



## Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kinerja Lalu Lintas

Eva Detria Milenia<sup>1</sup>, Ida Farida<sup>2</sup>

Jurnal Konstruksi  
Institut Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@itg.ac.id](mailto:jurnal@itg.ac.id)

<sup>1</sup> 1711088@itg.ac.id

<sup>2</sup> idafarida@itg.ac.id

**Abstrak** – Simpang tiga Jalan Otista-Jalan Raya Samarang Garut merupakan jalan dengan lingkungan komersial di Kota Garut, sehingga volume kendaraan yang melewati persimpangan tersebut cukup padat terutama pada lengan barat. Pada persimpangan tersebut telah terpasang APILL maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh simpang bersinyal di Jl. Otista – Jl. Raya Samarang Garut. Data dari penelitian ini diperoleh dari observasi lapangan, pengolahan data menggunakan PKJI 2014 dan *Software* Simulasi Lalu Lintas *Vissim*. Hasil penelitian didapat Dj tertinggi senilai 0,858 hari Senin siang pada lengan Barat dan terendah hari Minggu pagi dengan nilai 0,701 di lengan Selatan. Dengan nilai tundaan rata-rata tertinggi senilai 29,55 det/skr hari Senin di lengan Selatan, dan nilai tundaan rata-rata terendah hari Minggu di lengan Barat senilai 19,37 det/skr, dengan nilai ITP berdasarkan tundaan rata-rata simpang adalah C, dimana arus lalu lintas hampir tidak stabil. Untuk meningkatkan kinerja lalu lintas, diberikan alternatif yakni memodifikasi APILL yang mampu menurunkan nilai panjang antrian sebesar 19% dan tundaan 59% dari sebelumnya.

**Kata Kunci** – Kinerja Simpang; Simpang Bersinyal; *Software Vissim*; Tundaan.

### I. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan usaha memindahkan objek tertentu dari suatu tempat ke tempat yang lain, dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat serta berguna untuk tujuan tertentu [1],[2]. Permasalahan pada bidang transportasi seperti kemacetan, antrian maupun tundaan, serta polusi udara dan juga polusi suara kerap terjadi saat di perjalanan terutama pada persimpangan jalan. Persimpangan jalan merupakan kondisi dimana dua jalan atau lebih saling berpotongan atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya [3],[4].

Seperti halnya pada simpang tiga Jl. Raya Samarang-Jl. Otista Garut dengan arus lalu lintas tinggi karena merupakan jalan utama yang padat penduduk, akses pendidikan, serta banyak pertokoan disekitarnya [5]. Simpang ini baru saja dipasang APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) yang telah beroperasi belum lama ini namun tingkat kemacetan dirasa lebih tinggi dari sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal pada Jl. Raya Samarang-Jl. Otista serta memberikan alternatif sebagai pemecah permasalahan tersebut menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014) dan bantuan *software Vissim for Student* [6].

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Simpang Bersinyal

Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan. Simpang bersinyal merupakan simpang yang dilengkapi APILL atau lampu lalu lintas, yang berguna mengatur pergerakan lalu lintas dari setiap pendekatannya sesuai isyarat lampu sinyal yang ditetapkan. Menurut [7], tujuan dari pemasangan APILL atau lampu lalu lintas pada suatu persimpangan adalah:

1. Memaksimalkan keamanan sistem secara keseluruhan.
2. Mengurangi waktu tempuh rata-rata disebuah persimpangan sehingga meningkatkan kapasitas jalan.
3. Memaksimalkan tingkat pelayanan jalan diseluruh aliran lalu lintas.

Evaluasi simpang perlu dilakukan guna meningkatkan kinerja lalu lintas, adapun data-data yang diperlukan dalam mengevaluasi kinerja lalu lintas ini adalah data kondisi geometrik (lebar jalan, bahu jalan, median, dan arah tiap lengan simpang), kondisi lingkungan (ukuran kota, hambatan samping, dan tipe lingkungan jalan), serta kondisi arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan dimana nilai terlindung dan terlawan ekr tiap jenis kendaraan berdasarkan pendekatannya.

### B. Waktu Siklus

Waktu isyarat APILL terdiri dari waktu siklus (c) dan waktu hijau (H). Waktu siklus ini didapat menggunakan rumus [8] sebagai berikut:

$$c = \frac{(1.5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}}$$

Dimana:

- C adalah waktu siklus (detik)
- H<sub>H</sub> adalah jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik)
- R<sub>Q/S</sub> adalah rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh Q/S
- R<sub>Q/S kritis</sub> adalah nilai R<sub>Q/S</sub> yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama
- ΣR<sub>Q/S kritis</sub> adalah rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua R<sub>Q/S kritis</sub> dari semua fase) pada siklus tersebut.

