

EVALUASI TINGKAT PELAYANAN JALAN (STUDI KASUS SIMPANG TAK BERSINYAL BUGIS KABUPATEN MALANG)

Puspita Dewi Fitriani¹, Anang Bakhtiar², Ruli Saefudin³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : puspitadf2101@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : anang.bakhtiar@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : ruli.saefudin@unisma.ac.id

ABSTRACT

An intersection is the meeting point of two or more roads that has the potential to create traffic conflicts and congestion. This problem occurs at Bugis Intersection, Malang Regency, due to the rapid population growth, which has reached more than 2,734,898 people. This study aims to evaluate the intersection's level of service, determine the maximum traffic volume under existing conditions, and identify appropriate improvement measures. The analysis was conducted using the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2023) based on the parameters of degree of saturation, delay, and queue probability. The maximum traffic volumes occurred on the North approach on Saturday from 16:00 to 17:00 WIB, the East approach on Monday from 16:00 to 17:00 WIB, the South approach on Monday from 07:00 to 08:00 WIB, and the West approach on Monday from 07:00 to 08:00 WIB. The recorded maximum traffic volumes were 331.9 pcu/h on the North approach, 994.4 pcu/h on the East approach, 492.4 pcu/h on the South approach, and 1,212.9 pcu/h on the West approach. The analysis results showed a degree of saturation of 1.235, an average delay of 51.66 s/pcu, and a queue probability of 63–128%, indicating that Bugis Intersection operates at Level of Service (LOS) E, representing poor operating conditions.

Keywords: Bugis Intersection, PKJI, Degree of Saturation, Delay, Queue Probability.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang mencakup seluruh bagian jalan beserta bangunan dan perlengkapannya yang digunakan untuk mendukung pergerakan kendaraan. Jalan tersebut dapat berada di atas permukaan tanah maupun di atas air, dengan pengecualian jalan kabel, jalan rel kereta api dan jalan lori. Perkembangan ruas jalan berpengaruh terhadap pertumbuhan volume lalu lintas, perubahan kondisi jalan, serta penurunan tingkat kenyamanan bagi pengguna jalan yang melintasi ruas tersebut. [1].

Pelayanan jalan merupakan salah satu indikator penting yang dirancang dengan mempertimbangkan aspek lingkungan untuk menilai kinerja simpang dalam melayani arus lalu lintas. [2]

Simpang merupakan komponen utama dalam sistem jaringan jalan yang berperan penting terhadap kelancaran arus lalu lintas. Pada umumnya, kapasitas simpang dipengaruhi dan dapat dikendalikan melalui pengaturan volume lalu lintas pada jaringan jalan. Simpang juga bagian jaringan jalan yang sulit dihindari, sebab simpang merupakan tempat bertemu dan berganti arah lalu lintas dari dua jalan atau lebih. Simpang adalah lokasi bertemunya dua atau lebih ruas jalan yang dapat menimbulkan titik konflik sebagai akibat dari interaksi dan perpotongan arus lalu lintas pada area persimpangan. [3]

Kemacetan lalu lintas disebabkan oleh tundaan dan antrian panjang kendaraan. Pada simpang tak bersinyal biasanya sering terjadi kemacetan karena tidak terdapat rambu-rambu yang mengatur pergerakan lalu lintas pada

simpang. Kondisi tersebut juga terjadi di Simpang Bugis, Kabupaten Malang, yang merupakan simpang dengan aktivitas lalu lintas cukup tinggi ditandai dengan tingginya volume kendaraan pada jam puncak, terjadinya tundaan dan antrian kendaraan, serta belum tersedianya Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kinerja simpang sehingga diperlukan evaluasi tingkat pelayanan jalan untuk menentukan alternatif penanganan yang tepat. [4]

Penelitian ini dilaksanakan pada Simpang Bugis yang terletak di Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang, salah satu wilayah dengan pertumbuhan aktivitas yang cukup tinggi. Berdasarkan studi pendahuluan melalui observasi lapangan, pada jam sibuk pagi (06.00–09.00 WIB) dan sore (15.00–18.00 WIB) terlihat arus kendaraan yang padat sehingga menyebabkan antrian dan tundaan pada beberapa lengan simpang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kinerja simpang perlu dievaluasi untuk mengetahui tingkat pelayanannya berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 serta merumuskan alternatif penanganan yang efektif. Dengan adanya evaluasi ini, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi alternatif penanganan yang mampu meningkatkan kinerja Simpang Bugis sehingga tercipta sistem lalu lintas yang lebih tertata, aman, nyaman, dan berkelanjutan bagi seluruh pengguna jalan. [5]

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah disampaikan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Lokasi simpang yang strategis namun padat aktivitas
2. Terjadi kemacetan dan tundaan lalu lintas
3. Kondisi geometrik simpang dan volume kendaraan belum optimal
4. Belum dilakukan evaluasi kinerja simpang menggunakan metode

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa volume lalu lintas maksimum pada Simpang Bugis Kabupaten Malang pada kondisi eksisting?
2. Bagaimana kinerja Simpang Bugis dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)?

