



Analisis Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton dan Jalan Raya Diponegoro, Denpasar Selatan

Putu Eka Suartawan^{a,*}, Adozindo Sebastiao Gama Vicente^b

^aPoliteknik Transportasi Darat, Bali

^bUniversitas Pendidikan Nasional, Denpasar

*Putu Eka Suartawan, email address: putu.eka@poltradabali.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 02-02-2022

Accepted 25-03-2022

Online 25-04-2022

Keywords:

Intersection Performance;

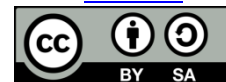
Signalized Intersection;

Three Way Junction.

ABSTRACT

Denpasar City is the capital city of Bali which has a very high population. It can be seen that the population of Denpasar City is 726,599 people [1]. Sanglah intersection is a signalized intersection with three arms connecting Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton, and Jalan Raya Diponegoro. The environmental condition at the intersection is a commercial area that is marked by the presence of shops around the Sanglah intersection. Therefore, it is often delayed because the volume of vehicles passing through the intersection is quite dense, so the performance of the intersection is less than optimal. So it is necessary to analyze the performance of the intersection using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual Method. From the data collection and processing results using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual Method, the traffic volume on Jl. Raya Sesetan is 1304.7 smp/hour, Jl. Raya Diponegoro is 1204 smp/hour, Jl. Buton Island is 628.5 smp/hour. The capacity is 1354 smp/hour, 1250 smp/hour, 652 smp/hour. Degree of saturation 0.96, signal time 151 seconds, queue length 145 m, 131 m, 171 m, delay 81.65 sec/smp, 123.98 sec/smp, 133.58 sec/smp. Based on the analysis that has been done, the degree of saturation at the intersection is 0.96, exceeding the standard value of the degree of saturation according to the 1997 Indonesian Road Capacity Manual method, which is 0.85. To overcome this, one alternative design is a green time design for each approach, specifically the south and west approaches. This alternative will improve the performance of the intersection.

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



1. PENDAHULUAN

Kota Denpasar adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Bali dan merupakan ibu kota dari Provinsi Bali. Kota Denpasar memiliki luas wilayah sebesar 127,78 km² atau dalam persentase sebesar 2,18% dari luas keseluruhan provinsi Bali. Kota Denpasar terdiri dari 4 Kecamatan serta terbagi menjadi 43 Desa. Pada tahun 2022 jumlah penduduk di Kota Denpasar sebanyak 962.900 jiwa [1]. Karena kota Denpasar merupakan ibu kota, pusat pariwisata, dan pusat perekonomian di Bali, tidak dapat dihindari lagi aktivitas pergerakan masyarakat sangat tinggi sehingga berdampak pada tingginya volume kendaraan yang melintas setiap harinya di kota Denpasar, salah satunya pada Simpang Tiga Bersinyal pada Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton dan Jalan Raya Diponegoro, Denpasar.

Salah satu simpang bersinyal di Kota Denpasar yang hampir setiap harinya terjadi kemacetan adalah di Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton, dan Jalan Raya Diponegoro. Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, panjang antrian masing-masing adalah 290m, 150m, dan 200m. Penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas pada simpang tersebut yaitu cepatnya laju pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor, terutama kendaraan pribadi, jumlah kendaraan di Kabupaten Denpasar di tahun 2018 sebanyak 1,353,577, tahun 2019 meningkat sebanyak 1,420,997, dan di tahun 2020 meningkat lagi sebanyak 1,450,757 [2]. Dalam mengatasi permasalahan transportasi tersebut dapat dilakukan manajemen lalu lintas dengan menganalisis dan merencanakan untuk mengurangi kondisi volume, meningkatkan kecepatan, dan menurunkan kepadatan dengan harapan dapat mengurangi kemacetan yang terjadi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisis kinerja eksisting simpang bersinyal dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Direktorat Jenderal Bina Marga mengeluarkan MKJI 1997 sebagai acuan dalam kegiatan analisis, perencanaan, serta perancangan fasilitas lalu lintas jalan Indonesia. Penelitian-penelitian terdahulu juga menggunakan metode analisis MKJI seperti, analisis kinerja simpang oleh Listiana, dkk di Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan tingkat pelayanan simpang tiga tak bersinyal dengan menggunakan MKJI 1997 [3]. Tahun 2020, Hidayat, dkk melakukan penelitian alternative peningkatan kinerja simpang tiga bersinyal di Simpang Tiga Purin Kendal. Penelitian tersebut menghasilkan data peningkatan kinerja simpang dengan alternatif perubahan geometrik jalan dan perubahan kebijakan arus lalu lintas [4]. Untuk itu dilakukan analisis kinerja simpang tiga bersinyal pada penelitian ini dengan studi kasus yang berbeda, tetapi metode analisis sama dengan menggunakan MKJI 1997. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab kemacetan pada simpang dan menghasilkan data kinerja eksisting dari simpang Jalan Diponegoro, Jalan Raya Sesetan, dan Jalan Pulau Buton, Denpasar.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Simpang

