



Tersedia Secara Online di  
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

JURMATEKS

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

## Koordinasi Sinyal antar Simpang untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan P.B. Sudirman Denpasar dengan Menggunakan Software TRANSYT 15

D. C. Indrashwara<sup>1\*</sup>, P. A. Yasa<sup>2</sup>

<sup>1\*2</sup>Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional.

Email : <sup>1\*</sup>[ciptaindrashwara@undiknas.ac.id](mailto:ciptaindrashwara@undiknas.ac.id), <sup>2</sup>[adiyasa@undiknas.ac.id](mailto:adiyasa@undiknas.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history :

Artikel masuk : 01 – 11 – 2022  
Artikel revisi : 01 – 12 – 2022  
Artikel diterima : 17 – 12 – 2022

#### Keywords :

Intersections Coordination,  
Reducing Traffic Congestion,  
Signal Coordination, TRANSYT 15.

#### Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

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," *Jurmateks*, vol. 5, no. 2, pp 206-221, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks.v5i2.3577>.

### ABSTRACT

On Jalan P.B Sudirman there are 3 intersections. The conditions of the three intersections are currently uncoordinated, as a result, vehicles that have just passed the Puputan Renon Intersection have to stop waiting for the green phase to return at the FE Unud Intersection and the same thing also happens at the Waturenggong Intersection. As a result, long queues, delays, and the number of stops, especially during peak hours, are unavoidable. For this reason, it is necessary to carry out an analysis of proper coordination between intersections, to reduce traffic jams at the three intersections. The purpose of this study is to analyze the signal coordination between the three intersections using TRANSYT 15 software. The research was conducted by analyzing primary data and secondary data with MKJI to obtain values of Capacity, Queue Length, Delay, Saturation Degree, and Level of Service for existing conditions, then analyze the existing signal settings for the three intersections using the Time-Distance Diagram method. Signal coordination analysis was performed using TRANSYT 15 and the results from the software were compared with the existing conditions. The result show that the arm Capacity has increased from the existing condition at The Puputan Renon, FE Unud, and Waturenggong Intersections, they were 36.93%, 21.43%, and 70.16%, Degrees of Saturation were decreased to 23%, 29.14%, and 41.53%, and the Number Stop Value were decreased to 94.08%, 73.21%, and 83.74%. From the results of this study, it can be applied to reduce congestion that occurs along P.B. Sudirman Street.

## 1. Pendahuluan

Kota Denpasar merupakan Ibu Kota Provinsi Bali yang menjadi pusat kegiatan terpadat, baik pusat perekonomian, industri, perdagangan, pendidikan, wisata, dan lain-lain. Hal ini mengakibatkan bertambahnya populasi penduduk di kota Denpasar. Jumlah penduduk di Kota Denpasar saat ini mencapai 726.599 jiwa [1]. Akibat jumlah penduduk di Kota Denpasar

yang meningkat setiap tahunnya, jumlah penggunaan kendaraan bermotor juga ikut meningkat [2]. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini menyebabkan berbagai permasalahan lalu lintas, salah satunya kemacetan di sepanjang Jl. P.B. Sudirman.

Pada ruas Jl. P.B. Sudirman terdapat 3 simpang yaitu Simpang Puputan Renon, FE Unud, dan Waturenggong. Simpang tersebut mempunyai jarak antar simpangnya kurang dari 800 m dan tergolong sangat pendek. Kondisi saat ini, ketiga persimpangan tersebut belum terkoordinasi dan tentu saja hal ini menimbulkan ketidaknyamanan pengendara, disamping lamanya tundaan yang terjadi [3][4][5]. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya kendaraan yang baru lolos dari Simpang Puputan Renon harus berhenti menunggu fase hijau lagi pada Simpang FE Unud dan begitupun yang terjadi pada Simpang Waturenggong. Akibatnya antrian, waktu tundaan, dan waktu berhenti yang panjang terutama pada jam puncak tidak dapat dihindari.

Penelitian Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal dengan menggunakan *software TRANSYT* terdahulu diantaranya pada simpang di jalan Bridjen Katamso Kota Parakan [6], di koridor jalan Raden Wijaya Kabupaten Banyuwangi [7], serta di jalan Pemuda Kabupaten Jepara [8]. Penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk membandingkan derajat kejenuhan, antrian, waktu tunda, jumlah henti, dan tingkat pelayanan sebelum dan setelah dikoordinasikan dengan studi kasus yang berbeda-beda serta dengan menggunakan *software TRANSYT* yang belum terbarukan. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis koordinasi sinyal pada ketiga simpang P.B Sudirman dengan *software TRANSYT 15*.