3. Bagaimana mengatasi permasalahan kemacetan lalu lintas pada Simpang Bugis berdasarkan hasil Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) dan *Software Vissim*?

1.4 Tujuan

1. Mengetahui volume lalu lintas maksimum pada Simpang Bugis Kabupaten Malang pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui kinerja pada Simpang Bugis dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI2023).
3. Mendapat alternatif Solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada pada Simpang Bugis berdasarkan hasil Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) dan *Software Vissim*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis kinerja lalu lintas dan tidak mencakup analisis biaya, konstruksi jalan, maupun dampak sosial. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lalu lintas pada dua hari kerja dan satu hari akhir pekan selama jam-jam puncak dalam kurun waktu tiga minggu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapasitas

Kapasitas simpang adalah arus lalu lintas paling banyak yang melintas melalui pada persimpangan. Menurut PKJI 2023, kapasitas (C) dihitung dengan rumus berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BK\alpha} \times F_{Rmi}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas simpang, smp/jam
 C_0 = Kapasitas dasar simpang (smp/jam)
 F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat.
 F_M = Faktor koreksi tipe median
 F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota
 F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping
 F_{BKi} = Faktor koreksi rasio belok kiri
 $F_{BK\alpha}$ = Faktor koreksi rasio belok kanan
 F_{Rmi} = Faktor koreksi rasio arus dari jalan

2.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D_j = Q_{tot}/C$$

Keterangan:

Q_{tot} = Arus total (smp/jam)
C_i = Kapasitas

2.3 Tundaan

2.3.1 Tundaan lalu lintas simpang (T_{LL})

Untuk $DJ > 0,6$:

$$T_{LL} = (1.0504 / (0.274 - 0.2042 \times DJ)) - (1 - DJ) \times 2$$

Untuk $DJ \leq 0,6$:

$$T_{LL} = 2 + 8,2078 \times DJ - (1 - DJ) \times 1,8$$

2.3.2 Tundaan lalu lintas jalan utama (T_{LLma})

Untuk $DJ > 0,6$:

$$T_{LLma} = (1.0503 / (0.3460 - 0.2460 \times DJ)) - (1 - DJ) \times 1,8$$

Untuk $DJ \leq 0,6$:

$$T_{LLma} = 1,8 + 5,8234 \times DJ - (1 - DJ) \times 1,8$$

2.3.3 Tundaan lalu lintas jalan minor (T_{LLma})

$$T_{LLma} = (Q_{KB} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLma}) / Q_{mi}$$

2.3.4 Tundaan geometrik simpang (T_G)

Untuk $DJ < 1,0$:

$$T_G = (1 - DJ) \times (6RB + 3(1 - RB)) + 4DJ$$

(det/smp)

Untuk $DJ > 1,0$:

$$T_G = 1 \text{ (det/smp)}$$

2.3.1 Tundaan (T)

$$T = T_{LL} + T_G \text{ (det/smp)}$$

2.4 Peluang Antrian

Peluang antrian untuk menentukan batas nilai antrian dengan derajat kejenuhan dihitung dengan rumus :

QP % batas atas =

$$47,71 \times DJ - 24,68 \times D_j^2 + 56,47 \times D_j^3$$

QP % batas bawah =

$$9,02 \times DJ - 20,66 \times D_j^2 + 10,49 \times D_j^3$$

2.5 Level of service (LoS)

Kinerja simpang dapat dinilai berdasarkan Level of Service (LoS) atau tingkat pelayanan, yang merupakan indikator untuk mengukur performa suatu simpang. Tingkat pelayanan tersebut diklasifikasikan menjadi enam kategori, yaitu LoS A dengan tundaan kurang dari 5 detik, LoS B dengan tundaan 5-15 detik, LoS C dengan tundaan 15-25 detik, LoS D dengan tundaan 25-40 detik, LoS E dengan tundaan 40-60 detik, dan LoS F dengan tundaan lebih dari 60 detik.

