534	Rp578,740.98	Rp 1,126,533.19	Rp 67,588.53	Rp 1,772,862.70
Total Biaya Kerugian akibat kemacetan (Rp/Jam)						Rp 4,343,569.34
Rata-rata biaya kerugian akibat kemacetan (RP/Jam)						Rp 1,447,856.45
Biaya kerugian pada kondisi termacet (RP/Jam)						Rp 1,772,862.70

- Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas per hari :
  BiK per-jam = Rata-rata dari total biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas jam puncak.
  BiK per-jam = ((Rp. 4,877,685.93 + Rp. 5,403,388.01+ Rp. 4,343,569.34)/3)
  BiK per-jam = Rp. 4,874,881.09
  BiK per-hari = BiK per-jam x 8 (jumlah jam kerja untuk 1 hari)
  BiK per-hari = Rp. 4,874,881.09 x 8 = Rp 38,999,048.76
- Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas per-bulan
  BiK per-bulan = BiK per-jam x 208 (jumlah jam kerja untuk 1 bulan)
  BiK per-bulan = Rp. 4,874,881.09 x 208 = Rp 1,013,975,267.66
- Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas per-tahun
  BiK per-tahun = BiK per-jam x 2536 (jumlah jam kerja untuk 1 tahun)
  BiK per-tahun = Rp. 4,874,881.09 x 2536 = Rp 12,362,698,455.67

Tabel 22. Rekapitulasi Biaya Kerugian akibat kemacetan lalu lintas

No	Rp/Jam	Rp/Hari	Rp/Bulan	Rp/Tahun
1	Rp 4,874,881.09	Rp 38,999,048.76	Rp 1,013,975,267.66	Rp12,362,698,455.67

Analisis hubungan tundaan dengan BOK

1. Hipotesis penelitian H0 dan H1
   H0 : Tidak ada pengaruh tundaan terhadap biaya operasional kendaraan
   H1 : Ada pengaruh tundaan terhadap biaya operasional kendaraan
2. Taraf signifikan
   Taraf signifikan (α)
   α = 5%
3. Persamaa regresi
   Y = a + bX
   Dimana :
   Y = biaya operasional kendaraan
   X = Tundaan
   a = koefisien intercept
   b = koefisien kecondongan garis

No	Periode	Tundaan jam	Biaya Kerugian akibat kemacetan lalu lintas		
			SM	KS	KB
1	Pagi	0.0304	Rp 286,430.11	Rp 463,677.20	Rp 46,211.32
2	Siang	0.0563	Rp 520,640.87	Rp 1,297,562.07	Rp 60,627.52
3	Sore	0.0649	Rp 604,932.69	Rp 1,481,876.00	Rp 115,728.15

4. Hubungan tundaan dengan BiBBM Sepeda Motor

NO Subjek	Periode	Tundaan (jam)	BiBBM (Rp)
		X	Y
1	Pagi	0.0304	Rp 286,430.11
2	Siang	0.0563	Rp 520,640.87
3	Sore	0.0649	Rp 604,932.69

Tabel 23. Hasil perhitungan analisis regresi linear sederhana

No	Nilai	Keterangan
1	a	7386.409
2	b	9167663.483
3	F tabel	161
4	F hitung	3827.351
5	t tabel	12.706
6	t hitung	43.748
7	r	0.999869387

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa

- Fhitung = 3827,351 > dari Ftabel = 161, H0 ditolak artinya ada pengaruh Tundaan terhadap biaya operasional kendaraan
- t hitung = 43,748 > dari t tabel = 12,706, H0 ditolak artinya ada pengaruh tundaan terhadap biaya operasional kendaraan.
- Koefisien determinasi r

Tabel 24. Interval nilai r

Interval Nilai r	Tingkat Hubungan
$0 \leq r < 0,2$	Sangat rendah
$0,2 \leq r < 0,4$	Rendah
$0,4 \leq r < 0,6$	Sedang
$0,6 \leq r < 0,8$	Kuat
$0,8 \leq r < 1$	Sangat Kuat

Nilai koefisien determinasi r = 0,999869387, artinya tingkat hubungan antara tundaan dengan biaya operasional kendaraan dikategorikan sangat kuat.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simpang sukun janti berdasarkan PKJI 2023 dan Vissim 25
   a. PKJI 2023
      Berdasarkan hasil analisa PKJI 2023 kinerja simpang Sukun Janti pada hari Sabtu untuk jam puncak pagi, siang dan sore secara berturut-turut didapatkan nilai tundaan rata-rata simpang yaitu 134.29 detik/smp, 227.71 detik/smp, dan 258.78 detik/smp dengan tingkat pelayan simpang masuk kategori F.
   b. Vissim 25
      Berdasarkan hasil analisis pemodelan menggunakan software PTV Vissim 25, tundaan rata-rata pada masing-masing pendekat Simpang Sukun Janti pada hari Sabtu adalah 55,53 detik/smp untuk pendekat utara, 98,29 detik/smp untuk pendekat timur, dan 33,34 detik/smp untuk pendekat selatan. Berdasarkan nilai tundaan tersebut, tingkat pelayanan simpang pada pendekat utara termasuk kategori E, pendekat timur termasuk kategori F, dan pendekat selatan termasuk kategori D
2. Biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas yang ditinjau dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada simpang sukun janti akibat tundaan yaitu sebesar Rp. 4,874,881.09/jam. Biaya Kerugian per-hari , per-bulan, per-tahun secara berturut turut yaitu Rp 38999048/hari, Rp. 1013975267,66/bulan dan Rp. 12362698455,67/tahun
3. Solusi alternatif paling optimum yaitu alternatif 3, dimana dilakukan Pengoptimalan waktu siklus dan pelebaran geometrik dengan hasil sebagai berikut: Tundaan rata-rata simpang untuk jam puncak pagi, siang, dan sore yaitu 20.29 detik/smp, 23.24 detik/smp, 25 detik/smp dengan tingkat pelayanan C untuk masing masing jam puncak.
4. Hasil analisis hubungan tundaan dengan biaya kerugian akibat kemacetan lalu lintas pada simpang Sukun Janti menggunakan analisis regresi linear yaitu hipotesis H1 diterima, artinya ada pengaruh tundaan terhadap biaya konsumsi bahan bakar minyak. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai koefisien korelasi untuk hubungan tundaan dan BiBBM sepeda motor sebesar r = 0,9997. Nilai ini menunjukkan bahwa hubungan antara tundaan dan biaya konsumsi bahan bakar minyak sangat kuat.