*TRANSYT* merupakan *software* yang dikembangkan oleh *Transport Road Research Laboratory (TRRL)*, Inggris. Aplikasi Program *TRANSYT* dapat mengkoordinasikan lampu lalu lintas untuk berbagai macam keperluan, misalnya mengurangi panjang antrian, mengurangi waktu tunggu kendaraan, mengurangi jumlah berhenti kendaraan, memberikan prioritas kepada angkutan umum atau mengurangi biaya operasi kendaraan [9][10][11]. *TRANSYT* versi 15 memiliki beberapa pembaharuan dari versi-versi sebelumnya, diantaranya versi terbaru memiliki sistem *auto-calculate* terhadap *intergreen*, konflik, arus lalu lintas, dan panjang antrian, serta sistem antrian yang terintergrasi antara link yang dimodelkan [12]. Pembaharuan pada versi 15 dalam penelitian ini tentu saja akan mempermudah dalam mengkoordinasikan ketiga Simpang di Jl. P.B. Sudirman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkoordinasikan sinyal antar simpang secara tepat menggunakan *software TRANSYT 15*. Sehingga hasil yang akan didapatkan nantinya berupa peningkatan kapasitas, penurunan Derajat Kejenuhan, dan penurunan jumlah kendaraan antri

pada setiap simpang. Hasil pengaturan sinyal ini dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya mengurangi kemacetan di sepanjang Jalan P.B. Sudirman.

## 2. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada tiga simpang di ruas jalan P.B. Sudirman, yaitu Simpang Jl. P.B. Sudirman – Jl. Raya Puputan – Jl. Dewi Sartika (Simpang Puputan Renon), Simpang Jl. P.B. Sudirman – Jl. Ir. Ida Bagus Oka – Jl. Serma Mendra (Simpang FE Unud), dan Simpang Jl. P.B. Sudirman – Jl. Waturenggong (Simpang Waturenggong). Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**. Simpang Puputan Renon menuju Simpang FE Unud berjarak sekitar 450 m, sedangkan Simpang FE Unud menuju Simpang Waturenggong berjarak sekitar 400 m. Lokasi tersebut memenuhi kriteria untuk dilakukan koordinasi sinyal antar simpang, dikarenakan jarak antar simpang kurang dari 800 m [5][13][14]. Apabila jarak antar simpang lebih dari 800 m, maka koordinasi sinyal tidak akan efektif.



Sumber: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps), 2022 (diakses tanggal: 10 Oktober 2022).

**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian.

Adapun waktu pelaksanaan penelitian diambil saat hari kerja yaitu hari Senin, 04 Juli 2022, dengan ketentuan tidak terdapat kegiatan keagamaan, adat, dan lainnya di sekitar lokasi penelitian. Pencatatan data dilakukan dalam satu hari selama 12 jam [15].

### 2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan sebagai bahan analisis dalam penelitian ini dibagi atas dua jenis, diantaranya data primer dan data sekunder.

Data primer yaitu data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan [16]. Adapun data primer pada penelitian ini adalah lebar pendekatan pada setiap lengan simpang, jumlah pembagian lajur setiap kaki simpang, dan jarak antar simpang yang didapatkan dengan

melakukan pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat meteran roll. Kemudian data primer lainnya berupa kecepatan rata-rata dari simpang satu ke simpang selanjutnya (*offset*) [17][18].

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait, yang tidak langsung diterima oleh peneliti, contohnya melalui jurnal, buku, dan arsip yang terkait dengan pembahasan [16][19]. Data sekunder dalam penelitian ini berupa video dari ketiga simpang dan data pengaturan sinyal setiap simpang yang diperoleh dari ATCS UPT Pelayanan Transportasi Darat Kota Denpasar. Berdasarkan video yang diperoleh, dapat dihitung jumlah kendaraan yang masuk ke dalam simpang sesuai jenis kendaraan dan arah pergerakannya [20][21].

## 2.2 Teknik Analisis Data

### 2.2.1 Analisis Kinerja Simpang dengan MKJI

Data yang diperoleh dari dinas terkait dan hasil pengamatan di lokasi penelitian dikumpulkan dan dianalisis. Metode analisis yang digunakan pada pengamatan koordinasi simpang ini berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Dari analisis tersebut akan didapatkan nilai Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Jumlah Kendaraan Antri, Tundaan, dan Tingkat pelayanan setiap lengan pada simpang [22][23].

#### 1) Kapasitas

Kapasitas tiap kaki simpang dihitung berdasarkan arus jenuh, waktu hijau dan waktu siklus sinyal, dengan rumus sebagai berikut ini [22].

$$C = s \times \frac{g}{c}$$

Keterangan:

C = Kapasitas kaki simpang (kend/jam)

S = Arus jenuh (kend/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

#### 2) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan pada masing-masing pendekat ditentukan dengan rumus sebagai berikut [22]:

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

Keterangan:

