

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JL. RAYA CANGGU – JL. RAYA KEROBOKAN – JL. GUNUNG SANGHYANG, DENPASAR

I Made Agus Ariawan¹, I Wayan Suweda¹, Ni Putu Delima Yogeswari Saraswati¹,
Putu Kwintaryana Winaya¹, Ni Luh Putu Dian Librianti Taliarosa¹

¹ Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia
Email: agusariawan17@unud.ac.id

ABSTRAK

Simpang Jl. Raya Canggū– Jl. Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang merupakan simpang bersinyal penghubung antara kecamatan Kuta Utara dengan Denpasar Barat. Daerah ini memiliki laju pertumbuhan kendaraan yang terus meningkat, sehingga sering menyebabkan konflik terutama pada saat jam-jam sibuk (*peak hour*), sehingga kerap kali kemacetan dan antrian kendaraan pada setiap pendekatan simpang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang eksisting, menganalisis alternatif penanganan simpang yang paling optimal, dan menganalisis kinerja simpang pada tahun 2027. Data sinyal Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), geometri simpang, volume lalu lintas dan tata guna lahan diperoleh dari survei dengan *Traffic Counting*. Analisis kinerja simpang didasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Hasil kinerja simpang eksisting diperoleh derajat kejenuhan (DS) rata-rata 0,952 smp/jam-1,149 smp/jam, sedangkan tundaan rata-rata diperoleh 267,813 det/smp-453,452 det/smp. Alternatif penanganan simpang eksisting dengan alternatif yang paling baik digunakan, pelebaran geometrik simpang, pengaturan ulang sinyal APILL (*re-setting*), perubahan sirkulasi arus lalu lintas menghasilkan DS rata-rata 0,43 smp/jam-0,516 smp/jam, sedangkan tundaan rata-rata diperoleh 46,694 det/smp-49,492 det/smp. Prediksi kinerja simpang pada tahun 2027, dengan menerapkan alternatif pengaturan simpang yang sesuai, meningkatkan kinerja simpang lebih baik dengan nilai DS rata-rata 0,508 smp/jam-0,611 smp/jam, serta menghasilkan tundaan rata-rata sebesar 48,48 det/smp-53,027 det/smp.

Kata kunci: evaluasi, kinerja, dan simpang bersinyal

PERFORMANCE EVALUATION OF SIMPANG BERSINYAL JL. RAYA CANGGU – JL. KEROBOKAN RAYA – JL. GUNUNG SANGHYANG

ABSTRACT

Jl. Raya Canggū– Jl. Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang is a signalized intersection that connects the sub-districts of North Kuta and West Denpasar. This area has an increasing rate of vehicle growth, which often causes conflicts, especially during peak hours, resulting in frequent traffic jams and vehicle queues at each intersection approach. This study aims to analyze the performance of the existing intersection, analyze the most optimal alternative for handling the intersection, and analyze the performance of the intersection in 2027. The APILL signal data, intersection geometry, traffic volume and land use were obtained from a survey with Traffic Counting. The analysis of intersection performance is based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual. The results of the existing intersection performance obtained an average DS of 0.952 smp/hour-1.149 smp/hour, while the average delay was 267.813 sec/pcu-453.452 sec/pcu. Alternative handling of existing intersections with the best alternative used, widening geometric intersections, resetting the APILL signal (re-setting), changes in traffic flow circulation resulting in an average DS of 0.43 pcu/hour-0.516 pcu/hour, while the average delay the average obtained is 46,694 seconds/junior high school-49,492 seconds/junior high school. Prediction of intersection performance in 2027, by applying appropriate alternative arrangements for intersections, will improve intersection performance with an average DS value of 0.508 pcu/hour-0.611 pcu/hour, and produce an average delay of 48.48 sec/pcu- 53,027 sec/pcu.

Keywords: evaluation, performance, and signalized intersection

1. PENDAHULUAN

Transportasi memegang peranan penting dalam pertumbuhan perekonomian, khususnya di perkotaan. Transportasi juga berkaitan dengan kegiatan produksi, konsumsi, dan distribusi, sehingga penggunaan sarana transportasi yang terus meningkat, tanpa diimbangi dengan peningkatan prasarana transportasi yang sesuai. Ketidaksiharian yang terjadi menyebabkan permasalahan lalu lintas salah satunya kemacetan. Masalah ini juga terjadi di beberapa daerah termasuk daerah Kuta tepatnya Kuta Utara dengan laju pertumbuhan penduduk yang meningkat. Tercatat jumlah penduduk Daerah Kuta Utara yang diambil dari Badan Pusat Statistika pada tahun 2018 sebanyak 120.270 jiwa, kemudian pada tahun 2019 sebanyak 138.420 jiwa, dan pada tahun 2020 terdapat 142.030 jiwa (Badan Pusat Stistika Kabupaten Badung, 2018). Peningkatan laju pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan peningkatan laju pertumbuhan kendaraan, sehingga menimbulkan permasalahan yang terus menerus terjadi seperti kemacetan, tundaan, antrian dan kecelakan lalu lintas.