2.6 PTV Vissim

PTV Vissim adalah aplikasi simulasi lalu lintas mikroskopis berbasis waktu dan perilaku pengemudi yang dikembangkan untuk memodelkan kondisi lalu lintas di wilayah perkotaan. Aplikasi ini digunakan untuk menganalisis kinerja operasi lalu lintas dengan mempertimbangkan berbagai aspek, seperti konfigurasi geometrik jalan, komposisi arus kendaraan, lokasi pemberhentian, serta kondisi operasional lainnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

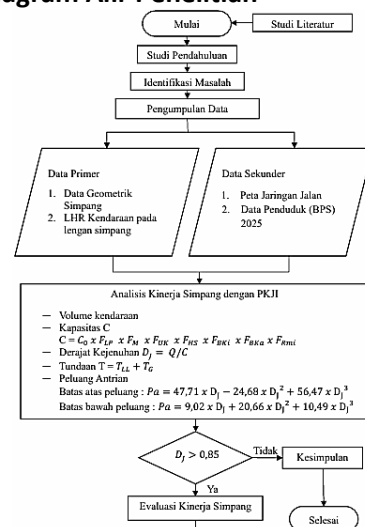
3.1 Daerah Studi

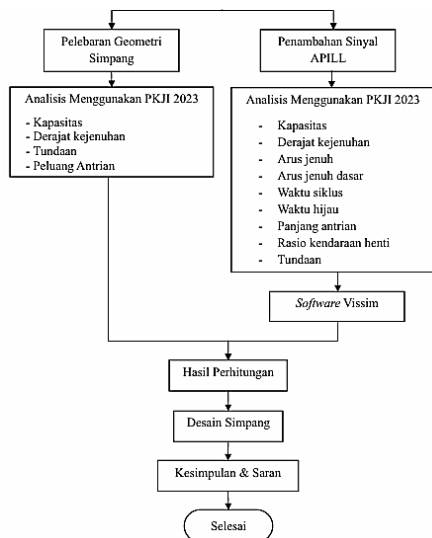
Penelitian ini dilaksanakan di Simpang Bugis yang berada di Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : Hasil Survei, 2025

3.2 Diagram Alir Penelitian





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Analisis, 2025

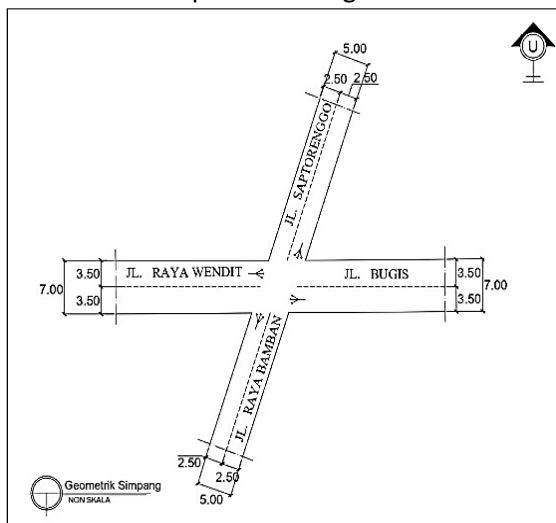
3.3 Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan langsung dari lapangan dan mencakup geometrik simpang dan volume arus lalu lintas. Sementara itu, data sekunder meliputi informasi mengenai data penduduk dan peta jaringan jalan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Geometrik

Data mengenai kondisi geometrik di simpang Bugis diperoleh melalui survei langsung di lapangan. Berikut ini adalah gambaran geometrik dari simpang Bugis yang terletak di Kabupaten Malang.



Gambar 3. Kondisi Geometri Simpang Bugis
Sumber : Hasil Survei, 2026

4.2 Perhitungan Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas didapat dengan melakukan survei langsung ke lokasi dan pengambilan data dilakukan secara langsung dengan mengamati kendaraan yang lewat dari setiap ruas simpang. Berikut adalah data yang didapatkan setelah melakukan pengambilan data secara langsung di lapangan.

Tabel 1. Jumlah kendaraan dalam kend/jam

Lengan	Arah	Kendaraan (kend/jam)			
		SM	MP	KB	KTb
A	q_{BKi}	45	18	0	22
	q_{LRS}	950	375	15	8
	q_{BKa}	105	28	3	11
	q_{Total}	1100	421	18	41
B	q_{BKi}	91	49	1	15
	q_{LRS}	175	48	3	10
	q_{BKa}	74	55	3	13
	q_{Total}	340	152	7	38
C	q_{BKi}	149	39	1	21
	q_{LRS}	1952	33	17	17
	q_{BKa}	146	32	0	30
	q_{Total}	2247	104	18	68
D	q_{BKi}	86	49	3	25
	q_{LRS}	236	134	5	30
	q_{BKa}	129	67	5	15
	q_{Total}	451	250	13	70