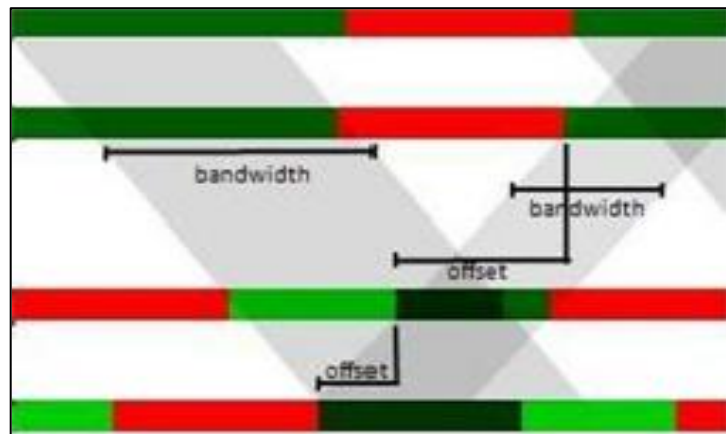
DS = Derajat Kejenuhan

$Q$  = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

$C$  = Kapasitas (smp/jam)

### 2.2.2 Analisis Sinyal dengan Diagram Waktu-Jarak

Analisis pengaturan lalu lintas kondisi eksisting pada ketiga simpang di Jl. P.B. Sudirman dilakukan menggunakan Metode Diagram Koordinasi (Diagram Waktu-Jarak). Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting ketiga simpang tersebut apakah sudah terkoordinasi atau belum. Data yang diperlukan pada analisis ini meliputi data jarak antar simpang, *offset*, waktu hijau, dan waktu merah untuk setiap simpang [5]. Data ketiga simpang yang dikumpulkan tersebut, digambarkan dalam sebuah diagram dan ditarik garis untuk mengetahui garis *bandwidth* tidak memotong sinyal merah, seperti pada **Gambar 2** di bawah.



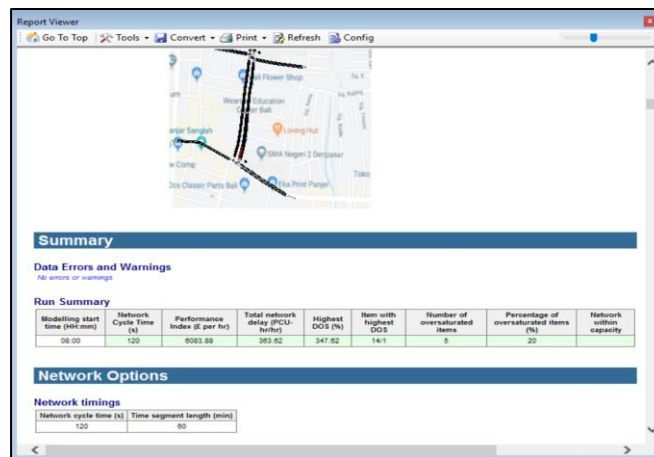
Sumber: Data Analisis (2022).

**Gambar 2.** *Bandwidth* dalam Diagram Koordinasi.

Koordinasi sinyal antar simpang dapat dikatakan tepat apabila garis dari *Bandwidth* tidak memotong garis sinyal merah pada pengaturan sinyal simpang berikutnya. Sehingga, kendaraan tidak akan mengalami penundaan atau berhenti di simpang berikutnya. Hal tersebut yang menjadi capaian pengaturan koordinasi sinyal yang tepat untuk ketiga simpang pada jalan P.B. Sudirman dalam penelitian ini.

### 2.2.3 Analisis Koordinasi Sinyal dengan Software TRANSYT 15

*TRANSYT 15* dapat bekerja secara otomatis untuk mengkoordinasikan antar simpang dengan mengoptimalkan *offset* dan *green split* untuk memperoleh biaya perjalanan yang seminimal mungkin [24]. Dalam proses penggunaan *software TRANSYT 15*, perlu dilakukan beberapa tahapan yaitu *modeling* dan *input* data geometrik setiap simpang, volume setiap lengan pada simpang, jarak antar simpang, dan pengaturan tahap fase setiap simpang. Berikut merupakan tampilan *Report View* aplikasi *TRANSYT 15*.



Sumber: Aplikasi TRANSYT 15 (2022).

**Gambar 3.** Report View Aplikasi TRANSYT 15.

Hasil dari aplikasi TRANSYT ini berupa kapasitas, derajat kejenuhan, dan jumlah kendaraan antri setelah dilakukan koordinasi sinyal antar simpang. Hasil output tersebut selanjutnya dibandingkan dengan kinerja simpang eksisting. Dari perbandingan tersebut dapat ditarik kesimpulan apakah koordinasi sinyal dapat digunakan atau tidak ditinjau dari peningkatan kapasitas, penurunan derajat kejenuhan, dan penurunan jumlah kendaraan yang antri.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Data Geometrik Simpang

Dari pelaksanaan survei Geometrik, didapat Data Geometrik sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Geometrik Simpang Puputan Renon

Kaki Simpang	Kode	Lebar Pendekat $W_A$ (meter)	Jumlah Lajur pada Pendekat	Lebar Belok Kiri Langsung	Lebar $W_{masuk}$ (meter)	Lebar $W_{keluar}$ (meter)	Lebar Trotoar	Median
Jl. P.B. Sudirman	U	8.70	3	2.90	5.80	9.50	1.30	2.85
Jl. P.B. Sudirman (RT)	Urt	7.00	2	-	7.00	16.50	1.30	2.85
Jl. Raya Puputan	T	15.00	4	3.75	11.25	16.50	1.30	2.85
Jl. P.B. Sudirman	S	7.00	2	3.50	3.50	14.40	1.30	2.85
Jl. Dewi Sartika	B	-	4	-	-	-	1.30	-

Sumber: Hasil survei (2022).