Simpang Jl. Raya Cangu– Jl. Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang merupakan simpang bersinyal penghubung antara Kecamatan Kuta Utara dengan Denpasar Barat. Daerah ini memiliki laju pertumbuhan kendaraan yang terus bertambah, sehingga sering menyebabkan konflik terutama pada saat jam-jam sibuk (*peak hour*). Arus lalu lintas dari berbagai arah akan bertemu pada suatu titik persimpangan, kondisi tersebut menyebabkan terjadinya konflik antara pengendara dari arah yang berbeda (Hobbs, 1995). Adanya peningkatan terhadap volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan lebar jalan yang memungkinkan menyebabkan kemacetan yang parah pada simpang ini, sehingga konflik lalu lintas tidak dapat dihindarkan seperti kecelakaan di sepanjang ruas jalan tersebut. Untuk itu pengaturan lalu lintas baik rambu lalu lintas dan fasilitas lalu lintas sangat diperlukan dalam mengendalikan konflik dan permasalahan yang terjadi.

Penelitian terkait kinerja simpang bersinyal telah banyak dilakukan. Constanti (2017) melakukan penelitian kinerja simpang bersinyal pada simpang Jalan Ranu Grati – Jalan Danau Toba, Kota Malang, di mana terdapat kemacetan yang parah akibat dari meningkatnya kepadatan arus lalu lintas. Hasil analisis didapatkan bahwa alternatif pengaturan lalu lintas yang paling optimal digunakan yaitu dengan diterapkannya *traffic light* dan penambahan lebar pendekat. Penelitian serupa mengenai analisis simpang bersinyal yang sudah dilakukan di Bali adalah di Kediri, Kabupaten Tabanan (Wardani 2018). Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan melakukan perubahan siklus 100 detik dengan waktu hilang 12 detik menghasilkan tingkat pelayanan simpang D. Penelitian mengenai simpang bersinyal juga dilakukan oleh Ari Andriyanto (2019) pada simpang di Jl. Asembagus – Jl. Seruni Kabupaten Situbondo, yang mendapatkan bahwa alternatif pengaturan lalu lintas yang paling baik ialah optimasi sinyal 2 fase dan pelebaran jalan yang menghasilkan tingkat pelayanan C pada setiap pendekat.

Permasalahan terkait kinerja simpang bersinyal juga menyebabkan terganggunya kinerja fisik jalan dan kapasitas persimpangan seperti tundaan lalu lintas. Di samping tundaan, pada jam-jam produktif sering kali ditemui kemacetan yang berpengaruh terhadap kinerja jalan. Terkait dengan permasalahan pada simpang dan potensi lalu lintas ke depannya, maka diperlukan upaya untuk membenahi pengaturan lalu lintas dan juga rambu-rambu yang diperlukan agar bisa mengoptimalkan dan meningkatkan kinerja jalan simpang di Jl. Raya Cangu– Jl. Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang agar tercapai arus lalu lintas yang efisien dan lancar, sehingga dapat meningkatkan kinerja simpang baik. Analisis dilakukan untuk kinerja simpang pada tahun 2022 sampai dengan 2027.

2. KINERJA SIMPANG

Definisi Simpang

Menurut Khisty dkk (2005), simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bersimpangan atau bergabung, yang di dalamnya termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

Jenis-jenis Simpang

Persimpangan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu simpang sebidang dan simpang tak sebidang (Morlok, 1991).

1. Simpang Sebidang, ialah simpang yang memiliki elevasi yang tingginya sama sehingga arus kendaraan yang bertemu dari ujung jalan satu ke ujung jalan yang lain mengalami konflik berpotongan ataupun berlawanan.
2. Simpang Tak Sebidang, ialah simpang yang memiliki perbedaan elevasi, dimana antara ujung jalan satu ke ujung jalan yang lain tidak bertemu.

Arus Jenuh Dasar (So)

1. Pendekat Terlindung (P)

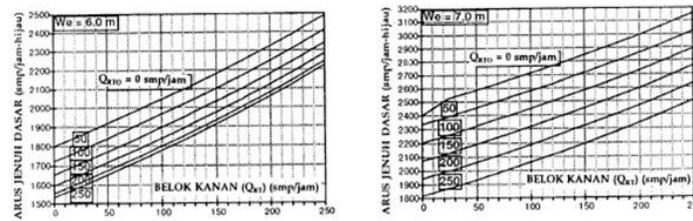
Pendekat terlindung merupakan besarnya arus berangkat tanpa terjadi konflik dengan arus kendaraan yang berlawanan. Untuk pendekat terlindung, arus jenuh dasar dapat dihitung menggunakan rumus:

$$So = 600 \times We \quad (1)$$

We: lebar pendekat efektif

2. Pendekat Terlawan (O)

Pendekat terlawan merupakan besarnya arus berangkat dari pendekat yang terjadi konflik dengan arus kendaraan yang berlawanan. Sebagai fungsi dari S_o adalah lebar pendekat efektif (W_e), besarnya arus belok kanan (Q_{RT}) dan besar arus belok kanan terhalang (Q_{RTO}) (Gambar 1).