Simpang adalah simpul atau cabang pada jaringan jalan dimana ruas-ruas jalan saling bertemu, dan di dalamnya terdapat pergerakan kendaraan yang saling berpotongan (konflik) yang rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas [5][6]. Simpang tiga memiliki tiga lengan/pendekat jalan. Simpang bersinyal merupakan persimpangan yang pergerakan kendaraan dari setiap lengan simpang diatur dengan menggunakan sinyal lampu atau istilahnya adalah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Penggunaan APILL bertujuan untuk memisahkan pergerakan lalu lintas yang datang dari berbagai arah secara bergantian [7].

2.2. Kapasitas Simpang

Kapasitas merupakan batas maksimum dari simpang dalam hal kemampuan menampung arus lalu lintas yang berbanding terbalik dengan satuan waktu yang dinyatakan dalam smp/jam [8]. Kapasitas simpang diukur pada setiap pendekat/lengan simpang. Secara matematis kapasitas simpang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = S \cdot g/c \quad (1)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam hijau); S = Arus jenuh (smp/jam hijau); g = Waktu hijau (detik). c = waktu siklus (detik).

2.3. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dapat dinyatakan dengan rasio volume (Q) yang berbanding terbalik terhadap kapasitas (C) [8]. Berikut ini adalah rumus yang dapat digunakan dalam mengukur Derajat Kejenuhan:

$$DS = Q/C \quad (2)$$

2.4. Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan dimensi secara vertikal antrian kendaraan pada setiap lengan simpang saat sinyal

lampu menyala merah [8]. Dalam MKJI panjang antrian dapat di cari dengan menggunakan rumus berikut:
 Untuk derajat kejenuhan $(DS) > 0,5$ maka:

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (3)$$

Apabila derajat kejenuhan $(DS) < 0,5$ maka: $NQ_1 = 0$

Dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari waktu hijau sebelumnya

Jumlah antrian kendaraan saat sepanjang fase merah (NQ_2):

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR \cdot DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \quad (4)$$

Dimana:

GR = rasio hijau; Q_{masuk} = arus lalu lintas masuk ke simpang diluar dari LTOR (smp/jam).

Rata-rata jumlah kendaraan antri (NQ):

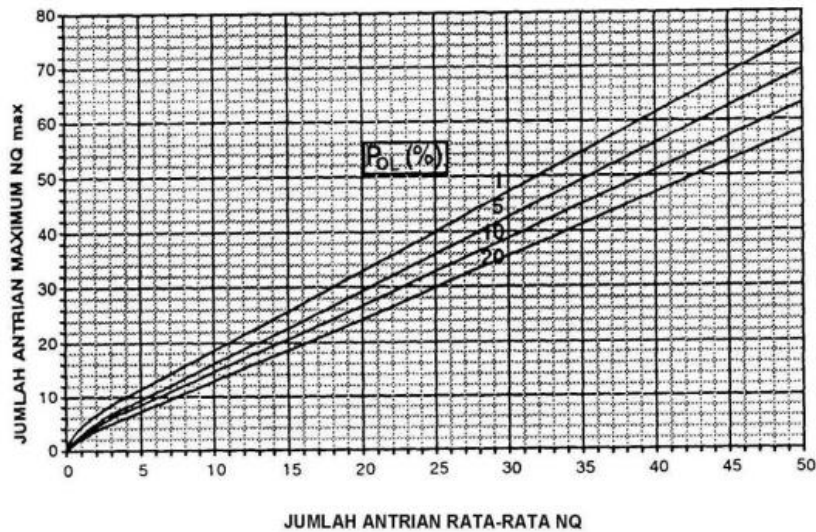
$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (5)$$

Panjang antrian (QL):

$$QL = (NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \quad (6)$$

Dimana:

W_{masuk} = lebar pendekat; dan NQ_{max} didapat menggunakan Gambar 1 dengan menarik garis sesuai nilai NQ yang didapat terhadap peluang yang ditentukan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%).