Berdasarkan **Tabel 1**, diketahui Simpang Puputan Renon termasuk dalam kategori simpang empat lengan dengan 1 lengan menuju simpang dan 3 lengan keluar dari simpang. Pendekat Utara, Timur, dan Selatan mempunyai median, sedangkan pendekat Barat tanpa median. Data pada **Tabel 1**, dapat digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang Puputan

Renon menggunakan MKJI, dan dapat digunakan sebagai data *input modeling* dalam *software TRANSYT 15*.

**Tabel 2.** Data Geometrik Simpang FE Unud

Kaki Simpang	Kode	Lebar Pendekat $W_A$ (meter)	Jumlah Lajur pada Pendekat	Lebar Belok Kiri Langsung	Lebar $W_{masuk}$ (meter)	Lebar $W_{keluar}$ (meter)	Lebar Trotoar	Median
Jl. P.B. Sudirman	U	6.75	2	-	6.75	6.90	1.30	2.85
Jl. Ir. Ida Bagus Oka	T	3.60	1	-	3.60	6.90	-	-
Jl. P.B. Sudirman	S	7.50	2	-	7.50	7.65	1.30	2.85
Jl. Serma Mendra	B	3.70	1	-	3.70	6.90	1.30	-

Sumber: Hasil survei (2022).

Berdasarkan **Tabel 2**, diketahui Simpang FE Unud termasuk dalam kategori simpang empat lengan dengan 2 lengan menuju simpang dan 2 lengan keluar dari simpang. Pendekat Utara dan Selatan dengan median, sedangkan pendekat Timur dan Barat tanpa median. Data pada **Tabel 2**, dapat digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang FE Unud menggunakan MKJI, dan dapat digunakan sebagai data *input modeling* dalam *software TRANSYT 15*.

**Tabel 3.** Data Geometrik Simpang Waturenggong

Kaki Simpang	Kode	Lebar Pendekat $W_A$ (meter)	Jumlah Lajur pada Pendekat	Lebar Belok Kiri Langsung	Lebar $W_{masuk}$ (meter)	Lebar $W_{keluar}$ (meter)	Lebar Trotoar	Median
Jl. P.B. Sudirman	U	10.00	3	3.6	6.40	6.40	1.30	2.85
Jl. Waturenggong (T)	T	3.64	1	-	3.64	6.40	1.30	-
Jl. Waturenggong (B)	B	0.00	2	-	-	-	1.30	-

Sumber: Hasil survei (2022).

Berdasarkan **Tabel 3**, diketahui Simpang Waturenggong termasuk dalam kategori simpang tiga lengan dengan 1 lengan menuju simpang dan 2 lengan keluar dari simpang. Pendekat Utara dengan median, sedangkan pendekat Timur dan Barat tanpa median. Data pada **Tabel 3**, dapat digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang Waturenggong menggunakan MKJI, dan dapat digunakan sebagai data *input modeling* dalam *software TRANSYT 15*.

### 3.2 Data Fase dan Sinyal Lalu Lintas

Berdasarkan data dari UPT Pelayanan Transportasi Darat Kota Denpasar (2022) [25], didapat pengaturan fase dan waktu sinyal sebagai berikut.

Koordinasi Sinyal antar Simpang untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan P.B. Sudirman Denpasar dengan Menggunakan *Software TRANSYT 15*

**Tabel 4.** Pengaturan Fase dan Waktu Sinyal Simpang Puputan Renon

F A S E	Pengaturan Fase								
	Fase A			Fase B			Fase C		
	Pagi (05.00-09.00)			Siang (09.00-16.00)			Sore (16.00-22.00)		
	H	K	All R	H	K	All R	H	K	All R
(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	
A	35	2	3	35	2	3	50	2	3
B	25	2	3	35	2	3	25	2	3
C	25	2	3	40	2	3	35	2	3

Sumber: UPT Pelayanan Transportasi Darat (2022).

Data pengaturan fase dan waktu sinyal Simpang Puputan Renon pada **Tabel 4**, digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang Puputan Renon dengan MKJI, dan untuk analisis koordinasi sinyal antar simpang eksisting dengan menggunakan Diagram Waktu-Jarak.