Gambar 1 S_o untuk pendekat tipe O lajur belok kanan tidak terpisah

Arus Jenuh Nyata (S)

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_P \times F_G \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2)$$

Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Kapasitas simpang dihitung menggunakan rumus:

$$C = S \times g/c \quad (3)$$

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio antara arus lalu lintas dengan kapasitas di suatu pendekat (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Derajat kejenuhan dapat dicari menggunakan rumus:

$$DS = Q/C \quad (4)$$

Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian merupakan banyaknya kendaraan yang ada pada pendekat simpang saat sinyal merah menyala (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Panjang antrian dicari menggunakan rumus:

$$QL = (NQ_{max} \times 20)/W_{masuk} \quad (5)$$

Kendaraan Henti (NS)

Kendaraan henti dicari dengan menggunakan rumus:

$$NS = 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \quad (6)$$

Jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}):

$$N_{sv} = Q \times NS \quad (7)$$

$$N_{total} = \sum N_{sv} / Q_{total} \quad (8)$$

Tundaan (D)

Waktu yang dibutuhkan untuk melintasi simpang (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Tundaan dicari dengan menggunakan rumus:

$$D = DT + DG \quad (9)$$

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan parameter kualitatif yang menjabarkan situasi operasional lalu lintas yang dinilai oleh pembina jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

Analisis Kinerja pada Masa Mendatang

Pertumbuhan atau proyeksi lalu lintas pada masa mendatang dicari menggunakan rumus bunga sebagai berikut:

$$P_n = P_0 (1+i)^n \quad (10)$$

3. METODE PENELITIAN

Metode teknik analisis digunakan pada penelitian ini untuk menjelaskan aspek-aspek sistem informasi dengan jelas, ringkas dan logis. Survei pendahuluan dilakukan di awal-awal penelitian dengan mengamati permasalahan secara umum yang terjadi di lapangan sehingga dapat diidentifikasi masalah yang ada pada simpang dengan literatur-literatur yang dipakai berupa buku konsentrasi transportasi, peraturan-peraturan mengenai transportasi, jurnal-jurnal, dan lain sebagainya.

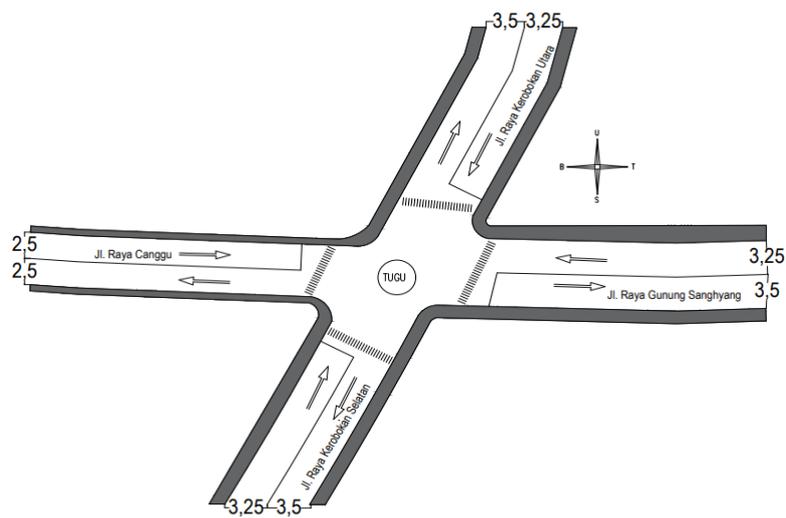
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah, data primer berupa data sinyal, data volume lalu lintas, data geometrik simpang, dan data tata guna lahan yang didapatkan dari survei lapangan. *Traffic Counting* atau menghitung kendaraan dengan tenaga surveyor dilakukan dari pukul 07.00-19.00 WITA. Pada tahap selanjutnya dilakukan analisis kinerja simpang dengan berpedoman pada MKJI 1997. Jika kinerja simpang pada kondisi eksisting melebihi 0,75 smp/jam (DS) dan 40 det/smp (tundaan), maka digunakan alternatif yang paling optimal yaitu dilakukannya pelebaran Geometrik Jalan, *re-setting* waktu sinyal dan perubahan sirkulasi. Analisis

kemudian dilanjutkan dengan memperhitungkan proyeksi penambahan lalu-lintas yaitu kinerja simpang pada tahun 2027.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Simpang Eksisting

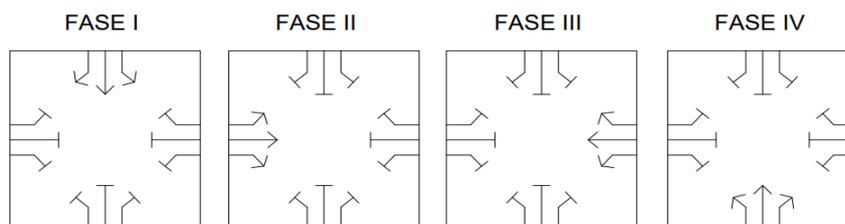
Kondisi geometri simpang Jl. Raya Cangu- Jl. Raya Kerobokan-Jl. Raya Gunung Sanghyang berupa lebar median, lebar belok kiri langsung ($W_{L\text{TOR}}$), lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{MASUK}), dan lebar keluar (W_{KELUAR}) dapat dilihat pada Tabel 1. Kondisi simpang dengan lebar masuk yang kurang memadai dengan jumlah kendaraan yang terus bertambah mengakibatkan kemacetan yang cukup parah dan besarnya panjang antrian yang terjadi, selain itu lamanya waktu sinyal juga memengaruhi kinerja simpang. *Lay-out* simpang dan waktu sinyal eksisting Jl. Raya Cangu- Jl. Raya Kerobokan-Jl. Raya Gunung Sanghyang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 *Lay-out* eksisting simpang Jl. Raya Cangu-Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang

Tabel 1 Data geometri simpang eksisting

Pendekat Simpang	Median (m)	W_A (m)	$W_{L\text{TOR}}$ (m)	W_{MASUK} (m)	W_{KELUAR} (m)	Lebar Trotoar (m)
Jl. Raya Kerobokan Utara (U)	0	3,5	-	3,5	3,25	1,2
Jl. Raya Cangu (B)	0	2,5	-	2,5	2,5	0,6
Jl. Raya Gunung Sanghyang (T)	0	3,5	-	3,5	3,25	1,2
Jl. Raya Keobokan Selatan (S)	0	3,5	-	3,5	3,25	1,2



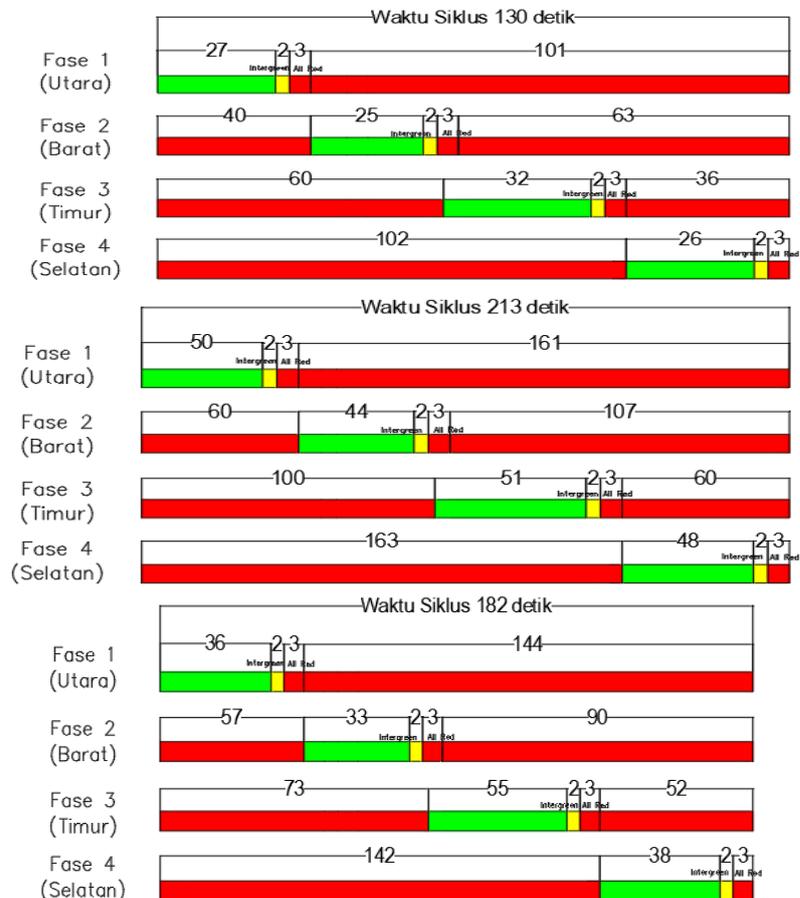
Gambar 3 Pengaturan 4 fase simpang eksisting

Hasil pengolahan data volume lalu lintas pada setiap pendekat dapat dilihat pada Tabel 2. Terdapat 3 jam puncak yaitu jam puncak pagi (07.45-08.45), jam puncak siang (12.45-13.45), dan jam puncak sore (17.00-18.00). Pada jam puncak pagi memiliki volume sebesar 1671,3 smp/jam, jam puncak siang 1452,8 smp/jam, dan pada jam puncak sore sebesar 1644,4 smp/jam. Dari hasil pengolahan yang dilakukan didapatkan jam puncak dengan volume tertinggi pada jam puncak pagi.