Rumus tersebut dimaksudkan untuk meminimumkan nilai tundaan. Dalam [8], telah ditetapkan waktu siklus yang layak berdasarkan tipe pengaturannya, lihat Tabel 1.

Tabel 1: Waktu Siklus Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (detik)
Pegaturan dua-fase	40-80
Pegaturan tiga-fase	50-100
Pegaturan empat-fase	80-130

Sumber: PKJI, 2014

### C. Kapasitas Simpang APILL (C)

Kapasitas suatu simpang merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat ditampung pada suatu bagian jalan di situasi tertentu [9]. Arus Jenuh (S, skr/jam) merupakan hasil kali antara S<sub>0</sub> dengan nilai faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal, sedangkan rasio arus jenuh (R<sub>Q/S</sub>) merupakan hasil bagi dari arus lalu lintas dengan arus jenuh. Sehingga nilai kapasitas simpang didapat menggunakan rumus menurut [8] sebagai berikut.

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

Dimana:

- C adalah kapasitas simpang APILL (skr/jam)
- S adalah arus jenuh (skr/jam)
- H adalah total waktu hijau dalam satu siklus (detik)
- C adalah waktu siklus (detik)

#### D. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan ( $D_j$ ) merupakan rasio volume ( $Q$ ) terhadap Kapasitas ( $C$ ) [10]. Menurut [8] nilai derajat kejenuhan sebagai batas dari kelayakan jalan adalah  $\leq 0,85$ . Nilai Derajat kejenuhan ( $D_j$ ) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

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

#### E. Kinerja Simpang APILL

Kinerja sebuah simpang dapat diketahui berdasarkan nilai analisis panjang antrian dan tundaan. Panjang antrian merupakan jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal lampu hijau ( $N_Q$ ). Nilai  $N_Q$  didapat dari penjumlahan nilai  $N_{Q1}$  dengan nilai  $N_{Q2}$ . Namun pada kondisi tertentu nilai  $N_Q$  dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Apabila derajat kejenuhan ( $D_j > 0,5$ ), maka:

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (D_j - 1)^2 + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right\}$$

Apabila derajat kejenuhan ( $D_j \leq 0,5$ ), maka:

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

Maka, Panjang Antrian (PA) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PA = N_Q \times \frac{20}{L_M}$$

Sedangkan Menurut [8], tundaan simpang terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Tundaan lalu lintas ( $T_L$ )

$T_L$  rata-rata kendaraan bermotor yang melewati simpang. Nilai  $T_L$  ini dapat dihitung menggunakan rumus (Akcelik, 1989) sebagai berikut:

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c}$$

2. Tundaan Geometrik ( $T_G$ )

$T_G$  rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang melewati simpang. Nilai  $T_G$  dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

Keterangan

$P_B$  adalah porsi kendaraan membelok pada suatu pendekatan.

Nilai  $T_i$  suatu simpang dapat dihitung berdasarkan rumus PKJI 2014 sebagai berikut:

$$(T_i) = T_{Li} + T_{Gi}$$

a. *Level of Service (LOS)*

LOS merupakan tolak ukur untuk mencerminkan bagaimana pengguna jalan dalam mengendarai kendaraan, hal tersebut dinyatakan dalam indeks tingkat pelayanan atau *Level of Service (LOS)* [11]. Nilai ITP simpang dapat diketahui berdasarkan nilai tundaan kendaraan, lihat Tabel 2.

Tabel 2: ITP Simpang Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan Kendaraan (detik)
A	$\leq 5,0$ .
B	5,1 – 15,0.
C	15,0 – 25,0.
D	25,1 – 40,1.
E	40,1 – 60,0.
F	$\geq 60$ .

