

## ANALISIS PERBANDINGAN DENGAN PENGATURAN TIGA FASE SINYAL LALU LINTAS PADA SIMPANG JALAN GUNUNG SANGHYANG – JL. KESAMBI DI KABUPATEN BADUNG SEBELUM DAN SESUDAH COVID-19

I Komang Trisna Setiawan, Ni Ketut Sri Astati Sukawati, Cokorda Putra Wirasutama

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar*

*Email: trisnasetiawan999@gmail.com*

**ABSTRAK:** Simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang terletak di kawasan Br. Tegeh Kesambi, Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung. Simpang ini merupakan simpang dengan tiga lengan, yang terdiri dari ruas jalan ke arah Barat menuju Jl. Raya Canggü, arah timur menuju Denpasar, dan arah selatan menuju Jl. Raya Kesambi. Untuk meningkatkan kinerja simpang, telah direncanakan pengaturan simpang bersinyal dengan alternatif terbaik tiga fase dengan gerak belok kanan terpisah yang diterapkan pada lengan sebelah barat. Analisis perhitungan menggunakan ketentuan perhitungan simpang bersinyal pada MKJI 1997. Pengaturan sinyal tersebut menghasilkan waktu siklus 52 detik, derajat kejenuhan 0,70 detik dan tundaan rata-rata 39, 67 detik dengan tingkat pelayanan simpang pada level C. Analisis perencanaan tersebut dilakukan sebelum terjadi pandemi Covid – 19. Hasil analisis simpang bersinyal tentunya mengalami perubahan bila dilakukan saat pandemi Covid – 19. Dimana saat pandemi Covid – 19 diberlakukan pembatasan aktivitas yang berpengaruh langsung terhadap gerakan lalu lintas kendaraan di simpang. Hasil perencanaan sinyal yang dilakukan pada saat pandemi Covid – 19 menggunakan alternatif terbaik 3 fase yang menghasilkan waktu siklus 83 detik, derajat kejenuhan 0,84 dan tundaan rata-rata 30,82 detik dengan tingkat pelayanan simpang D.

**Kata kunci:** *Fase, Simpang, Sinyal*

**ABSTRACT:** *Junction Jl. Mount Sanghyang – Jl. Kesambi is one of the unsignalized intersections located in the area of Br. Tegeh Kesambi, North Kuta District, Badung Regency. This intersection is an intersection with three arms, which consists of a road to the west to Jl. Raya Canggü, east to Denpasar, and south to Jl. Kingdom of Kesambi. To improve the performance of the intersection, a signalized intersection arrangement has been planned with the best alternative of three phases with a separate right turn which is applied to the west arm. The calculation analysis uses the provisions of the calculation of signalized intersections at MKJI 1997. The signal settings produce a cycle time of 52 seconds, a degree of saturation 0.70 seconds and an average delay of 39.67 seconds with an intersection service level at level C. The planning analysis was carried out before a pandemic occurred. Covid-19. The results of the analysis of signalized intersections certainly experience changes when carried out during the Covid-19 pandemic. During the Covid-19 pandemic, activity restrictions were imposed which directly affected the movement of vehicle traffic at the intersection. The results of signal planning carried out during the Covid-19 pandemic used the best alternative 3 phases which resulted in a cycle time of 83 seconds, a degree of saturation of 0.84 and an average delay of 30.82 seconds with an intersection service level of D.*

**Keywords:** *Phase, Intersection, Signal*

### PENDAHULUAN

Permasalahan transportasi perkotaan di Indonesia khususnya Provinsi Bali semakin meningkat seiring dengan kemajuan ekonomi dan peningkatan sarana transportasi, akan tetapi prasarana transportasi tidak bertambah sehingga menimbulkan masalah penurunan kinerja ruas jalan dan persimpangan di daerah perkotaan. Kabupaten Badung merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Bali dengan besaran jumlah penduduk 0.683 juta jiwa, seiring dengan meningkatnya perkembangan kendaraan bermotor dan laju pertumbuhan ekonomi menimbulkan permasalahan transportasi pada ruas-ruas jalan seperti kemacetan yang sering terjadi salah satu contohnya.

Simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang terletak di kawasan Br. Tegeh Kesambi, Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung. Simpang ini merupakan simpang dengan tiga lengan, yang terdiri dari ruas jalan ke arah Barat menuju Jl. Raya Canggü, arah timur menuju Denpasar, dan arah selatan menuju Jl. Raya Kesambi. Dari permasalahan yang ada penulis bertujuan untuk merencanakan pengaturan fase sinyal lalu lintas yang sesuai dengan kondisi simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi Sebelum dan pada saat covid-19.

Dilihat dari masa pandemi Covid-19 sekarang ini, masyarakat lebih menghabiskan waktu di rumah dikarenakan pada masa PPKM para karyawan kantor atau suatu instansi

,mahasiswa , hingga para pelajar masih banyak yang dirumahkan sesuai anjuran pemerintah untuk masih membatasi kegiatan masyarakat. Dalam hal ini, tentu saja berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas di Simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi, oleh karena itu pada masa pandemi Covid -19 ini peneliti tertarik untuk menganalisa perbandingan perencanaan simpang bersinyal di jln. Gunung Sanghyang – jln. Kesambi, Kabupaten Badung untuk mengetahui kondisi jalan tersebut pada masa pandemi Covid-19 ini dikarenakan pada masa sebelum Covid-19 di lokasi jalan tersebut biasanya sangat padat dan ramai yang menyebabkan terjadinya antrian yang panjang. pemilihan alternatif perencanaan sinyal yang paling ideal di lokasi simpang tiga lengan adalah 3 fase dengan gerakan belok kanan terpisah yang diterapkan pada lengan sebelah barat. Alternatif tersebut menghasilkan waktu siklus 52 detik, derajat kejenuhan 0,70 dan tundaan rata-rata 39,67 detik dengan tingkat pelayanan simpang pada level C. Perencanaan sinyal pada simpang tiga lengan Jalan Gunung Sanghyang - Jalan Kesambi tentunya berbeda bila melihat situasi lalu lintas sebelum terjadinya pandemi Covid-19 dengan pada saat terjadinya pandemi Covid-19.

### **PERSIMPANGAN**

Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Persimpangan merupakan pertemuan dari ruas-ruas jalan yang berfungsi untuk melakukan perubahan arah arus lalu lintas. Persimpangan dapat bervariasi dari persimpangan sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Persimpangan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan merupakan daerah yang penting/kritis dalam melayani arus lalu lintas. (Pignataro, 1973)

### **PENGATURAN SIMPANG**

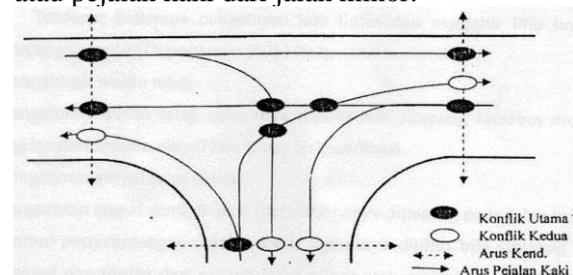
Simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu, simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memiliki sinyal pengaturan lalu lintas, sehingga pengemudi kendaraan sendiri yang harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.

Simpang jalan dengan sinyal, yaitu persimpangan yang beroperasi dengan pengaturan lampu lalu lintas. Dimana pengendara hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya, sehingga tabrakan kendaraan akibat gerakan-gerakan yang berlawanan dapat dihindarkan (Morlok 1988)

### **SINYAL LALU LINTAS**

Sinyal lalu lintas adalah suatu alat pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik berfungsi untuk mengontrol arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki pada persimpangan ataupun tempat lain yang dianggap perlu untuk dipasang.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan dalam kondisi dan waktu yang sama. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan (konflik-konflik utama). Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik-konflik kedua). Menurut MKJI (1997), setiap pemasangan sinyal lalu lintas bertujuan untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas puncak, menurunkan tingkat frekwensi kecelakaan, mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan minor.