Gambar 1. Peluang untuk Pembebanan Lebih P_{OL}

2.5. Kendaraan Terhenti

Sebelum mencari nilai kendaraan terhenti, pertama mencari angka henti (NS) pada setiap pendekat/lengan simpang. Angka henti adalah rata-rata jumlah kendaraan berhenti per smp, termasuk kendaraan yang berhenti berkali-kali sebelum melewati garis stop simpang [9]. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$NS = 0,9 \cdot \frac{NQ}{Q \cdot c} \cdot 3600 \quad (7)$$

Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}):

$$N_{SV} = Q \cdot NS \quad (8)$$

Laju henti untuk seluruh simpang:

$$NS_{total} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{total}} \quad (9)$$

2.6. Tundaan (*Delay*)

Yang merupakan waktu menunggu rata-rata setiap kendaraan pada waktu sinyal merah dalam setiap pendekatan. Pada simpang terdiri atas 2 jenis tundaan, diantaranya tundaan lalu lintas (*DT*) dan tundaan geometrik (*DG*) [8][9]:

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (10)$$

Dimana:

D_j = rata-rata tundaan pada pendekatan j (detik/smp); DT_j = rata-rata tundaan lalu lintas pada pendekatan j (detik/smp); DG_j = rata-rata tundaan geometrik pada pendekatan (detik/smp).

Tundaan lalu lintas (*DT*) terjadi karena arus lalu lintas pada simpang terhambat oleh faktor dari luar seperti kemacetan pada pintu keluar simpang dan pengarahannya secara langsung oleh polisi, sehingga prioritas mengikuti arahan polisi, maka dapat diukur dengan menggunakan rumus:

$$DT_j = c \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_j)} \cdot \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \quad (11)$$

2.7. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan atau *level of service* merupakan acuan penilaian kualitas kondisi lalu lintas sebuah simpang yang dirasakan oleh pengendara saat memasuki simpang tersebut [10]. Tingkat pelayanan terbagi atas beberapa golongan yaitu antara A sampai dengan F [11], golongan ini digunakan sebagai ukuran perbandingan volume terhadap kapasitas dari simpang sebuah simpang. Apabila volume kendaraan tinggi maka tingkat pelayanan simpang akan menurun begitupun sebaliknya, akibat dari tinggi rendahnya arus lalu lintas berkaitan dengan karakteristik pelayanan. Tabel 1 berikut menunjukkan hubungan antara tundaan dengan tingkat pelayanan simpang.

Tabel 1. Tingkat Pelayanan Berdasarkan Tundaan pada Simpang Bersinyal

Tundaan per Kendaraan (detik/kend)	Tingkat Pelayanan
$D \leq 10$	A
$10 < D \leq 20$	B
$20 < D \leq 35$	C
$35 < D \leq 55$	D
$55 < D \leq 80$	E
$80 < D$	F

Sumber: Highway Capacity Manual (HCM 2010) [11]

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah pada Simpang Tiga Bersinyal Jalan Raya Sesetan (lengan selatan) – Jalan Pulau Buton (lengan barat) – Jalan Raya Diponegoro (lengan utara). Berikut adalah gambar ilustrasinya [12].



Gambar 2. Simpang Bersinyal Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton, dan Jalan Raya Diponegoro, Denpasar.

Pelaksanaan survei penelitian ini dilakukan sepanjang 3 hari yaitu: senin, rabu, dan jumat untuk mengukur volume lalu lintas. Survei pengukuran volume lalu lintas dilakukan selama 6 jam yaitu jam puncak pagi 2 jam (07.00 – 09.00 WITA), jam puncak siang 2 jam (12.00 – 14.00 WITA) dan jam puncak sore 2 jam (16.00 – 18.00 WITA).

Waktu pengamatan per 15 menit selama 2 jam pada jam – jam sibuk. Tugas dari surveyor adalah mencatat jumlah kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan di setiap pendekat untuk semua gerakan kendaraan. Berikut klasifikasi kendaraan yang harus dibedakan:

- Kendaraan tak bermotor (*unmotorized / UM*) meliputi: sepeda, gerobak, becak, dan kendaraan lainnya yang tidak bermesin.
- Sepeda motor (*motorcycles*)
- Kendaraan ringan (*light vehicle*) meliputi: mobil penumpang, pickup, minibus, bus kecil, jeep, dan lain-lain.

3.1. Langkah-Langkah Penelitian

3.1.1. Data yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya, data primer yaitu data yang di dapatkan dari survei secara langsung yang dilakukan oleh peneliti di lapangan [13][14], dan data sekunder data yang di dapatkan dari instansi – instansi yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan [15]. Data sekunder digunakan sebagai data untuk mendukung data primer dalam melakukan penelitian ini.