Sumber : Hasil Survei, 2026

4.3 Kapasitas (C)

Kapasitas simpang adalah hasil dari perkalian kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor penyesuaian (F). Maka kapasitas dapat dihitung sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi}$$

$$C = 2900 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 0,95$$

$$C = 2453,11 \text{ smp/jam}$$

Tabel 2. Kapasitas Simpang

Kapasitas dasar C_0	Kinerja lalu lintas							Kapasitas C
	Lebar pendekat rata-rata	Median jalan mayor	Ukuran kota	Hambatan samping	Belok kiri	Belok kanan	Rasio mirror/total	
SMP/jam (12)	F_{LP} (13)	F_M (14)	F_{UK} (15)	F_{HS} (16)	F_{BKi} (17)	F_{BKa} (18)	F_{Rmi} (19)	SMP/jam (20)
2900	0.96	1	1	0.93	1.00	1	0.95	2481.09

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

4.4. Derajat Kejenuhan (DJ)

Nilai derajat kejenuhan didapatkan dari hasil pembagian antara arus lalu lintas (Q) dalam smp/jam dengan kapasitas (C), maka didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\text{Arus lalu lintas } (Q_{tot}) = 3030,8 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kapasitas } (C) = 2453,11 \text{ smp/jam}$$

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

$$D_j = \frac{3030,8}{2453,11} \quad D_j = 1,235$$

Tabel 3. Jumlah Kendaraan dalam smp/jam

No	Komposisi lalu lintas (%)	MP=		KB=		SM=						
	Faktor SMP=		MP, EMP=	1	KB, EMP=	1.3	SM, EMP=	0.5		q_{KB} Total		q_{KTb}
	Arus lalu lintas		kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam	R_B	kend/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1		q_{BKi}	18	18	0	0	45	22.5	63	40.5	0.04073	22
2	Jalan Mayor dari	q_{LRS}	375	375	15	19.5	950	475	1340	869.5	0.8744	8
3	pendekat A	q_{BKa}	28	28	3	3.9	105	52.5	136	84.4	0.08488	11
4		q_{Total}	421	421	18	23.4	1100	550	1539	994.4		41
5		q_{BKi}	1	1	1	1.3	149	74.5	151	76.8	0.06332	21
6	Jalan Mayor dari	q_{LRS}	33	33	17	22.1	1952	976	2002	1031.1	0.46713	17
7	pendekat C	q_{BKa}	32	32	0	0	146	73	178	105	1.09603	30
8		q_{Total}	66	66	18	23.4	2247	1123.5	2331	1212.9		68
9	Total jalan Mayor	q_{Total}	487	487	36	46.8	3347	1673.5	3870	2207.3		109
10		q_{BKi}	49	49	1	1.3	91	45.5	141	95.8	0.28934	15
11	Jalan Minor dari	q_{LRS}	48	48	3	3.9	175	87.5	226	139.4	0.14019	10
12	pendekat B	q_{BKa}	55	55	3	3.9	74	37	132	95.9	0.28964	13
13		q_{Total}	152	152	7	9.1	340	170	499	331.1		38
14		q_{BKi}	49	49	3	3.9	86	43	138	95.9	0.19476	25
15	Jalan Minor dari	q_{LRS}	134	134	5	6.5	236	118	375	258.5	0.25996	30
16	pendekat D	q_{BKa}	67	67	5	6.5	129	64.5	201	138	0.28026	15
17		q_{Total}	250	250	13	16.9	451	225.5	714	492.4		70
18	Total jalan Minor	q_{Total}	402	402	20	26	791	395.5	1213	823.5		108
19	Total dari jalan	q_{BKi}	117	117	5	6.5	371	185.5	493	309	0.10195	83
20	Minor dan	q_{LRS}	590	590	40	52	3313	1656.5	3943	2298.5	0.75838	48
21	jalan Mayor	q_{BKa}	182	182	11	14.3	454	227	647	423.3	0.13967	69
22	$q_{Total} = q_{mi} + q_{ma}$		889	889	56	72.8	4138	2069	5083	3030.8	1	200
23										R_{mi}	q_{mi}/q_{tot}	0.27171
24										R_{KTb}	q_{KTb}/q_{tot}	0.06599

Sumber: Hasil Survey, 2026

4.3 Tundaan (T)

4.3.1 Tundaan Lalu Lintas Simpang (T_{LL})

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. T_{LL} ditentukan pada rumus berikut:

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \cdot D_j)} - (1 - D_j)^2$$

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \cdot 1,235)} - (1 - 1,235)^2$$

$$T_{LL} = 47,882$$

4.3.2 Tundaan Lalu Lintas Untuk Jalan Mayor (T_{LLma})

Tundaan lalu lintas jalan mayor adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. T_{LLma} ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \cdot D_j)} - (1 - D_j)^{1,8}$$

$$T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \cdot 1,235)} - (1 - 1,235)^{1,8}$$

$$T_{LLma} = 24,892$$

4.3.3 Tundaan Lalu Lintas Untuk Jalan Minor (T_{LLmi})

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata. Bisa dihitung sebagai berikut:

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}}$$

$$T_{LLmi} = \frac{3030,8 \times 47,882 - 2207,3 \times 24,892}{823,5}$$

$$T_{LLmi} = 109,503$$

4.3.4 Tundaan Geometri (T_G)

Tundaan geometrik simpang T_G adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. T_G dihitung dengan rumus berikut:

Untuk $D_j < 1,0$

$$T_G = (1 - D_j) \times (6 \cdot R_B + 3(1 - R_B)) + 4 \cdot D_j \text{ (detik/smp)}$$

Untuk $D_j > 1,0$

$$T_G = 4 \text{ detik/smp}$$

4.3.5 Tundaan Simpang (T)

Tundaan simpang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = T_G + T_{LL}$$

$$T = 4 + 47,882$$

$$T = 51,882 \text{ det/smp}$$

4.3.6 Panjang Antrian (Pa)

Rentang nilai peluang antrian (%) ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan, dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

Batas atas peluang :

$$P_a = 47,71D_j - 24,68D_j^2 + 56,47D_j^3$$

$$P_a = 47,71 \times 1,235 - 24,68 \times 1,235^2 + 56,47 \times 1,235^3$$

$$P_a = 127,77$$

Batas bawahpeluang :

$$P_a = 9,02D_j + 20,66D_j^2 + 10,49D_j^3$$

$$P_a = 9,02 \times 1,235 + 20,66 \times 1,235^2 + 10,49 \times 1,235^3$$

$$P_a = 62,4639$$

Jadi $P_a\% = 63 - 128$

Tabel 4. Kinerja Simpang Tak Bersinyal Bugis

Arus lalu lintas total Q_{TOT}	Kinerja lalu lintas						
	Derajat kejenuhan	Tundaan lalu lintas simpang	Tundaan lalu lintas jalan mayor	Tundaan lalu lintas jalan minor	Tundaan geometri simpang	Tundaan antrian	Peluang
	D_j	T_{LL}	T_{LLma}	T_{LLmi}	T_G	$T = T_{LL} + T_G$	P_A
	(21)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
3030.8	1.22	42.38	23.02	94.270	4	46.38	67-138

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Dari hasil pengolahan perhitungan data pada kondisi eksisting persimpangan tersebut, maka diperoleh nilai derajat kejenuhan D_j sebesar 1,235 dan nilai tundaan sebesar 51,66 detik. Maka kinerja simpang tersebut masuk kategori E (buruk). Untuk memperoleh nilai derajat kejenuhan $<0,85$ maka perlu dilakukannya alternatif untuk mengatasi permasalahan yang ada pada simpang ini

4.4 Alternatif Solusi

4.4.1 Perubahan Geometri Simpang

Perubahan geometri dengan menambah 2 meter di lengan timur dan lengan barat pada simpang Bugis. Berikut adalah hasil dari perhitungan rencana alternatif pelebaran geometri simpang.

4.4.2 Kapasitas (C)

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi}$$

$$C = 2900 \times 1,05 \times 1 \times 1 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 0,95$$

$$C = 2704,95 \text{ smp/jam}$$

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas

Faktor penyesuaian Kapasitas (F)								
Kapasitas dasar C_0	Lebar pendekat rata-rata	Median jalan mayor	Ukuran kota	Hambatan samping	Belok kiri	Belok kanan	Rasio mirror/total	Kapasitas C
	F_{LP}	F_M	F_{UK}	F_{HS}	F_{BKi}	F_{BKa}	F_{Rmi}	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
2900	1.05	1	1	0.93	1.00	1	0.95	2704.95

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

4.6.1 Derajat Kejenuhan (D_j)

Arus lalu lintas (Q_{tot}) = 3030,8 smp/jam

Kapasitas (C) = 2704,95 smp/jam

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

$$D_j = \frac{3030,8}{2704,95}$$

$$D_j = 1,12$$

4.4.3 Tundaan (T)

a. Tundaan Lalu Lintas Simpang (T_{LL})

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \cdot D_j)} - (1 - D_j)^2$$

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \cdot 1,12)} - (1 - 1,12)^2$$

$$T_{LL} = 23,12$$

b. Tundaan Lalu Lintas Untuk Jalan Mayor (T_{LLma})

$$T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \cdot D_j)} - (1 - D_j)^{1,8}$$

$$T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \cdot 1,12)} - (1 - 1,12)^{1,8}$$

$$T_{LLma} = 14,90$$

c. Tundaan Lalu Lintas Untuk Jalan Minor (T_{LLmi})

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}}$$

$$T_{LLmi} = \frac{3270,8 \times 23,12 - 2217,9 \times 14,90}{823,5}$$

$$T_{LLmi} = 45,147$$

d. Tundaan Geometri (T_G)