**Tabel 5.** Pengaturan Fase dan Waktu Sinyal Simpang FE Unud

F A S E	Pengaturan Fase								
	Fase A			Fase B			Fase C		
	Pagi (05.00-09.00)			Siang (09.00-15.00)			Sore (15.00-22.00)		
	H	K	All R	H	K	All R	H	K	All R
(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	
A	50	2	3	50	2	3	40	2	3
B	40	2	3	20	2	3	30	2	3
C	25	2	3	30	2	3	25	2	3

Sumber: UPT Pelayanan Transportasi Darat (2022).

Data pengaturan fase dan waktu sinyal Simpang FE Unud pada **Tabel 5**, digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang FE Unud dengan MKJI, dan untuk analisis koordinasi sinyal antar simpang eksisting dengan menggunakan Diagram Waktu-Jarak.

**Tabel 6.** Pengaturan Fase dan Waktu Sinyal Simpang Waturenggong

F A S E	Pengaturan Fase								
	Fase A			Fase B			Fase C		
	Pagi (06.00-09.00)			Siang (09.00-15.00)			Sore (15.00-22.00)		
	H	K	All R	H	K	All R	H	K	All R
(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	
A	35	2	3	30	2	3	25	2	3
B	25	2	3	30	2	3	45	2	3

Sumber: UPT Pelayanan Transportasi Darat (2022).



Data pengaturan fase dan waktu sinyal Simpang Waturenggong pada **Tabel 6**, digunakan untuk analisis kinerja eksisting Simpang Waturenggong dengan MKJI, dan untuk analisis koordinasi sinyal antar simpang eksisting dengan menggunakan Diagram Waktu-Jarak.

### 3.3 Analisis Kinerja Simpang Berdasarkan MKJI

Setelah seluruh data yang diperlukan terpenuhi, dilakukan analisis data berdasarkan peraturan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Analisis ini dilakukan pada ketiga simpang, sehingga didapatkan nilai Arus Jenuh, Kapasitas, Panjang Antrian, Tundaan, Derajat Kejenuhan, dan Tingkat Pelayanan di setiap simpang [26][27].

#### 3.3.1 Hasil Kinerja Simpang Puputan Renon dalam Kondisi Eksisting

Simpang Puputan Renon memiliki 4 lengan simpang diantaranya Jl. P.B. Sudirman (U), jalur khusus belok kanan pada Jl. P.B. Sudirman (Urt), Jl. Raya Puputan (T), Jl. P.B. Sudirman (S), dan Jl. Dewi Sartika (B). Berikut uraian hasil analisis kinerja simpang puputan dalam kondisi eksisting.

**Tabel 7.** Hasil Kinerja Eksisting Simpang Puputan Renon

Pendekat	Jam Puncak Pagi (07.10-08.10)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1076	1.753			
Urt	2412	0.303	4.454	693.19	F
T	1491	1.288			
S	464	1.681			
Pendekat	Jam Puncak Siang (12.30-13.30)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	861	2.304			
Urt	2227	0.352	3.691	946.13	F
T	1909	1.055			
S	520	1.691			
Pendekat	Jam Puncak Sore (15.50-16.50)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1230	1.735			
Urt	2375	0.362	4.216	946.13	F
T	1670	1.302			
S	371	2.790			

Sumber: Hasil Analisis (2022).

Berdasarkan **Tabel 7**, pada Simpang Puputan Renon banyak lengan simpang memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 1, dan derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada lengan simpang Jl. P. B. Sudirman (S) sebesar 2,790 yang terjadi pada jam puncak sore pukul 15.50-16.50. Juga pada setiap lengan simpang memiliki tingkat pelayanan (TP) tergolong F.

### 3.3.2 Hasil Kinerja Simpang FE Unud dalam Kondisi Eksisting

Simpang FE Unud memiliki 4 lengan simpang diantaranya Jl. P.B. Sudirman (U), Jl. Ir. Ida Bagus Oka (T), Jl. P.B. Sudirman (S), dan Jl. Serma Mendra (B). Berikut uraian hasil analisis kinerja simpang FE Unud dalam kondisi eksisting.

**Tabel 8.** Hasil Kinerja Eksisting Simpang FE Unud

Pendekat	Jam Puncak Pagi (07.10-08.10)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1370	1.244			
T	308	0.310	2.849	389.01	F
S	1172	0.403			
B	412	1.162			
Pendekat	Jam Puncak Siang (12.30-13.30)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1549	1.295			
T	418	0.272	3.170	400.20	F
S	661	0.784			
B	559	0.948			
Pendekat	Jam Puncak Sore (15.50-16.50)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1297	1.510			
T	364	0.313	4.662	697.14	F
S	1039	0.482			
B	496	1.181			

Sumber: Hasil Analisis (2022).

Berdasarkan **Tabel 8**, pada Simpang FE Unud beberapa lengan simpang memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 1, dan derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada lengan simpang FE Unud (U) sebesar 1,510 yang terjadi pada jam puncak sore pukul 15.50-16.50. Juga pada setiap lengan simpang memiliki tingkat pelayanan (TP) tergolong F.