3.1.2. Metode Pelaksanaan Pengamatan

Beberapa alat digunakan saat melakukan survei penelitian, hal ini untuk mempermudah pelaksanaan pengukuran di lapangan, alat-alat tersebut berupa formulir penelitian, alat tulis, meteran roll, dan *hand counter*. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mendukung kegiatan pengamatan adalah penentuan 3 titik pos *surveyor* di setiap lengan simpang dan jumlah *surveyor* sebanyak 6 orang dan pada setiap posnya terdapat 2 orang.

Dalam pelaksanaan pengamatan di lapangan *surveyor* akan bertugas mengambil data geometrik simpang dengan menggunakan meteran [16], kemudian pada waktu jam puncak pagi, siang, dan sore *surveyor* melakukan pencatatan pergerakan kendaraan dari masing-masing lengan simpang berdasarkan jenis kendaraannya, berikutnya *surveyor* bertugas untuk mencatat waktu siklus sinyal dari setiap lengan simpang [17].

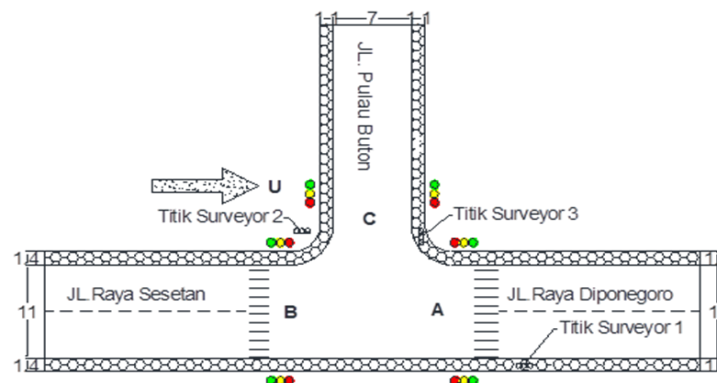
3.1.3. Metode Analisis dengan MKJI 1997

Data yang didapatkan dari hasil survei di lapangan dan dari literatur-literatur terkait, berikutnya dapat dianalisis dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Proses analisis akan menghasilkan kinerja simpang berupa kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, rasio kendaraan terhenti, tundaan setiap lengan simpang, serta tingkat pelayanan dari simpang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang yaitu lebar pendekat pada setiap lengan simpang yang diukur langsung di lapangan. Tipe geometrik Simpang Bersinyal Jalan Raya Sesetan, Jalan Pulau Buton, dan Jalan Diponegoro, menggunakan tipe 322.



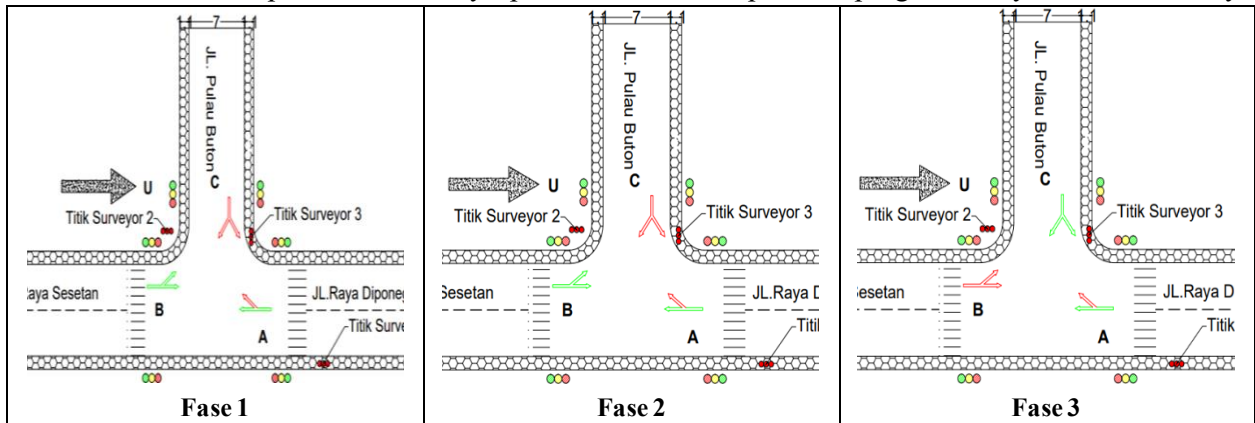
Gambar 3. Geometrik Simpang Bersinyal Lokasi Penelitian

Tabel 2. Hasil Pengukuran Geometrik Simpang

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Median Ada/Tidak	Lebar Pendekat (m)		
			W _A	W _{masuk}	W _{keluar}
U	Komersial	Tidak	11	5,5	2,75
S	Komersial	Tidak	11	5,5	5,5
B	Komersial	Tidak	7	3,5	3,5

4.2. Data Fase Sinyal Simpang

Berdasarkan hasil pencatatan fase sinyal pada lokasi studi, didapat 3 fase pengaturan sinyal, berikut rinciannya.