Sumber: [11]

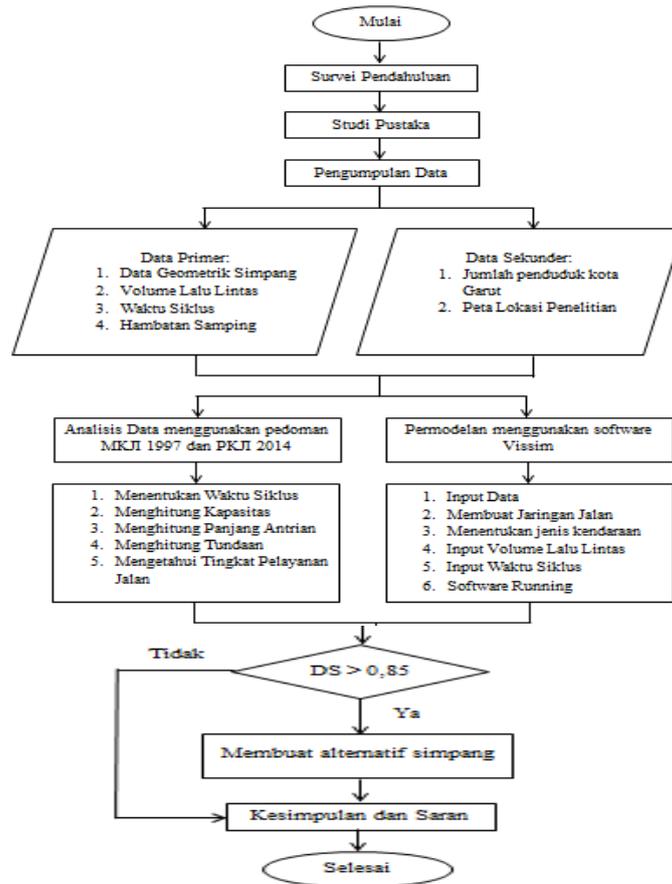
**F. Software Simulasi Lalu Lintas Vissim for Student Version**

Vissim merupakan perangkat lunak multimoda simulasi lalu lintas aliran mikroskopis [12]. Software ini dapat menampilkan sebuah simulasi dengan beragam jenis kendaraan diantaranya vehicles (mobil, bus, truk), public transport (tram, bus), cycles (sepeda motor, sepeda), bahkan pejalan kaki secara tiga dimensi. Data yang diperlukan dalam melakukan permodelan menggunakan *software* ini adalah data geometrik, data lalu lintas, dan karakteristik kendaraan. Hasil yang diperoleh dari permodelan lalu lintas menggunakan *software* ini data panjang antrian dan tundaan kendaraan.

Terdapat parameter-parameter yang digunakan dalam permodelan menggunakan *software vissim* ini yakni *Link, Vehicle Input, Vehicle Route, Desire Speed, Reduce Speed Area*, dan *Evaluation*. Untuk *setiing* konfigurasi evaluasi yang dipilih adalah *Queue Counter* untuk mengetahui nilai panjang antrian, *Delay* untuk mengetahui nilai tundaan, dan *Level of Service (LOS)* untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan.

**G. Rencana Kerja**

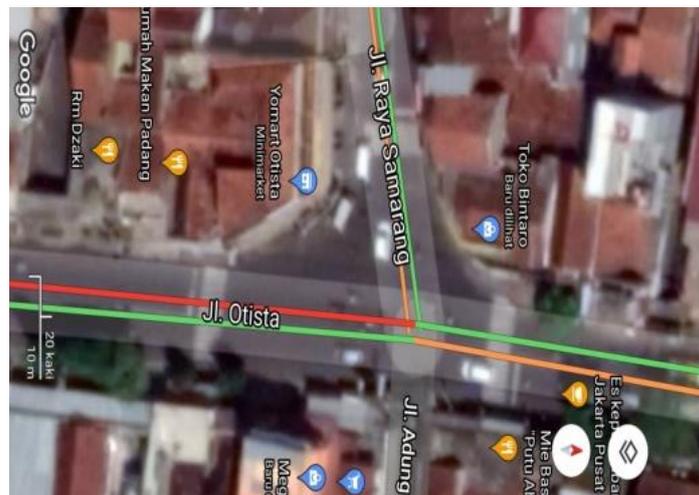
Metode dan analisis data keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

### H. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di simpang tiga Jl. Raya Samarang-Jl. Otista Garut. Penelitian dilakukan di Minggu dan hari Senin yang mewakili hari libur dan hari kerja saat *peak hour* (jam sibuk) yakni pagi hari pukul 07.00-08.00, siang hari 11.00-12.00, sore hari 16.00-17.00.