### 3.3.3 Hasil Kinerja Simpang Waturenggong dalam Kondisi Eksisting

Simpang Waturenggong memiliki 3 lengan simpang diantaranya Jl. P.B. Sudirman (U), Jl. Waturenggong (T), dan Jl. Waturenggong (B). Berikut uraian hasil analisis kinerja simpang Waturenggong dalam kondisi eksisting.

**Tabel 9.** Hasil Kinerja Eksisting Simpang Waturenggong

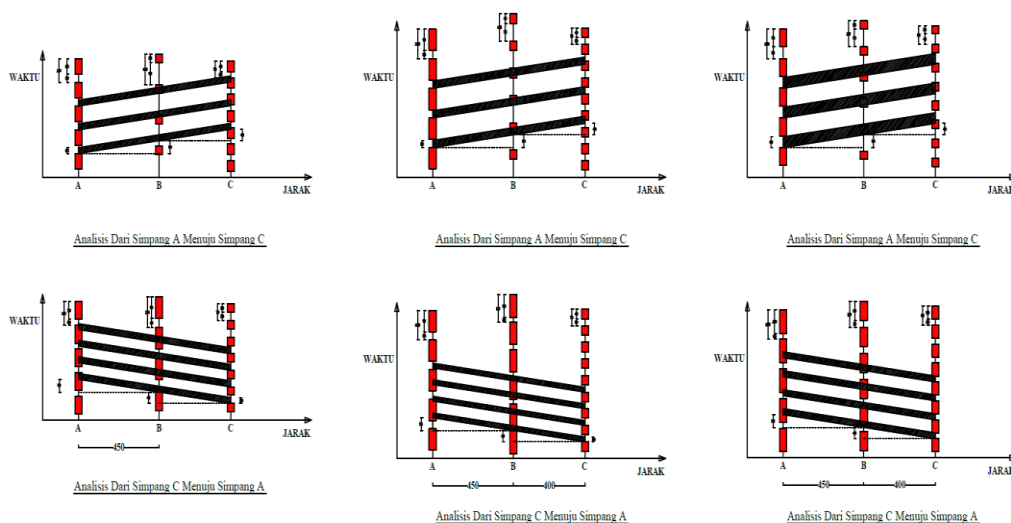
Pendekat	Jam Puncak Pagi (07.10-08.10)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1212	1.379	4.430	408.24	F
T	1071	0.737			
Pendekat	Jam Puncak Siang (12.30-13.30)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1454	1.156	2.661	186.88	F
T	912	0.936			
Pendekat	Jam Puncak Sore (15.50-16.50)				TP
	C (smp/jam)	DS	NSV (stop/smp)	D (dtk/smp)	
U	1909	0.954	2.903	303.08	F
T	667	1.505			

Sumber: Hasil Analisis (2022).

Berdasarkan **Tabel 9**, pada Simpang Waturenggong beberapa lengan simpang memiliki nilai lebih dari 1, dan derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada lengan simpang Waturenggong (T) sebesar 1,505 yang terjadi pada jam puncak sore pukul 15.50-16.50. Juga pada setiap lengan simpang memiliki tingkat pelayanan (TP) tergolong F.

### 3.4 Analisis Koordinasi Sinyal antar Simpang Keadaan Eksisting

Berdasarkan analisis nilai *offset* untuk Simpang Puputan Renon (A) sampai Simpang FE Unud (B) adalah 54 dtk, dan dari Simpang FE Unud (B) sampai Simpang Waturenggong (C) adalah 48 dtk. Dengan metode diagram Waktu-Jarak, dapat diketahui pengaturan sinyal tidak terkoordinasi antar ketiga simpang.



Sumber: Hasil Analisis (2022).

**Gambar 4.** Analisis Koordinasi Sinyal Kondisi Eksisting.

Koordinasi Sinyal antar Simpang untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan P.B. Sudirman Denpasar dengan Menggunakan *Software* TRANSYT 15

Berdasarkan **Gambar 4**, dapat dilihat garis *bandwidth* yang diarsir masih memotong diagram garis berwarna merah, artinya kendaraan akan mendapatkan merah kembali setelah memasuki simpang kedua maupun ketiga, oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan sinyal yang terkoordinasi pada ketiga simpang tersebut dengan bantuan *software TRANSYT 15*.

### 3.5 Analisis Koordinasi Sinyal antar Simpang dengan TRANSYT 15

Hasil dari analisis koordinasi sinyal antar simpang menggunakan *TRANSYT 15* ini berupa kapasitas, derajat kejenuhan, dan jumlah kendaraan antri, sehingga kondisi simpang dapat dibandingkan saat eksisting dan setelah dikoordinasikan. Berikut ini hasil dari koordinasi sinyal antar simpang dengan *TRANSYT 15*.