Gambar 4. Pengaturan Sinyal pada Lokasi Penelitian

Pada Gambar 4 menjelaskan bahwa:

- Fase 1** arus kendaraan pada Jl. Raya Diponegoro menuju Jl. Raya Sesetan dan Jl. Pulau Buton mendapatkan waktu hijau hingga fase 1 berakhir. Pergerakan dari Jl. Raya Sesetan dan Jl. Pulau Buton berhenti.
- Fase 2** arus kendaraan pada Jl. Raya Sesetan menuju Jl. Raya Diponegoro dan Jl. Pulau Buton mendapatkan waktu hijau hingga fase 2 berakhir. Arus kendaraan dari Jl. Raya Diponegoro menuju Jl. Raya Sesetan tidak mengikuti isyarat lampu, tetapi pergerakan belok kanan menuju Jl. Pulau Buton berhenti. Pada Jl. Pulau Buton berhenti untuk belok kiri maupun kanan.
- Fase 3** arus kendaraan pada Jl. Pulau Buton menuju Jl. Raya Sesetan dan Jl. Raya Diponegoro mendapatkan waktu hijau hingga fase 3 berakhir. Arus kendaraan dari Jl. Raya Diponegoro menuju Jl. Raya Sesetan tidak mengikuti isyarat lampu, tetapi pergerakan belok kanan menuju Jl. Pulau Buton berhenti. Pada Jl. Raya Sesetan berhenti untuk belok kiri maupun lurus.

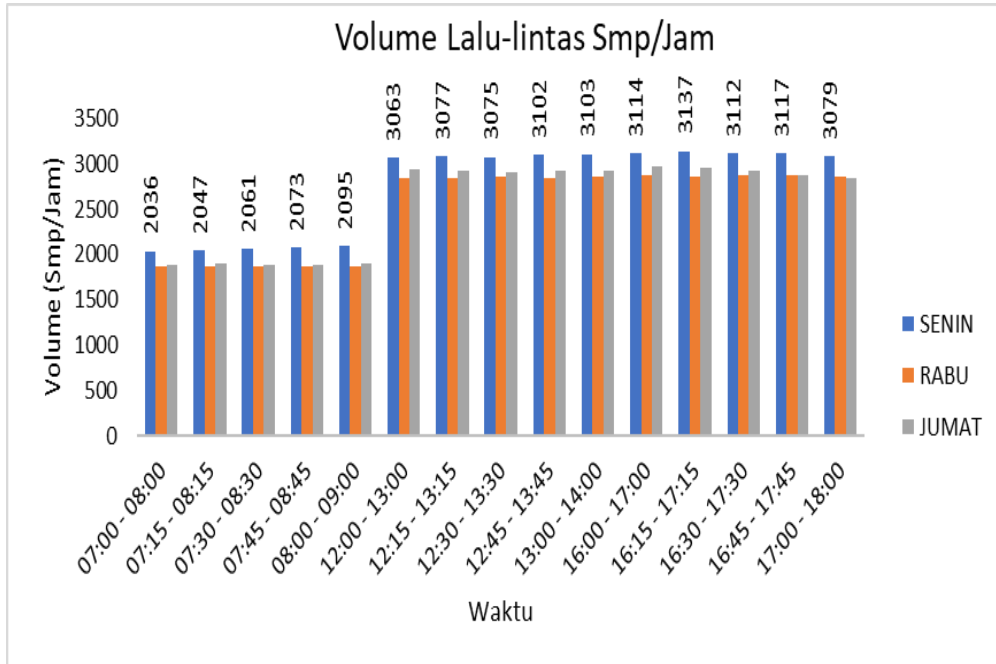
U	32	2	2	115
	ALL RED			
S	74	46	2	27
	ALL RED		ALL RED	
B	147		2	19

Gambar 5. Waktu Siklus Sinyal pada Lokasi Penelitian

Gambar 5 menunjukkan durasi siklus untuk setiap fase, baik itu untuk durasi dari saat waktu hijau, saat waktu kuning, dan saat *all red*.