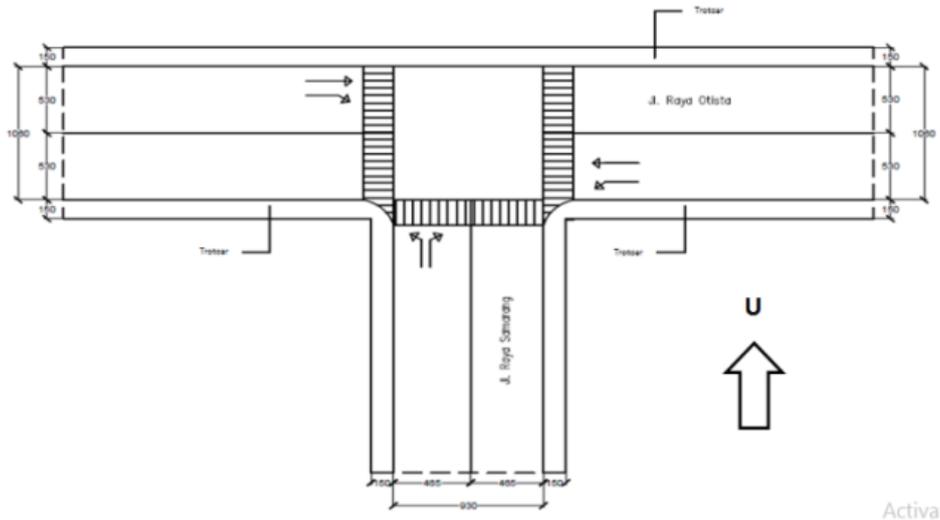


Gambar 2: Lokasi Penelitian

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Kondisi Geometrik Simpang

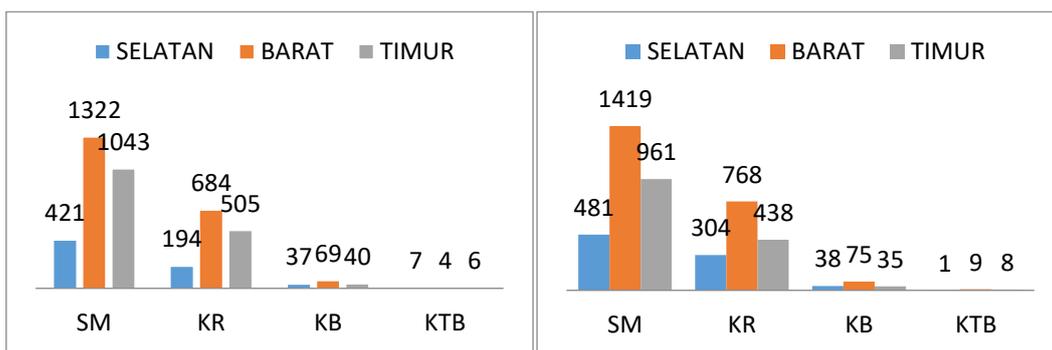
Simpang tiga bersinyal Jl. Raya Samarang-Jl. Otista merupakan persimpangan dengan tipe jalan 322 dengan pengaturan belok kiri langsung yang melayani Kota Garut. Kondisi geometrik simpang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 3: Kondisi Geometrik Simpang

#### B. Volume Lalu Lintas

Dari survey volume lalu lintas yang telah dilakukan pada saat peak hour yakni pagi hari pukul 07.00-08.00, siang hari 11.00-12.00, dan sore hari 17.00-18.00. Didapat puncak volume lalu lintas terjadi pada siang hari pukul 11.00-12.00 dimana total kendaraan yang melintas untuk hari Minggu adalah 2079 dan untuk hari Senin adalah 2271. Volume lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Volume Lalu Lintas Hari Minggu Dan Hari Senin

#### C. Fase Sinyal

Pada persimpangan ini terbagi menjadi 3 (tiga) fase, dimana waktu hijau awal pada lengan Barat. Total Waktu siklus eksisting adalah 79 detik. Waktu siklus eksisting dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Waktu Siklus Eksisting

No.	Jl. Raya Samarang Selatan	Jl. Otista Barat	Jl. Otista Timur
H	15	52	35
K	3	3	3
M	52	30	47
All Red	1	2	0

#### D. Kapasitas (C)

Analisa arus jenuh dasar (S) yang telah dilakukan sesuai dengan pedoman PKJI 2014 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