Tabel 2 Volume lalu lintas simpang eksisting (smp/jam)

Pagi	
07.45-08.00	394
08.00-08.15	376,4
08.15-08.30	429,7
08.30-08.45	471,2
Jumlah	1671,3
Siang	
12.45-13.00	339.4
13.00-13.15	365.6
13.15-13.30	398
13.30-13.45	349.8
Jumlah	1452.8
Sore	
17.00-17.15	379.2
17.15-17.30	398.8
17.30-17.45	428.1
17.45-18.00	438.3
Jumlah	1644.4

Pengaturan lampu lalu lintas yang digunakan pada simpang Jl.Raya Cangu- Jl.Raya Kerobokan-Jl. Raya Gunung Sanghyang ialah pengaturan 4 fase dengan tipe terlindung. Simpang tersebut menggunakan pengaturan *multi program* untuk waktu sinyal lampu lalu lintas yaitu pada jam puncak pagi selama 130 detik, pada puncak siang 213 detik, dan puncak sore 182 detik, dengan detail nyala waktu merah, kuning dan hijaunya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram pengaturan lampu lalu lintas simpang eksisting

Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja simpang eksisting Jl. Raya Cunggu- Jl. Raya Kerobokan- Jl. Raya Gunung Sanghyang berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting mengacu pada nilai DS, dengan DS rata-rata pada jam puncak pagi 1,149 smp/jam dengan DS E, pada puncak siang 0,952 smp/jam dengan DS D, dan pada puncak sore 1,104 smp/jam dengan DS E. Nilai tundaan pada jam puncak pagi, siang, dan sore berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 3 adalah 453,452 detik/smp, 267,813 detik/smp, dan 446,425 detik/smp dengan tingkat pelayanan pada simpang di setiap jam puncaknya adalah F sehingga perlu diterapkannya alternatif pengaturan yang baru.

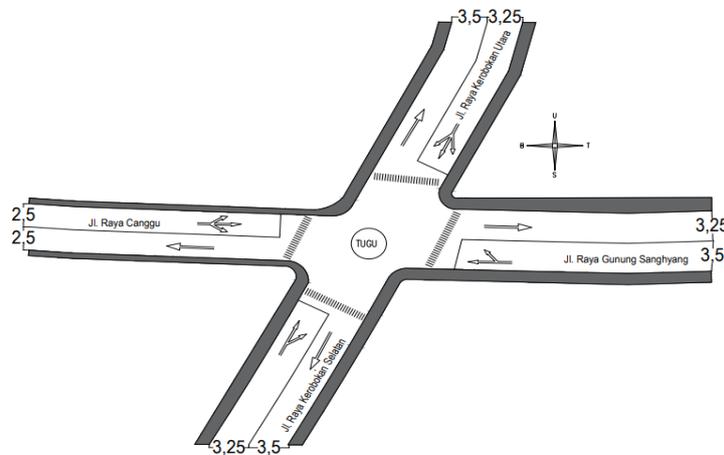
Tabel 3 Tundaan dan tingkat pelayanan simpang eksisting

Jam Puncak	c (detik)	LTI (det)	Waktu Hijau (g) (det)				Tundaan (det/smp)	TP
			U	B	T	S		
Pagi	130	20	27	25	32	26	453,452	F
Siang	213	20	50	44	51	48	267,813	F
Sore	182	20	36	33	55	38	446,425	F

Alternatif Kinerja Simpang

Alternatif-1 Pengaturan ulang sinyal APILL (*re-setting*) dan perubahan sirkulasi arus lalu lintas

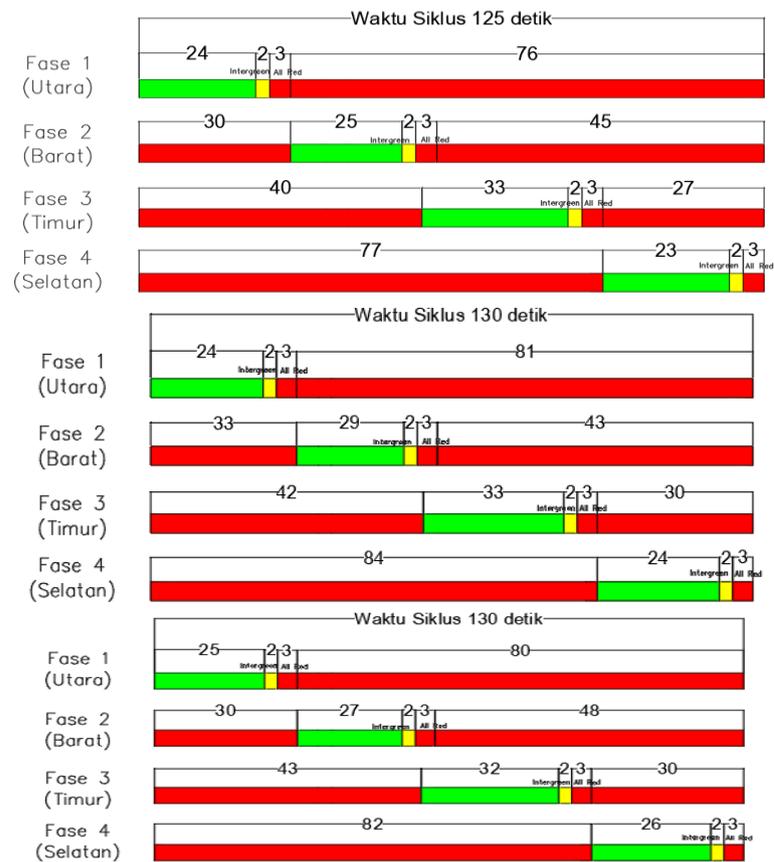
Pada alternatif-1 dilakukan pengaturan ulang waktu sinyal dengan waktu antar hijau sehingga sesuai dengan acuan MKJI 1997, yaitu sebesar 80-130 dtk, serta perubahan sirkulasi pada simpang, yaitu larangan belok kiri pada pendekat timur (Jl. Raya Gunung Snghyang) dan pada pendekat selatan (Jl. Raya Kerobokan Selatan). Perubahan sirkulasi yang telah disebutkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 *Layout* alternatif-1 simpang Jl. Raya Cunggu – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Raya Gunung Sanghyang