4.3. Analisis Volume Lalu Lintas

Dari hasil rekapitulasi volume lalu lintas pada hari Senin, 14 Februari 2022, didapatkan yaitu volume lalu lintas tertinggi mulai dari pukul (16:15 – 17:15 WITA) dengan volume lalu lintas yaitu 5998 Kend/Jam dan 3137 Smp/Jam beserta grafiknya sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Volume Lalu Lintas (smp/jam)

4.4. Analisis Arus Jenuh dengan MKJI

Dari data hasil survei berupa geometrik simpang, kondisi pergerakan lalu lintas, dan volume, dapat dianalisis dengan metode dalam MKJI 1997 untuk memperoleh nilai arus jenuh setiap pendekat/lengan simpang. Berikut adalah hasil analisis yang diperoleh.

Tabel 3. Perhitungan Arus Jenuh (S)

Interval Waktu	Kode Pendekat	W _e (m)	Arus Jenuh Dasar (S ₀) (smp/jam)	Faktor-Faktor Koreksi						Arus Jenuh (S) (smp/jam)
				F _{SF}	F _{CS}	F _G	F _P	F _{LT}	F _{RT}	
16:00-18:00 WITA	U	2,75	1650	0,95	0,94	1	1,66	1,00	1,07	2627
	S	5,5	3300	0,95	0,94	1	1,75	0,97	1,00	4981
	B	3,5	2100	0,95	0,94	1	1,92	0,88	1,06	3338

Pada Tabel 3, nilai-nilai faktor koreksi ditentukan berdasarkan kondisi lokasi penelitian diantaranya, nilai faktor hambatan samping (F_{SF}) pada setiap lengan adalah 0,95; nilai faktor ukuran kota (F_{CS}) adalah 0,94 karena jumlah penduduk Denpasar masuk dalam range 0,5-1,0 juta orang; nilai faktor kelandaian (F_G) adalah 1 dengan anggapan kelandaian 0%; nilai faktor kendaraan parkir (F_P) adalah 1,66 untuk pendekat Utara, 1,75 untuk pendekat selatan, dan 1,92 untuk pendekat barat; kemudian nilai faktor belok kanan (F_{RT}) untuk lengan utara 1,07, lengan selatan 1,00 dan lengan barat 1,06; Faktor belok kiri (F_{LT}) untuk lengan utara 1,00, lengan selatan 0,97 dan lengan barat 0,88. Sehingga didapat nilai arus jenuh untuk setiap lengan simpang adalah 2627 smp/jam untuk pendekat utara, 4981 smp/jam untuk pendekat selatan, dan 3338 smp/jam untuk pendekat barat.

4.5. Analisis Kapasitas dengan MKJI

Dari hasil analisis arus jenuh dan survei pencatatan waktu siklus di lokasi penelitian, berikutnya dapat dicari nilai kapasitas setiap lengan simpang dengan menggunakan metode dalam MKJI 1997 sesuai dengan Rumus (1). Berikut hasil analisis yang diperoleh.

Tabel 4. Perhitungan Kapasitas (C)

Interval Waktu	Kode Pendekat	S (smp/jam)	g (detik)	c (detik)	C (smp/jam)
16:15-17:15 WITA	U	2627	162	313	1354
	S	4981	79	313	1250
	B	3338	61	313	652

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa, hasil analisis dengan menggunakan metode dalam MKJI didapat kapasitas pada pendekat utara sebesar 1354 smp/jam, pada pendekat selatan sebesar 1250 smp/jam, dan pada pendekat barat sebesar 652 smp/jam.

4.6. Analisis Derajat Kejenuhan dengan MKJI

Dari data hasil analisis volume lalu lintas dan analisis kapasitas dari setiap lengan simpang, kemudian dapat dihitung nilai derajat kejenuhannya sesuai Rumus (2) dalam MKJI. Berikut rincian hasil analisis Derajat Kejenuhan (DS) pada lokasi penelitian.

Tabel 5. Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Interval Waktu	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
16:15-17:15 WITA	U	1304,7	1354	0,96
	S	1204	1250	0,96
	B	628,5	652	0,96

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa, hasil analisis dengan menggunakan metode dalam MKJI didapat derajat kejenuhan pada pendekat utara sebesar 0,96; pada pendekat selatan sebesar 0,96; dan pada pendekat barat sebesar 0,96.