Gambar 1. Konflik utama dan kedua pada simpang dengan tiga lengan  
Sumber :MKJI 1997

Jika hanya konflik – konflik utama yang dipisahkan maka kemungkinan untuk mengatur sinyal lampu lalu lintas dengan dua fase. Masing – masing sebuah fase untuk jalan yang berpotongan, metode ini selalu dapat diterapkan jika gerak belok kanan dalam suatu

persimpangan telah dilarang. Karena pengaturan dua fase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa lampu lalu lintas.

Jika pertimbangan keselamatan lalu lintas atau pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya fase harus ditambah. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antar fase. Walaupun hal ini memberikan suatu keuntungan dari sisi keselamatan lalu lintas pada umumnya, berarti bahwa setiap kapasitas seluruh dari simpang tersebut akan berkurang.

### FASE SINYAL

Pemilihan fase pergerakan tergantung dari banyaknya konflik utama, yaitu konflik yang terjadi pada volume kendaraan yang cukup besar. Menurut MKJI (1997), jika fase sinyal tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua fase sebaiknya digunakan sebagai kasus dasar, karena berpotensi menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal yang lain. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan kapasitas apabila gerakan membelok melebihi angka 200 smp/jam.

### WAKTU SIKLUS

Waktu siklus adalah urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama. Waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan, sedangkan waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini menyebabkan memanjangnya antrian kendaraan dan bertambahnya tundaan, sehingga akan mengurangi kapasitas keseluruhan simpang. Adapun waktu siklus yang disarankan dalam MKJI 1997 dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 1. Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua - fase	40 - 80
Pengaturan tiga - fase	50 - 100
Pengaturan empat - fase	80 - 130

(Sumber: MKJI 1997)

### DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan merupakan rasio perbandingan antara arus lalu lintas pada pendekat dengan kapasitas yang bisa dilewatkan oleh pendekat tersebut, dalam MKJI nilai derajat kejenuhan

$$DS = Q/C \quad (1)$$

Dengan :

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

C = kapasitas

### TUNDAAN

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan pada simpang dapat terjadi karena 2 hal yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG).

### COVID -19

Coronavirus merupakan keluarga besar virus yang menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan. Pada manusia biasanya menyebabkan penyakit infeksi saluran pernapasan, mulai flu biasa hingga penyakit yang serius seperti Middle East Respiratory Syndrome (MERS) dan Sindrom Pernafasan Akut Berat/ Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Coronavirus jenis baru yang ditemukan pada manusia sejak kejadian luar biasa muncul di Wuhan Cina, pada Desember 2019, kemudian diberi nama Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-COV2); kemudian menjadi 2019-nCoV, dan menyebabkan penyakit yang oleh WHO diistilahkan Coronavirus Disease-2019 (COVID-19).

### METODE PENELITIAN

Adapun data yang diperlukan dalam perencanaan ini terdiri dari 2 jenis yakni data primer dan data sekunder. Data primer adalah yang diperoleh secara langsung melalui survey pada lokasi perencanaan, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lembaga atau instansi-instansi tertentu.

#### 1. Data Primer

Data lalu lintas yang akan diambil adalah arus kendaraan yang berbelok ataupun kendaraan yang lurus di persimpangan, data lalu lintas akan disurvei setiap 15 menit, kemudian direkapitulasi menjadi data lalu lintas tiap 1 jam. Penggolongan kendaraan di dalam data

lalu lintas ini disesuaikan dengan klasifikasi Bina Marga yaitu :

- a. Kendaraan ringan yaitu kendaraan bermotor dengan roda empat meliputi mobil penumpang, oplet, mikrobus, pick up,
- b. Kendaraan berat yaitu kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda meliputi bus, truck 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi,
- c. Sepeda motor yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3,
- d. Kendaraan tidak bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia atau hewan (tanpa mesin) meliputi : sepeda, dokar, becak, kereta dorong yang dimasukkan secara terpisah untuk faktor penyesuaian hambatan samping.