Pada alternatif-1 ini lebih menekankan pada pengaturan ulang waktu sinyal hijau, waktu antar hijau serta perubahan pada sirkulasi simpang tetapi tetap mempertahankan simpang dengan 4 fase tipe terlindung. Pengaturan ulang sinyal APILL dengan perubahan sirkulasi pada simpang Jl. Raya Cunggu – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang dapat dilihat pada Gambar 6.

Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja simpang eksisting Jl. Raya Cunggu- Jl. Raya Kerobokan- Jl. Raya Gunung Sanghyang berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting mengacu pada nilai DS, dengan DS rata-rata pada jam puncak pagi 1,0192 smp/jam dengan tingkat pelayanan F, pada puncak siang 0,879 smp/jam dengan tingkat pelayanan E, dan pada puncak sore 1,017 smp/jam dengan tingkat pelayanan F. Nilai tundaan pada jam puncak pagi, siang, dan sore berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4 adalah 318,927 detik/smp, 134,688 detik/smp, dan 302,792 detik/smp dengan tingkat pelayanan pada simpang di setiap jam puncaknya adalah F sehingga perlu diterapkannya alternatif pengaturan yang baru. Hal ini menunjukkan alternatif-1 tidak bisa mengatasi masalah yang ada pada simpang dikarenakan derajat kejenuhannya masih lebih besar dari 0,75.



Gambar 6 Diagram pengaturan lampu lalu lintas simpang alternatif-1

Tabel 4 Tundaan dan tingkat pelayanan simpang alternatif-1

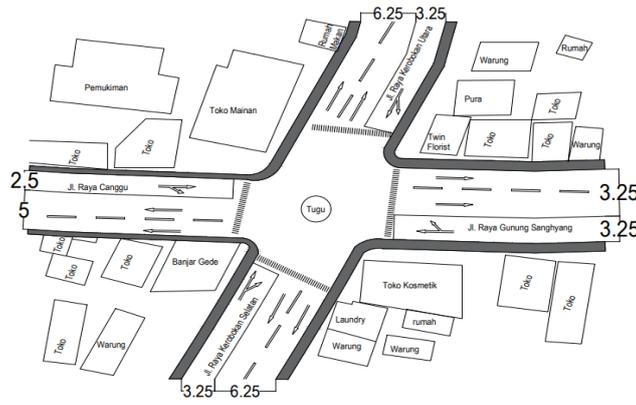
Jam Puncak	c (detik)	LTI (det)	Waktu Hijau (g) (det)				Tundaan (det/smp)	TP
			U	B	T	S		
Pagi	125	20	24	25	33	23	318.92732	F
Siang	130	20	24	29	33	24	134.68851	F
Sore	130	20	25	27	32	26	302.79223	F

Alternatif-2 Pelebaran Geometrik Simpang, Pengaturan Ulang Sinyal APILL (Re-Setting), dan Perubahan sirkulasi pada simpang

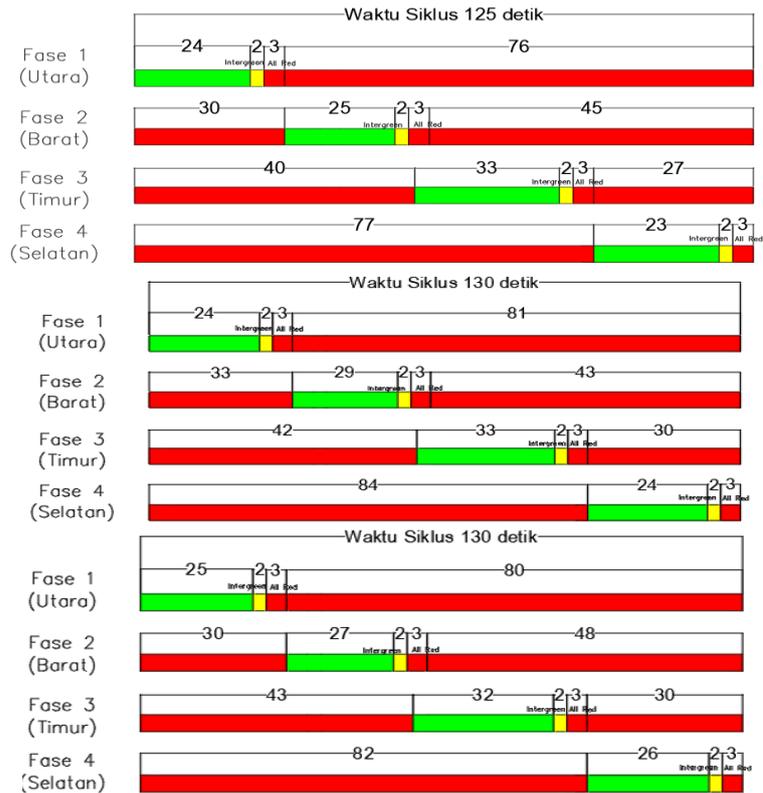
Pada alternatif-2 ini dilakukan pelebaran geometrik simpang dengan perubahan waktu sinyal yang berbeda, mengubah waktu hijau, waktu antar hijau sehingga sesuai dengan acuan MKJI 1997, yaitu sebesar 80-130 dtk serta melakukan perubahan sirkulasi dengan larangan belok kiri pada pendekatan timur (Jl. Raya Gunung Sanghyang) dan selatan (Jl. Raya Kerobokan Selatan), pendekatan barat (Jl. Raya Cangu) dan utara (Jl. Raya Kerobokan Utara) (Gambar 7). Pada pelebaran geometri ini menggunakan pengaturan 4 fase tipe terlindung, dapat dilihat pada Gambar 8.