Dengan demikian, perubahan besar atau kecilnya tundaan akan secara signifikan memengaruhi peningkatan biaya konsumsi bahan bakar minyak pada suatu simpang.

Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka ada beberapa hal yang dapat disarankan sebagai berikut :

1. Pengaturan kembali waktu siklus dan pelebaran geometrik jalan pada simpang bersinyal Sukun Janti agar tidak terjadi antrian yang terlalu panjang sehingga dapat mengurangi waktu tundaan dan biaya konsumsi bahan bakar pada simpang tersebut. Untuk pelebaran geometrik, disarankan mempertimbangkan solusi lain terlebih dahulu jika kondisi dilapangan tidak memungkinkan untuk dilakukan pelebaran.
2. Untuk aplikasi vissim yang dipakai disarankan menggunakan aplikasi yang berlisensi sehingga tidak ada batasan waktu dalam menjalankan simulasi simpang.
3. Menambah metode lain untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal dan pengaruh tundaan terhadap biaya konsumsi bahan bakar minyak agar dapat dijadikan sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
4. Melakukan pengukuran panjang antrian dan tundaan pada saat survei dilapangan agar dapat dijadikan sebagai pembanding antara hasil analisa menggunakan PKJI 2023 dan hasil analisa menggunakan Vissim.
5. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa menggunakan formulasi atau persamaan – persamaan yang lebih bervariasi dan menggunakan faktor-faktor lain untuk memprediksi konsumsi bahan bakar pada suatu simpang sehingga penelitiannya tidak terbatas pada pengaruh tundaan saja.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiningrum, D. 2021. *Evaluasi kinerja simpang bersinyal dan biaya operasional kendaraan pada Jalan Panglima Sudirman – Jalan Kh. Hasan Genggong – Jalan Serma Abdurrahman, Kota Probolinggo*. *Jurnal Skripsi Politeknik Negeri Malang*, Vol. 2, hlm. 70–77..

Bina Marga, 2023. *Pedoman kapasitas jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004. *Survei pencacahan lalu lintas dengan cara manual*. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2005. *Pedoman perhitungan biaya operasi kendaraan bagian I: Biaya tidak tetap (Running cost)*. Jakarta

Khisty, C. J. dan Lall, B. K., 2003. *Dasar rekayasa lalu lintas*. Jilid 1, Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh S. L. Simarmata. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Menteri Perhubungan, 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015: Pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas*. Jakarta.

Nurismah, A. K., 2024. *Evaluasi kinerja dua simpang bersinyal berdekatan di Kota Malang dengan menggunakan PKJI 2023 dan software PTV VISSIM 11*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.

Prasetyanto, D., 2019. *Rekayasa lalu lintas dan keselamatan jalan*. Bandung: Penerbit Itenas.

Sinambela, T. P., 2021. *Analisa hubungan kinerja simpang bersinyal dengan konsumsi bahan bakar (Studi kasus: Simpang Jl. A. A. Maramis – Jl. Ringroad II). Jurnal Sipil Statik*, Vol. 19, No. 78. Universitas Sam Ratulangi. Tersedia di: https://ejournal.unsrat.ac.id/

Sugiyanto, G., 2011. *Pengembangan model dan estimasi kemacetan bagi pengguna mobil dan sepeda motor pribadi di daerah pusat perkotaan Yogyakarta*. *Jurnal Transportasi*, Agustus, hlm. 87–94.

Suhanda, A. A., 2019. *Hubungan antara kinerja simpang bersinyal terhadap biaya konsumsi bahan bakar minyak*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 23. Universitas Islam Indonesia.

Wicaksono, H. W., 2021. *Analisis kinerja simpang bersinyal dan biaya operasional kendaraan pada Jalan Galunggung – Jalan Raya Tidar – Jalan Bondowoso, Kota Malang Provinsi Jawa Timur*. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi*, September, hlm. 174–179. Politeknik Negeri Malang.

Wiguna, D. S., 2023. *Analisis kinerja dan biaya tundaan simpang bersinyal (Studi kasus: Jalan Hang Tuah – Jalan Sedap Malam – Jalan Tukad Nyali, Denpasar)*. Politeknik Negeri Bali.

Anggoro, D. E., & Kusuma, A. (2019, Juli 4). Kalibrasi mikrosimulasi PTV VISSIM 11 pada simpang bersinyal. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana, Departemen Teknik Sipil FT-UI*. Depok: Universitas Indonesia.

Prih, E., Guntur, M., Umiyati, S., Sari, N., Hardianto, D., Angga, D., & Handayani, S. (2017). Kalibrasi model simulasi VISSIM. *Sekolah Tinggi Transportasi Darat (STTD)*. Cibitung: ST