**Tabel 10.** Perbandingan Kondisi Eksisting dan Setelah di Koordinasikan

Lengan Simpang	Kode	Kapasitas (smp/jam)		Derajat Kejenuhan		Jumlah Kendaraan Antri (smp)	
		Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Simp. Ppt Renon	S	371	508	2.790	0.970	398.49	23.61
Simp. FE Unud	U	1297	1575	1.510	1.070	417.04	111.72
Simp. Watureng.	T	667	1135	1.505	0.880	199.27	32.41

Sumber : Hasil Analisis (2022).

Berdasarkan **Tabel 10**, Kapasitas lengan mengalami peningkatan pada Simpang Puputan Renon, Simpang FE Unud, dan Simpang Waturenggong berurutan adalah 36,93%, 21,43%, dan 70,16%, Derajat Kejenuhan (DS) mengalami penurunan berurutan sebesar 65,23%, 29,14%, dan 41,53%, serta Jumlah Kendaraan Antri mengalami penurunan berurutan sebesar 94,08%, 73,21%, dan 83,74%.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis 3 Simpang pada Jalan P.B. Sudirman, didapatkan tingkat layanan setiap lengan tergolong F (kondisi pelayanan buruk). Oleh karena itu dilakukan koordinasi sinyal menggunakan *TRANSYT 15* dan didapatkan bahwa kapasitas lengan mengalami peningkatan dari kondisi awal pada Simpang Puputan Renon, Simpang FE Unud, dan Simpang Waturenggong berurutan adalah 36,93%, 21,43%, dan 70,16%, Derajat Kejenuhan mengalami penurunan berurutan sebesar 65,23%, 29,14%, dan 41,53%, dan Jumlah Kendaraan Antri mengalami penurunan berurutan sebesar 94,08%, 73,21%, dan 83,74%. Sehingga dengan hasil tersebut, hasil pengaturan sinyal untuk ketiga simpang dapat digunakan. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi kemacetan yang sering terjadi di Jalan P.B. Sudirman Denpasar Bali.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga, saudara, rekan-rekan, serta Universitas Pendidikan Nasional yang telah turut membantu dalam proses penyusunan artikel ini. Penulis menyadari bahwa artikel ini masih banyak terdapat kekurangan, karena keterbatasan yang penulis miliki. Untuk itu penulis berharap artikel ini dapat berguna bagi para pembaca dan juga bermanfaat dalam mengkoordinasikan sinyal antar simpang pada lokasi penelitian, serta penelitian-penelitian lainnya.

**Daftar Pustaka**

- [1] B. P. Statistik, *Kota Denpasar dalam Angka Denpasar Municipality in Figures 2022*. Indonesia: BPS Kota Denpasar, 2022. [Online]. Available: <https://denpasarkota.bps.go.id/publication/2022/02/25/68f4c38625094b798b0471a6/kota-denpasar-dalam-angka-2022.html>
- [2] A. A. P. Putra and I. P. Satwika, "Smart Parking dalam Menunjang Implementasi Smart City DI Kota Denpasar," *Smart-Techno*, vol. 4, no. 2, pp. 1–5, 2022, [Online]. Available: <http://lppm.primakara.ac.id/jurnal/index.php/smart-techno/article/view/58>
- [3] A. Susanti, R. E. Wibisono, and A. Ferdianto, "Studi Perencanaan Simpang Koordinasi Jl. Dr. Soetomo – Jl. RA. Kartini – Jl. Pandegiling di Kota Surabaya," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 20–27, 2021, doi: 10.26740/proteksi.v3n1.p20-27.
- [4] R. B. H. Ndolu, "Optimasi Sinyal Terhadap Waktu Tundaan di Simpang Bersinyal yang Berdekatan dengan Model Transmisi Sel (Cell Transmission Model) pada Ruas Jalan Ahmad Yani Kota Malang," *ITN Malang*, pp. 1–9, 2019, [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/4791>
- [5] J. C. Kirono, N. Puspasari, and N. Handayani, "Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang (Studi Kasus Jalan Rajawali-Tingang dan Jalan Rajawali-Garuda)," *Media Imiah Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 109–123, 2018, doi: <https://doi.org/10.33084/mits.v6i2.250>.
- [6] A. Widodo, W. P. Maryunani, and D. S. A. Yuwana, "Evaluasi Dan Pengaturan Simpang Bersinyal Terkoordinasi Dengan Metode Mkji 1997 Dan Transyt 14.1 Di Jalan Brigjen Katamso Kota Parakan," *Word Civ. Environ. Eng.*, vol. 01, pp. 9–14, 2018, [Online]. Available: <https://jom.untidar.ac.id/index.php/sipil/article/view/251>
- [7] I. Herliansah, D. Hardianto, and A. Muliasari, "Koordinasi Simpang di Koridor Jalan Raden Wijaya Kabupaten Banyuwangi," *Digit. Libr.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <http://digilib.ptdisttd.net/>
- [8] N. Taufiq, M. Nirhadi, and E. Fadhillah, "Perencanaan Koordinasi Simpang Bersinyal di Jalan Pemuda Kabupaten Jepara," vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <http://digilib.ptdisttd.net/1818/>
- [9] M. Fahreza, Y. Karyanto, and G. Z. Ma'arif, "Koordinasi Persimpangan Koridor Jalan Panglima Sudirman Kabupaten Tulungagung," *Digit. Libr.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available: <http://digilib.ptdisttd.net/id/eprint/1543>