Pelebaran geometri simpang dilakukan pada semua pendekatan, yaitu Pada pendekatan utara, timur, dan selatan dilakukan pelebaran sebesar 2,75 m, dan pada pendekatan barat dilakukan pelebaran sebesar 2,5 m pada lebar masuk (Wmasuk), namun lebar keluar (Wkeluar) dan lebar trotoar tidak dilakukan pelebaran.

Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Cunggu – Jl. Raya Kerobokan
 Jl. Gunung Sanghyang, Denpasar



Gambar 7 Layout alternatif-2 simpang Jl. Raya Cunggu-Jl. Raya Kerobokan-Jl. Raya Gunung Sanghyang



Gambar 8 Diagram pengaturan lampu lalu lintas simpang alternatif-2

Berdasarkan analisis dengan menggunakan alternatif-2 tingkat pelayanan pada simpang eksisting yang mengacu pada nilai DS ,didapatkan DS rata-rata pada jam puncak pagi 0,516 smp/jam dengan tingkat pelayanan C, pada puncak siang 0,43 smp/jam dengan tingkat pelayanan B, dan pada puncak sore 0,511 smp/jam dengan tingkat pelayanan C. Berdasarkan Tabel 5 tingkat pelayanan mengacu pada nilai tundaan pada jam puncak pagi memiliki nilai tundaan 47,273 det/smp, pada jam puncak siang memiliki tundaan 46,6948 det/ smp, sedangkan pada jam puncak sore mmiliki tundaan 49,492 det/smp yang memiliki tingkat pelayanan E. Hal ini menunjukkan alternatif-2 bisa membantu meningkatkan rasio volume lalu lintas dengan kapasitasnya, tetapi untuk tundaan pada alternatif-2 ini masih tidak stabil.

Tabel 5 Tingkat pelayanan pada simpang setelah dilakukan alternatif-2

Jam Puncak	c (detik)	LTI (det)	Waktu Hijau (g) (det)				Tundaan (det/smp)	TP
			U	B	T	S		
Pagi	125	20	24	25	33	23	47.272739	E
Siang	130	20	24	29	33	24	46.694749	E
Sore	130	20	25	27	32	26	49.491786	E

Proyeksi Kinerja Simpang Tahun 2027

Apabila alternatif-2 diterapkan untuk analisis kinerja simpang tahun 2027 pada Jl. Raya Canggü – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang pada tahun 2027, maka akan didapatkan prediksi kinerja apakah bisa menampung arus lalu lintas yang ada. Dari Tabel 6 didapatkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting yang mengacu pada nilai DS, didapatkan DS rata-rata pada jam puncak pagi 0,611 smp/jam pada puncak siang 0,508 smp/jam, dan pada puncak sore 0,511 smp/jam dengan tingkat pelayanan C pada setiap jam puncak. Berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting mengacu pada nilai tundaan yang terjadi, tundaan pada jam puncak pagi adalah 50,2 det/smp dengan tingkat pelayanan E, pada puncak siang sebesar 48,48 det/smp, dan pada puncak sore adalah 53,027 det/smp. dengan tingkat pelayanan E pada setiap jam puncak. Hal ini menunjukkan alternatif-2 bisa membantu meningkatkan rasio volume lalu lintas dengan kapasitasnya, tetapi untuk tundaan pada kinerja simpang tahun 2027 dengan menggunakan alternatif-2 ini masih tidak stabil.

Tabel 6 Tingkat pelayanan pada simpang tahun 2027

Jam Puncak	c (detik)	LTI (det)	Waktu Hijau (g) (det)				Tundaan (det/smp)	TP
			U	B	T	S		
Pagi	125	20	24	25	33	23	50.201181	E
Siang	130	20	24	29	33	24	48.480381	E
Sore	130	20	25	27	32	26	53.02659	E