4.7. Analisis Jumlah dan Panjang Antrian dengan MKJI

Dari data hasil analisis volume, waktu siklus, kapasitas, dan derajat kejenuhan, berikutnya dapat dicari nilai dari jumlah kendaraan antri (NQ) dan panjang antrian (QL) kendaraan dengan metode MKJI. Berikut hasil analisisnya.

Tabel 6. Perhitungan Jumlah Antrian (NQ) dan Panjang Antrian (QL)

Interval Waktu	Kode Pendekat	NQ ₁	NQ ₂	NQ	NQ _{max}	QL
16:15-17:15 WITA	U	0,51	53	53	40	145
	S	0,48	50	50	30	131
	B	0,30	26	26	36	171

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa, hasil dari analisis jumlah antrian rata-rata (NQ) dari pendekat utara, selatan, dan barat berurutan adalah 53 smp/jam, 50 smp/jam, dan 26 smp/jam; serta panjang antrian (QL) untuk setiap pendekat berurutan adalah 145 m, 131 m, dan 171 m.

4.8. Analisis Rasio Kendaraan Terhenti dengan MKJI

Dari data hasil analisis jumlah kendaraan antri, volume, dan waktu siklus, kemudian dapat dilakukan analisis rasio kendaraan terhenti (NS) dan jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) berdasarkan metode dalam MKJI, dengan menggunakan Rumus (7) dan Rumus (8). Berikut hasil analisisnya.

Tabel 7. Perhitungan Rasio Kendaraan Terhenti (NS) dan Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV})

Interval Waktu	Kode Pendekat	NQ	Q	c	NS	N _{SV}
16:15-17:15 WITA	U	53	1304,7	313	0,42	549,86
	S	50	1204	313	0,43	520,70
	B	26	628,5	313	0,43	273,22

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa, hasil dari analisis rasio kendaraan terhenti (NS) dari pendekat utara,

selatan, dan barat berurutan adalah 0,42 stop/smp, 0,43 stop/smp, dan 0,43 stop/smp; serta jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) untuk setiap pendekat berurutan adalah 549,86 smp/jam, 520,70 smp/jam, dan 273,22 smp/jam.

4.9. Analisis Tundaan dengan MKJI

Dari hasil analisis derajat kejenuhan dan waktu siklus, berikutnya dapat diukur besarnya tundaan (D) pada setiap lengan simpang dengan metode dalam MKJI. Berikut hasil dari analisis yang dilakukan.

Tabel 8. Perhitungan Tundaan (D)

Kode Pendekat	Q	DT	DG	D	D x Q	Tundaan Simping Rata-Rata $\frac{\sum D \times Q}{\sum Q}$
U	1304,7	79,01	2,64	81,6	106528,66	108,30
S	1204	121,52	2	124	149270,29	
B	628,5	128,45	5,13	134	83953,36	
Total	3137,20				339752,31	

Berdasarkan Tabel 8, didapat hasil analisis tundaan (D) untuk pendekat utara, selatan, dan barat berurutan adalah 81,6 det/smp, 124 det/smp, dan 134 det/smp; serta tundaan simpang rata-ratanya sebesar 108,30 det/smp.

4.10. Analisis Tingkat Pelayanan

Berdasarkan hasil analisis tundaan simpang rata-rata, maka dapat dianalisis tingkat pelayanan (*level of service*) simpang pada lokasi penelitian berdasarkan Tabel 1. Berikut analisisnya.

Tabel 9. Tingkat Pelayanan Simping Berdasarkan Nilai Tundaan

Kode Pendekat	Tundaan	Tundaan Simping Rata-Rata	Tingkat Pelayanan (LOS)
U	81,6	108,30	F (>80)
S	124		
B	134		

Dari hasil analisis tundaan rata-rata pada Simping Jl. Raya Diponegoro-Jl. Raya Sesetan-Jl. Pulau Buton sebesar 108,30 dengan hasil yang lebih besar dari angka 80, maka tingkat pelayanan pada simpang tersebut berdasarkan Tabel 1 tergolong F.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisis kinerja yang sudah dilakukan pada Simping Tiga Bersinyal Jalan Raya Diponegoro, Jalan Raya Sesetan, dan Jalan Pulau Buton dengan menggunakan metode dalam MKJI 1997, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis Kapasitas (C) setiap lengan berurutan adalah 1354 smp/jam, 1250 smp/jam, 652 smp/jam; Derajat Kejenuhan (DS) setiap lengan sama sebesar 0,96; Panjang Antrian (QL) untuk setiap lengan berurutan adalah 145 m, 131 m. dan 171 m; Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{sv}) setiap lengan berurutan sebesar 549,86 smp/jam, 520,70 smp/jam, dan 273,22 smp/jam; serta Tundaan Simping Rata-Rata (D) sebesar 108,30 det/smp sehingga simpang tergolong dengan Tingkat Pelayanan F. Tujuan dari penelitian ini untuk memberikan data eksisting kinerja simpang bersinyal pada lokasi penelitian.