Pelaksanaan survey arus lalu lintas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Waktu survey

Waktu untuk pelaksanaan survey data lalu lintas dilaksanakan selama 3 hari yang terdiri dari 2 hari, Senin dan Jumat sebagai perwakilan hari kerja dan hari Minggu sebagai perwakilan hari libur. Data lalu lintas diambil pada jam yang diasumsikan sebagai jam dengan volume lalu lintas besar atau *peak hour*. Dalam hal ini terdapat pembagian waktu dalam sehari yaitu :

- a. Pagi (07.00-10.00) Wita
- b. Siang (11.00-14.00) Wita
- c. Sore (15.00-18.00) Wita

2) Alat dan bahan

Adapun peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam survey ini adalah :

- a. Formulir survey
  - b. ATK
  - c. Peralatan bantu (alat hitung manual)
  - d. Alat pengukur waktu (*Jam digital /Stop watch*)
  - e. Kamera
- 3) Penempatan Kamera di Persimpangan

Pada simpang ini akan di pasangakan 1 kamera dan satu surveyor yang bertugas untuk mengecek kondisi kamera, dimana fungsi kamera untuk menangkap pergerakan sepeda motor (MC) kendaraan tidak bermotor (UM), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV) yang melewati simpang.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah data jumlah penduduk dan luas wilayah Kabupaten Badung. Data

jumlah penduduk dan luas wilayah diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung.

Menentukan arus lalulintas, Data Volume lalu lintas hasil survey dikelompokkan dalam jenis kendaraan dan arah pergerakan dalam interval waktu 15 menit, kemudian dikelompokkan menjadi data dalam 1 jam. Data lalu lintas yang digunakan dalam perhitungan adalah data lalu lintas terbesar pada masing-masing waktu pagi, siang dan sore.

Perhitungan lampu lalulintas, tahapan dalam perhitungan lampu lalu lintas telah dijelaskan dalam MKJI 1997.

a. Data Masukan

Dalam tahapan ini data-data perencanaan yang didapatkan dimasukkan ke dalam tabel / formulir untuk mempermudah perhitungan.

Tabel 2. Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I:		Tanggal: _____		Ditangani oleh: _____						
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN		Kode: _____		Simpang: _____						
		Ukuran kota: _____		Perihal: _____						
		Periode: _____								
FASE SINYAL YANG ADA										
g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: C =						
IG =	IG =	IG =	IG =	Waktu hilang total: LTI = Σ IG =						
KONDISI LAPANGAN										
Kode pendekatan	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Kelenturan +/- %	Betok-betok panjang Ya/Tidak ( m )	Jarak ke kendaraan pendek (m)	Pendekat W. (m)	Massa W. (kg)	Betok-betok panjang W. (m)	Keluar W. (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

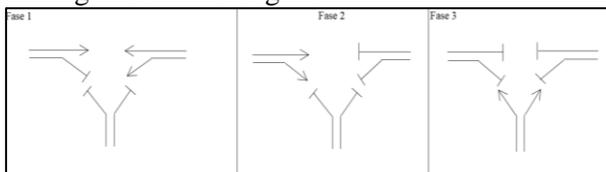
Sumber: MKJI 1997

Tahap selanjutnya adalah memasukan data arus lalu lintas pada persimpangan yang sudah didapatkan dari survey pada lokasi perencanaan. Hasil data arus dimasukan ke dalam formulir arus lalu lintas sebagai berikut :

Tabel 3. Formulir SIG-II



2. Perencanaan alternatif dengan tiga fase hijau diawal. Fase sinyal dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Distribusi arus lalu lintas 3 fase hijau awal