5. SIMPULAN

- Kinerja simpang bersinyal Jl. Raya Canggü – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang dalam kondisi eksisting untuk setiap pendekat memiliki DS rata-rata pada jam puncak pagi 1,149 smp/jam dengan DS E, pada puncak siang 0,952 smp/jam dengan DS D, dan pada puncak sore 1,104 smp/jam dengan DS E. Berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting nilai tundaan pada jam puncak pagi, siang, dan sore adalah F. Tundaan yang terkecil terjadi pada jam puncak siang dengan nilai 267,813 det/smp, sedangkan tundaan yang terbesar terjadi pada jam puncak pagi dengan nilai 453,452 det/smp.
- Hasil analisis kinerja simpang bersinyal di Jl. Raya Canggü – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang setelah diterapkannya beberapa pengaturan alternatif ialah:
 - Alternatif-1: Pengaturan Ulang Sinyal APILL (*Re-Setting*) dan Perubahan sirkulasi Simpang dengan tetap menggunakan 4 fase terlindung, dimana dilakukan larangan belok kiri pada pendekat timur dan selatan. Digunakan waktu siklus optimal 125 detik pada puncak pagi dan 130 detik pada puncak siang dan sore dengan DS rata-rata yang pada jam puncak pagi 1,0192 smp/jam dengan tingkat pelayanan F, pada puncak siang 0,879 smp/jam dengan tingkat pelayanan E, dan pada puncak sore 1,017 smp/jam dengan tingkat pelayanan F. Berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting tundaan pada jam puncak pagi dengan nilai tundaan 318,027 det/smp dan siang dengan tundaan 134,6885 det/ smp, sedangkan pada jam puncak sore memiliki tundaan 302,792 det/smp, dengan tingkat pelayanan F pada setiap jam puncak. Hal ini menunjukkan alternatif-1 tidak bisa mengatasi masalah yang ada pada simpang dikarenakan derajat kejenuhannya masih lebih besar dari 0,75.
 - Alternatif-2: Pelebaran Geometrik Simpang, Pengaturan Ulang Sinyal APILL (*Re-Setting*), dan Perubahan sirkulasi pada simpang dengan tetap menggunakan 4 fase terlindung dengan larangan belok kiri pada pendekat timur(Jl. Raya Gunung Sanghyang) dan pendekat selatan(Jl. Raya Kerobokan Selatan), pada pendekat barat (Jl. Raya Canggü) dan pendekat utara (Jl. Raya Kerobokan Utara). Digunakan waktu siklus optimal 125 detik pada puncak pagi dan 130 detik pada puncak siang dan sore dengan DS rata-rata pada jam puncak pagi 0,516 smp/jam dengan tingkat pelayanan C, pada puncak siang 0,43 smp/jam tingkat pelayanan B, dan pada puncak sore 0,511 smp/jam dengan tingkat pelayanan C. Berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting tundaan pada jam puncak pagi memiliki nilai

tundaan 47,273 det/smp, pada jam puncak siang memiliki tundaan 46,6948 det/ smp, sedangkan pada jam puncak sore memiliki tundaan 49,492 det/smp yang memiliki tingkat pelayanan E. Hal ini menunjukkan alternatif-2 bisa membantu meningkatkan rasio volume lalu lintas dengan kapasitasnya, tetapi untuk tundaan pada alternatif-2 ini masih tidak stabil.

- c. Alternatif-2 memberikan kinerja simpang yang lebih baik, pada alternatif-2 ini tundaan dan derajat kejenuhan pada simpang menjadi lebih baik dibandingkan sebelum dilakukan perubahan (kondisi eksisting).
3. Kinerja simpang bersinyal Jl. Raya Cunggu – Jl. Raya Kerobokan – Jl. Gunung Sanghyang pada tahun 2027 dengan menggunakan alternatif-2 memiliki DS rata-rata pada jam puncak pagi 0,611 smp/jam pada puncak siang 0,508 smp/jam, dan pada puncak sore 0,511 smp/jam dengan tingkat pelayanan C pada setiap jam puncak. Berdasarkan tingkat pelayanan pada simpang eksisting, tundaan pada jam puncak pagi adalah 50,2 det/smp dengan tingkat pelayanan E, pada puncak siang sebesar 48,48 det/smp, dan pada puncak sore adalah 53,027 det/smp. dengan tingkat pelayanan E pada setiap jam puncak. Hal ini menunjukkan alternatif-2 bisa membantu meningkatkan rasio volume lalu lintas dengan kapasitasnya, tetapi untuk tundaan pada kinerja simpang tahun 2027 dengan menggunakan alternatif-2 ini masih tidak stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, A. (2019). *Evaluasi Kinerja Simpang Pada Persimpangan Bersinyal Jl. Asembagus – Jl. Seruni Kabupaten Situbondo*. 33.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung, 2018. (n.d.). *Kecamatan Kuta Utara Dalam Angka*.
- Constanti, N. (2018). *Studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ranu Grati–Jalan Danau Toba Kota Malang*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Hobbs, F.D, 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Edisi Ketiga Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Menteri Perhubungan. 2006. Peraturan Menteri Perhubungan KM.14 tahun 2006. Jakarta.
- Morlok, E. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Transportation Research Board. (1994). Highway Capacity Manual. In *TRB National Research Council, Washington D.C.*
- Wardani, C. (2018). *Evaluasi Kinerja Dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal ,Studi Kasus: Simpang Kediri Kabupaten Tabanan. 011(02), 75383*.