5.2. Saran

Untuk menyempumakan penelitian ini, perlu dilakukan kajian kembali dengan mencoba alternatif-alternatif terkait peningkatan pelayanan simpang seperti pengaturan waktu siklus yang sesuai berdasarkan volume lalu lintas, peningkatan geometrik simpang, manajemen lalu lintas, penerapan kebijakan lalu lintas, dan sebagainya. Kemudian dengan menggunakan alternatif yang dipilih dapat diukur kembali kinerja simpang dengan MKJI sehingga dapat dijadikan perbandingan analisis kinerja eksisting dan setelah diberlakukannya alternatif-alternatif yang dipilih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, *Kota Denpasar dalam Angka Denpasar Municipality in Figures 2022*. BPS Kota Denpasar, 2022.
- [2] B. P. D. P. Bali, “Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Secara Historis Dirinci Per Kabupaten/Kota 2020,” *Satu Data Indonesia Provinsi Bali*, 2020. [Online]. Available: <https://balisatudata.baliprov.go.id/laporan/data-pertumbuhan-kendaraanbermotor-secara-historisdirinci-per-kabupatenkota-2020?year=2020>. [Accessed: 05-Jan-2022].
- [3] N. Listiana and T. Sudibyo, “Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 69–78, 2019.
- [4] D. W. Hidayat, Y. Oktopianto, and A. Budi Sulisty, “Peningkatan Kinerja Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Purin Kendal),” *J. Keselam. Transp. Jalan (Indonesian J. Road Safety)*, vol. 7, no. 2, pp. 36–45, 2020.
- [5] S. Widyawan and Rukman, “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal untuk Meningkatkan Keselamatan pada Simpang Depok Kota Depok,” *Airman J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–37, 2020.
- [6] M. F. Amal, “Analisis Simpang Bersinyal Terkoordinasi Pada Ruas Jalan Soekarno-Hatta Ponorogo,” *Modul. Media Komun. Dunia Ilmu Sipil*, vol. 1, no. 2, p. 46, 2019.
- [7] S. S. Mamentu, L. I. R. Lefrandt, and J. A. Timboeleng, “EVALUASI PENERAPAN AREA TRAFFIC CONTROL SYSTEM (ATCS) PADA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Persimpangan Teling),” *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 2, pp. 209–218, 2019.
- [8] Departemen P. U., *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta Selatan: Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia, 1997.
- [9] A. A. N. A. Jaya Wikrama, “ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak) A.A.N.A. Jaya Wikrama,” *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 1, 2011.
- [10] P. I. Badar, T. K. Sendow, F. Jansen, and M. Manoppo, “Analisa Persimpangan Tidak Bersinyal Menggunakan Program aaSIDRA,” *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 7, pp. 367–374, 2014.
- [11] Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual*. 2010.
- [12] “Google Maps,” 2022. [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/@-8.6773552,115.2153528,195m/data=!3m1!1e3>. [Accessed: 20-Jan-2022].
- [13] C. P. Wirasutama, P. A. Suthanaya, D. M. P. Wedagama, and A. A. G. A. Yana, “Local Law Enforcement Variables as Moderating Effect on the Behavior of Foreign Motorcycle Riders in Tourism Areas in Bali,” *Civ. Eng. Archit.*, vol. 10, no. 5, pp. 2065–2074, 2022.
- [14] D. C. Indrashwara and P. A. Yasa, “Koordinasi Sinyal antar Simpang untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan P.B Sudirman Denpasar dengan Menggunakan Software TRANSYT 15,” *J. Manaj. Teknol. Tek. SIPIL*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [15] I. P. Hastuty, I. S. Sembiring, R. Anas, and A. S. Lubis, “Feasibility study on intersection in North Sumatera,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 309, no. 1, 2018.
- [16] A. I. Saudi, “Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Kawasan Pertokoan Majene,” *Bandar J. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2020.
- [17] R. A. Eka Putra and F. Ramanda, “Optimasi Green Time Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Ptv Vissim dalam Meningkatkan Kinerja Simpang,” *Bentang J. Teor. dan Terap. Bid. Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 108–117, 2018.