Karena $D_j > 1$ maka :

$$T_G = 4 \text{ detik/smp}$$

4.4.4 Panjang Antrian (P_a)

Batas atas peluang :

$$P_a = 47,71D_j - 24,68D_j^2 + 56,47D_j^3$$

$$P_a = 47,71 \times 1,12 - 24,68 \times 1,12^2 + 56,47 \times 1,12^3$$

$$P_a = 101,908$$

Batas bawah peluang :

$$P_a = 9,02D_j + 20,66D_j^2 + 10,49D_j^3$$

$$P_a = 9,02 \times 1,12 + 20,66 \times 1,12^2 + 10,49 \times 1,12^3$$

$$P_a = 50,800$$

Jadi $P_a\% = 50 - 101$

4.4.5 Penambahan APILL

a. Penerapan Sinyal APILL Pada Kondisi Eksisting

Barat-Timur	21	3	1	15
Utara-Selatan	25	11	3	1
Siklus	40			

Gambar 4 Diagram Lampu Lalu Lintas Kondisi eksisting

Sumber : Hasil Perhitungan, 2026

b. Perencanaan APILL Pada Kondisi Eksisting Simpang

1. Tundaan (*Delay*) dan Panjang Antrian (*Queue Counter*)

Delay atau tundaan merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam evaluasi kinerja simpang. Tundaan yang dimaksud adalah waktu tunggu yang diperlukan kendaraan dalam melewati simpang. Sedangkan *Queue counter* merupakan penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrian mulai dihitung.

Tabel 6. Kinerja simpang APILL Kondisi Eksisting pada Software Vissim

Lengan	Tundaan (Veh. Delay)	Panjang Antrian (Q. Len)	LOS
Utara	51.563	53.954	LOS E
Timur	62.785	44.250	LOS E
Selatan	65.185	27.738	LOS F
Barat	52.169	102.467	LOS E

Sumber: Hasil Simulasi *Vissim*, 2026

c. Penerapan Sinyal APILL Setelah Pelebaran Geometrik Simpang

Barat-Timur	42	3	1	34
Utara-Selatan	46	30	3	1
Siklus	80			

Gambar 5 Diagram Lampu Lalu Lintas Setelah Pelebaran

Sumber : Hasil Perhitungan, 2026

d. Hasil Perencanaan APILL Setelah Pelebaran Geometri Simpang

Tabel 7. Kinerja simpang APILL Kondisi Pelebaran pada Software Vissim

Lengan	Tundaan (Veh. Delay)	Panjang Antrian (Q. Len)	LOS
Utara	28.019	7.928	LOS D
Timur	21.256	9.400	LOS C
Selatan	39.794	5.478	LOS D
Barat	25.499	6.642	LOS D

Sumber : Hasil Simulasi *Vissim*, 2026

Hasil analisis dengan menggunakan *Software Vissim* diperoleh nilai tundaan untuk lengan Utara 28.019 detik dengan tingkat pelayanan Level D, lengan Timur 21.256 detik dengan tingkat pelayanan Level C, lengan Selatan 39.794 detik dengan tingkat pelayanan Level D dan lengan Barat 25.499 detik dengan tingkat pelayanan Level D. Sedangkan untuk hasil analisis dengan menggunakan *Software Vissim* diperoleh nilai panjang antrian untuk lengan Utara 7.928 meter, lengan Timur 9.400 meter, lengan Selatan 5.478 meter dan lengan Barat 6.642 meter.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Volume lalu lintas maksimum pada kondisi eksisting simpang Bugis terjadi pada jam puncak pada lengan Utara hari Sabtu pukul 16.00-17.00 WIB, lengan Timur hari Senin pukul 16.00-17.00 WIB, lengan Selatan hari Senin pukul 07.00-08.00 WIB, lengan Barat hari Senin pukul 07.00-08.00 WIB, dengan nilai untuk masing-masing lengan yaitu lengan Utara 331,9 smp/jam, lengan Timur 994,4 smp/jam, Selatan 492,4 smp/jam, dan Barat 1212,9 smp/jam.
2. Kinerja lalu lintas pada simpang Bugis, Kabupaten Malang dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) dalam kondisi eksisting berada dalam kondisi buruk (LOS E) dengan memiliki nilai derajat kejenuhan $D_j = 1,24$ smp/jam dan nilai tundaan sebesar 51,66 detik
3. Alternatif penanganan yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan pada Simpang Bugis meliputi pelebaran geometri simpang sebesar 2 meter pada lengan timur dan lengan barat, serta pemasangan APILL sehingga simpang yang semula tidak bersinyal diubah menjadi simpang bersinyal. Hasil analisis dari setiap alternatif penanganan yang direncanakan sebagai berikut:
 - a. Rencana penambahan geometri