Sumber : Hasil Perencanaan

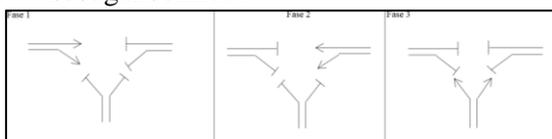
Perilaku lalu lintas di persimpangan. Adapun perilaku lalu lintas dapat ditampilkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 7. Analisa Perilaku Lalu Lintas (3 fase hijau awal)

Pendekat	Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan Terhenti NS (stop/smp)	Tundaan			
			Tundaan lalu lintas rata-rata DT (det/smp)	Tundaan Geometrik rata-rata DG (det/smp)	Tundaan rata-rata D= DT + DG (det/smp)	Tundaan Total DxQ (smp.detik)
Barat	194	2.361	102.2	5.3	107.5	58652
Timur	137	2.593	98.2	6.3	104.5	41575
Selatan	163	2.579	115.8	6.2	122.0	49784
Total kendaraan terhenti = 3372			Tundaan total = 150011			
Rata-rata kendaraan terhenti = 2,50			Tundaan Simpang Rata-rata = 111			

Sumber : Hasil analisis 2021

3. Perencanaan alternatif dengan tiga fase. Fase sinyal dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Distribusi arus lalu lintas 3 fase

Sumber : Hasil Perencanaan

Perilaku lalu lintas di persimpangan. Adapun perilaku lalu lintas dapat ditampilkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 8. Analisa Perilaku Lalu Lintas (3 fase)

Pendekat	Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan Terhenti NS (stop/smp)	Tundaan			
			Tundaan lalu lintas rata-rata DT (det/smp)	Tundaan Geometrik rata-rata DG (det/smp)	Tundaan rata-rata D= DT + DG (det/smp)	Tundaan Total DxQ (smp.detik)
Barat	82	1.089	28.4	4.1	32.5	17719
Timur	69	1.183	18.5	4.5	22.9	9124
Selatan	79	1.067	32.3	4.0	36.3	14817
Total kendaraan terhenti = 1500			Tundaan total = 41600			
Rata-rata kendaraan terhenti = 1,11			Tundaan Simpang Rata-rata = 30,82			

Sumber : Hasil analisis 2021

Adapun tabel perbandingan hasil perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 9. Perbandingan hasil fase sinyal

Uraian	2 fase	3 fase hijau awal	3 fase
Waktu Siklus (detik)	-202	-1872	83
Derajat Kejenuhan	0,76	1,01	0,84
Kendaraan Terhenti rata-rata	0,81	2,50	1,11
Tundaan rata-rata (detik)	14,85	111	30,82

Sumber : Hasil analisis 2021

Perbandingan hasil perencanaan simpang bersinyal sebelum pandemi Covid -19 dan sesudah pandemi Covid -19 bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Perbandingan Hasil Perencanaan Simpang Bersinyal Sebelum Pandemi Covid-19 dan Pada Saat Pandemi Covid-19

Uraian	Sebelum pandemi covid-19			Saat pandemi Covid-19		
	2 fase	3 fase	3 fase (RT)	2 fase	3 fase hijau awal	3 fase
Waktu siklus	35	78	52	-202	-1872	83
Derajat kejenuhan	0,67	0,82	0,70	0,76	1,01	0,84
Kendaraan terhenti rata-rata	0,72	0,97	1,16	0,81	2,50	1,11
Tundaan rata-rata (detik)	12,64	39,67	32,58	14,85	111	30,82