- [10] A. D. Pratiwi, Alvinsyah, and S. Lazuardi, "Implikasi Pengoperasian Jalan Bebas Hambatan pada Kinerja Koridor Jalan Arteri yang Sejajar," 2018. [Online]. Available: <https://iutri.org/naskah-akademis/implikasi-pengoperasian-jalan-bebas-hambatan-pada-kinerja-koridor-jalan-arteri-yang-sejajar-kasus-jalan-ir-h-juanda-depok.html>
- [11] H. P. Yunus, W. Wardana, and R. Marlia, "Optimasi Kinerja Persimpangan Ruas Jalan Emy Saelan Dan Jalan Wolter Monginsidi Di Kota Palu," Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD., 2022. [Online]. Available: <http://digilib.ptdisttd.net/1862/>
- [12] J. C. Binning, *TRANSYT 15 User Guide*. Workingham: TRL Limited, 2015. [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/transyt-15-user-guide-3-pdf-free.html>
- [13] K. S. Patrias and Y. Lulie, "Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang Wirobrajan Dan Simpang Ngabean Yogyakarta," *J. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 3, pp. 151–158, 2021, doi: 10.24002/jts.v16i3.5386.
- [14] M. Yusril, Y. Karyanto, and Wijianto, "Analisa dan Koordinasi Sinyal antar Simpang pada Ruas Jalan Pamularsih Kota Semarang," *Digit. Libr.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2022, [Online]. Available: <http://digilib.ptdisttd.net/id/eprint/1140>
- [15] F. Salle, S. H. Aly, and M. I. Ramli, "Performance analysis of signalized intersection Jl. Haji Bau-Jl. penghibur-ji. Rajawaliin Makassar," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 4S, pp. 9–12, 2019, [Online]. Available: <https://www.ijitee.org/download/volume-8-issue-4s/>
- [16] 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, doi: 10.13189/cea.2022.100527.
- [17] J. Arliansyah and R. T. Bawono, "Study on Performance of Intersection Around the Underpass Using Micro Simulation Program," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 124, no. 1, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/124/1/012014.
- [18] D. F. Manurung, H. Herman, and A. Maulana, "Perancangan Koordinasi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) pada Simpang Jalan PH. H. Mustafa – Jalan Cikutra dan Simpang Jalan PH. H. Mustafa – Jalan Cimuncang (Hal. 72-82)," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 3, pp. 72–82, 2018, doi: 10.26760/rekaracana.v4i3.72.
- [19] 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, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/309/1/012012.
- [20] I. M. Kariyana, P. A. Suthanaya, D. M. P. Wedagama, I. M. A. Ariawan, and D.

- Dissanayake, “The influence of motorcycle behavior on saturation flow rate at signalized intersections with and without exclusive stopping space for motorcycle (ESSM),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 673, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/673/1/012020.
- [21] M. A. Budihardjo, H. S. Huboyo, and B. P. Samadikun, “The Benefit Impact of Air Pollution Reduction Through ATCS Implementation at Intersections,” *E3S Web Conf.*, vol. 31, no. E3S Web Conf., pp. 1–3, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20183104002.
- [22] Departemen P. U., *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta Selatan: Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia, 1997. doi: 10.1021/acsami.7b07816.
- [23] S. Komsiyah and E. Desvania, “Traffic Lights Analysis and Simulation Using Fuzzy Inference System of Mamdani on Three-Signaled Intersections.,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 179, pp. 268–280, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.006.
- [24] B. Yulianto, “Sensitivity test of IHCM 1997 traffic signal timings using TRANSYT program and VISSIM,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2114, no. June, pp. 040003–10, 2019, doi: 10.1063/1.5112432.
- [25] UPT Pelayanan Transportasi Darat, *Pengaturan Fase Sinyal Simpang Puputan Renon, FE Unud, dan Waturenggong*. Denpasar, 2022.
- [26] N. Hidayati, A. Magfirona, and A. Riyanto, “Network-based traffic management at Kerten Area in Surakarta (Case study: Manahan-Purwosari-Kerten-UNIBA-Jongke intersections),” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1977, no. 2018, pp. 040034–8, 2018, doi: 10.1063/1.5043004.
- [27] B. Yulianto, Setiono, A. Bani Setiawan, and D. Radite Wijaya Putra, “Analysis of signalized intersection performance using IHCM 1997 method and PTV Vistro software,” *MATEC Web Conf.*, vol. 195, no. MATEC Web Conf., pp. 1–9, 2018, doi: 10.1051/matecconf/201819504012.