simpang

- Kapasitas $C = 2704,95$ smp/jam
- Derajat kejenuhan $D_j = 1,12$ smp/jam
- Tundaan lalu lintas $T_{LL} = 23,12$ detik
- Tundaan mayor $T_{ma} = 14,90$ detik
- Tundaan minor $T_{mi} = 45,147$ detik
- Tundaan geometri $T_G = 4$
- Tundaan simpang $T = 27,12$ (tingkat pelayanan level iD)
- Peluang antrian $P_a = 50-101\%$
- b. Penambahan sinyal APILL pada kondisi eksisting Hasil dari perhitungan menggunakan PKJI 2023
 - Diperoleh kapasitas simpang (C) untuk lengan Utara 413,69 smp/jam, lengan Timur 1105,69 smp/jam, lengan Selatan 413,69 smp/jam, dan lengan Barat 1105,69 smp/jam.
 - Diperoleh derajat kejenuhan (D_j) untuk lengan Utara 1,190 smp/jam, lengan Timur 0,899 smp/jam, lengan Selatan 0,800 smp/jam, dan lengan Barat 1,097 smp/jam.
 - Diperoleh panjang antrian (P_A) untuk lengan Utara 95,788 meter, lengan Timur 68,207 meter, lengan Selatan 36,677 meter, dan lengan Barat 112,301 meter.
 - Hasil analisis diperoleh tundaan (T) simpang untuk lengan Utara 46,016 detik, lengan Timur 10,608 detik, lengan Selatan 28,429 detik, dan lengan Barat 14,525 detik. Dengan demikian tingkat pelayanan Simpang masuk pada level D.
 - Hasil dari *Software Vissim* Kondisi Eksisting Tundaan untuk lengan Utara 51,563 detik, lengan Timur 62,785 detik, lengan Selatan 65,185 detik, dan lengan Barat 52,169 detik. Dengan nilai tundaan tersebut, maka tingkat pelayanan simpang masuk pada level E.
 - Panjang antrian untuk lengan Utara 53,954 meter, lengan Timur 44,250 meter, lengan Selatan 27,738 meter, dan lengan Barat 102,467 meter.
- c. Penambahan sinyal APILL pada kondisi setelah pelebaran geometri simpang Hasil dari perhitungan menggunakan

PKJI 2023

- Hasil analisis diperoleh kapasitas (C) simpang untuk lengan Utara 567,13 smp/jam, lengan Timur 1421,60 smp/jam, lengan Selatan 564,13 smp/jam, dan lengan Barat 1421,60 smp/jam.
- Hasil analisis diperoleh derajat kejenuhan (D_j) untuk lengan Utara 0,87 smp/jam, lengan Timur 0,70 smp/jam, lengan Selatan 0,59 smp/jam, dan lengan Barat 0,85 smp/jam.
- Hasil analisis diperoleh panjang antrian (PA) untuk lengan Utara 97,981 meter, lengan Timur 76,529 meter, lengan Selatan 48,834 meter, dan lengan Barat 111,217 meter.
- Hasil analisis diperoleh tundaan (T) simpang untuk lengan Utara 17,32 detik, lengan Timur 12,56 detik, lengan Selatan 9,48 detik, dan lengan Barat 12,33 detik. Dengan demikian tingkat pelayanan Simpang masuk pada level B.
- Hasil dari *Software Vissim* Kondisi Pelebaran Geometrik Simpang Tundaan untuk lengan Utara 28,019 detik, lengan Timur 21,256 detik, lengan iSelatan 39,794 detik, dan lengan Barat 25,499 detik. Dengan nilai tundaan tersebut, maka tingkat pelayanan simpang masuk pada level D.
- Panjang antrian untuk lengan Utara 7,928 meter, lengan Timur 9,400 meter, lengan Selatan 5,478 meter, dan lengan Barat 6,642 meter.

Penerapan alternatif solusi tersebut mampu meningkatkan kinerja simpang dibandingkan dengan kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting, simpang memiliki nilai derajat kejenuhan (D_j) sebesar 1,24 dan nilai tundaan (T) sebesar 51,66 det/smp. Setelah diterapkan alternatif ketiga, nilai derajat kejenuhan menurun menjadi 0,75, sedangkan nilai tundaan berkurang menjadi 12,92 det/smp. Berdasarkan nilai tundaan tersebut, tingkat pelayanan simpang meningkat dan berada pada Level of Service (LoS) B.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang diharapkan dapat menjadi pertimbangan perbaikan agar kinerja simpang lebih optimal antara lain adalah:

1. Untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas serta mengurangi tundaan dan derajat kejenuhan (D_j) di Simpang Bugis, Kabupaten Malang, diperlukan pengaturan lalu lintas melalui penerapan sinyal lalu lintas dengan pengaturan waktu sinyal dua fase. Selain itu, pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan perangkat lunak PTV Vissim versi penuh (*full version*), karena mampu memberikan hasil simulasi yang lebih akurat dibandingkan dengan versi pelajar (*student version*).
2. Disarankan agar survei lalu lintas dilakukan dengan cakupan yang lebih luas, yaitu selama satu minggu penuh dengan rentang waktu pengamatan yang lebih beragam, sehingga data yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi lalu lintas yang sebenarnya secara lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggraini, R. A., Sinaga, Y. E., Lestari, F., Pramita, G., & Kastamto, K. (2022). Evaluasi Simpang Tak Bersinyal Dan Perencanaan Apill. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 3(02),32. <https://doi.org/10.33365/jice.v3i02.2152>
- [2] Apif, M., Suprpto, B., & Rachmawati, A. (n.d.). *Studi Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Jalan Veteran – Jalan Sungai Bilu Kota Banjarmasin* Kalimantan Selatan.
- [3] Cahyono, H. S., Saefudin, R., Carina, A., Kurniawan, E. Y., & Hidayat, W. N. (2025). *Evaluasi Kepatuhan Lingkungan Dan Strategi Pengendalian Berkelanjutan Untuk Bangunan Pabrik Sigaret : Studi Kelayakan Berbasis Regulasi Kkpr. 05(01)*.
- [4] Danu, D., & Garside, A. K. (2023). Evaluasi Rekayasa Pengalihan Arus Lalu Lintas Penggantian Jembatan Kedungasem Kota Probolinggo. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1). <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v3i1.7699>
- [5] Eko Prasetyo, H., Setiawan, A., & Dika Purnama, J. (2023). Kinerja Pelayanan Simpang Tak Bersinyal Empat Lengan Pada Jalan Raya Pondok Ungu, Bekasi. *Journal of Green Complex Engineering*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.59810/greenplexresearch.v1i1.36>
- [6] Hariyanto, Suraji, A., & Cakrawala, M. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Jl. Muharto—Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig Kota Malang. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 70–85. <https://doi.org/10.31849/siklus.v8i1.9339>
- [7] Hutapea, P., Sebayang, N., & Ma'ruf, A. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Simpang Saptorenggo Kabupaten Malang.
- [8] Ingsih, I. S., & Winaktu, G. (2022). Kinerja Simpang Pendem Kota Batu di Era Pandemi Covid-19 (Jl. Ir. Soekarno – Jl. Dr. M. Hatta). *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 461. <https://doi.org/10.29103/tj.v12i2.763>
- [9] Kelilauw, A. S., Suprpto, B., & Bakhtiar, A. (2023). *Studi Evaluasi Simpang Tak Bersinyal Pada Kecamatan Sirimau, Kota Ambon*.
- [10] Lukmana, D., Soeprpto, B., & Bakhtiar, A. (n.d.). *Studi Perencanaan Peningkatan Jalan Babat – Batas Jombang (Km 12 + 800 – Km 20 + 000) Lamongan Jawa Timur*.
- [11] Mubarak, A., & Maulana, A. (2021). *Pemeriksaan Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Dengan Alat Bantu Mikrosimulasi*.
- [12] Prasetyoningrum, W. I., & Bakhtiar, A. (n.d.). *Evaluasi Simpang Bersinyal L.A. Sucipto Kecamatan Blimbing Kota Malang Dengan Menggunakan Aplikasi Vissim*.
- [13] Rahmadhayanti, D. N., Bambang, S., & Bakhtiar, A. (2023). *Evaluasi Kinerja Simpang Alun-Alun Kota Batu Dengan Metode Pkji Dan Software Vissim*.
- [14] Sarwandy, M. H. A., Royan, N., & Asep, M. (2024). Analisis Kemacetan Pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Padat Karya - Jl. Sumatera Kota Prabumulih Menggunakan Pkji 2023. 09(01).
- [15] Sarwandy, M. H. A., Royan, N., & Asep, M. (2024). Analisis Kemacetan Pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Padat Karya - Jl. Sumatera Kota Prabumulih Menggunakan Pkji 2023. 09(01).
- [16] Wahyu Inggar Fipiana, A. W. H., Anton Pramonohadi Dan. (2019). Kinerja Evaluasi Simpang Jalan Raya Cisoka – Jalan Megu Cisoka – Jalan Raya Tigaraksa Cisoka. *Jurnal Kalibrasi : Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 2(2), 87–108. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v2i0.581>
- [17] Wardi, S., Omi Yeza, N., & Anita, S. (2021). Analisis Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus: Jalan Raya Siteba Kota Padang). *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 8(2), 5. <https://doi.org/10.21063/jts.2021.V802.05>