Sumber : Hasil analisis 2021

Dari tabel 10 dapat dijelaskan bahwa waktu siklus saat pandemi pada alternatif 2 fase dan 3 fase hijau awal bernilai negatif. Nilai negatif pada waktu siklus muncul karena nilai IFR bernilai negatif. Hal tersebut menggambarkan kondisi simpang lewat jenuh. Syarat waktu siklus yang dapat diterima untuk 2 fase adalah 40-80 detik. Waktu siklus untuk 2 fase pada saat pandemi = 35 detik dan -202 detik saat pandemi. Waktu siklus tertinggi untuk 3 fase sebelum pandemi = 78 detik dan -1872 detik saat pandemi. Nilai derajat kejenuhan tertinggi sebelum pandemi = 0,82 dan 1,01 pada saat pandemi. Nilai yang menggambarkan kondisi simpang lewat jenuh apabila derajat kejenuhannya diatas 0,85. Jumlah tertinggi kendaraan terhenti rata-rata sebelum pandemi = 1,16 dan 1,11 pada saat pandemi. Nilai tundaan

rata-rata simpang tertinggi sebelum pandemi = 39, 67 detik dan 111 detik pada saat pandemi.

#### SIMPULAN

Penulis bertujuan untuk merencanakan pengaturan fase sinyal lalu lintas yang sesuai dengan kondisi simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi Sebelum dan pada saat covid-19 dan mendapatkan hasil kesimpulan yaitu :

Pengaturan simpang dengan 2 fase sinyal sebelum pandemi Covid 19 menghasilkan waktu siklus selama 35 detik, derajat kejenuhan 0,67 dan tundaan rata-rata 12,64 detik, dengan tingkat pelayanan simpang B yang dinilai dari derajat kejenuhan. Pengaturan dengan fase ini termasuk belum efektif untuk diterapkan karena syarat untuk waktu siklus belum terpenuhi untuk 2 fase sinyal minimal 40 detik. Sedangkan pada saat pandemi Covid 19 waktu siklus yang dihasilkan -202 detik, derajat kejenuhan 0,76 dengan tingkat pelayanan C dan tundaan rata-rata simpang 14,85 detik.

Pengaturan simpang dengan 3 fase sebelum pandemi Covid 19 menghasilkan waktu siklus selama 78 detik, derajat kejenuhan 0,82 dan tundaan rata-rata 39,67 detik, dengan tingkat pelayanan simpang D yang dinilai dari derajat kejenuhan. Pengaturan dengan fase ini sudah hampir lewat jenuh. Sedangkan pada saat pandemi Covid 19 waktu siklus yang dihasilkan 83 detik, derajat kejenuhan 0,84 dengan tingkat pelayanan D dan tundaan rata-rata simpang 30,82 detik. Pengaturan dengan fase ini juga sudah hampir mendekati kondisi lewat jenuh

Pengaturan simpang dengan 3 fase belok kanan terpisah sebelum pandemi Covid 19 menghasilkan waktu siklus selama 52 detik, derajat kejenuhan 0,70 dan tundaan rata-rata 32,58 detik, dengan tingkat pelayanan simpang C yang dinilai dari derajat kejenuhan. Berdasarkan prosedur perhitungan MKJI untuk simpang bersinyal, pengaturan dengan fase ini yang paling ideal namun tidak dapat diterapkan pada simpang dilokasi penelitian dengan lebar pendekat yang tidak memadai untuk pemisahan lajur belok kanan. Sedangkan pada saat pandemi Covid 19 dengan pemilihan alternatif 3 fase hijau awal waktu siklus yang dihasilkan -1872 detik, derajat kejenuhan 1,01 dengan tingkat pelayanan E dan tundaan rata-rata simpang 111 detik. Pengaturan dengan fase ini kondisinya sudah lewat jenuh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Academia, 2019. Rekayasa Lalu Lintas dan Persimpangan Jalan. <https://www.academia.edu/9582478>. 26 Maret 2019.
- Anoni, 2014. Undang-Undang No 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Dinas Perhubungan Kabupaten Badung. 2018. Data Lalu Lintas dan Kinerja Simpang Kabupaten Badung Tahun 2018.
- Jotin Khist., C., Kent Lall, B., 2005. Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Edisi Ketiga. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Juliansyah, 2001. *Perencanaan Simpang Bersinyal*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Morlok, Edward K. 1998, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta : Penerbit Erlangga