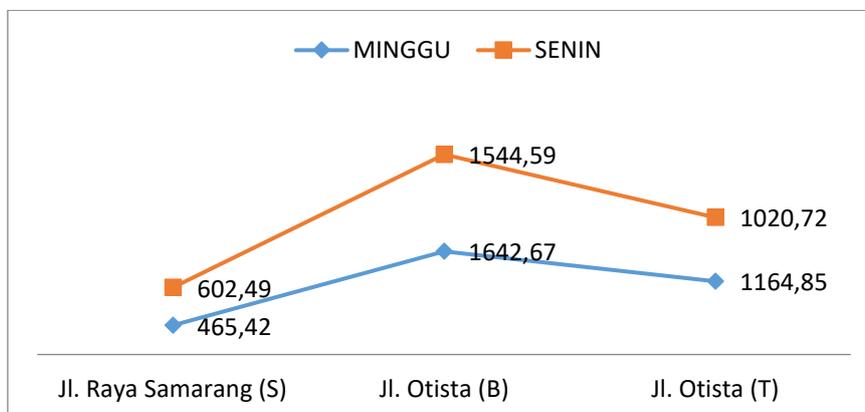
Tabel 4: Nilai Arus Jenuh (S) Hari Minggu

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	S <sub>0</sub> skr/jam	F <sub>UK</sub>	F <sub>HS</sub>	F <sub>G</sub>	F <sub>P</sub>	F <sub>BKa</sub>	F <sub>BKi</sub>	S ekr/jam
		$S_0 = 600 \times L_E$		$S = S_0 \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_G \times F_P \times F_{BKa} \times F_{BK_i}$					
S	P	2790	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2781,43
T	O	3166	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	2944,38
B	P	3180	1,00	0,93	1,00	1,00	1,08	1,00	3193,99
B	O	2746	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	2553,78
P/O									2767,18

Tabel 5: Nilai Arus Jenuh (S) Hari Senin

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	S <sub>0</sub> skr/jam	F <sub>UK</sub>	F <sub>HS</sub>	F <sub>G</sub>	F <sub>P</sub>	F <sub>BKa</sub>	F <sub>BKi</sub>	S ekr/jam
		$S_0 = 600 \times L_E$		$S = S_0 \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_G \times F_P \times F_{BKa} \times F_{BK_i}$					
S	P	2790	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	2677,59
T	O	3166	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	2754,42
B	P	3180	1,00	0,93	1,00	1,00	1,08	1,00	3193,99
B	O	2746	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	2553,78
P/O									2767,184

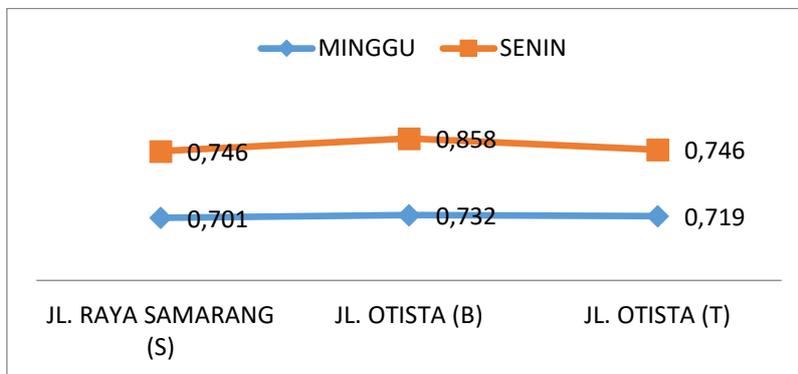
Dari nilai arus jenuh yang telah didapat, maka nilai kapasitas simpang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5: Kapasitas (skr/jam)

### E. Derajat Kejenuhan (Dj)

Dari hasil analisa didapat nilai Dj dapat dilihat pada Gambar 6, dimana nilai rata-ratanya mendekati 0,85 dimana kondisi tersebut mendakti jenuh.



Gambar 6: Derajat Kejenuhan (Dj)

### F. Kinerja Simpang Bersinyal

Hasil dari perhitungan manual kinerja lalu lintas menggunakan pedoman PKJI 2014 dan MKJI 1997 untuk nilai panjang antrian dari setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 6: Nilai Panjang Antrian Hari Minggu

Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri				Panjang Antrian PA  T
	NQ1	NQ2	$NQ = (NQ1 + NQ2)$	NQ MAX	
	Skr	skr	skr	skr	
S	0,66	4,29	4,95	10,00	85,84
T	0,78	9,83	10,61	18,00	135,85
B	3,77	12,10	15,87	24,00	90,57

Tabel 7: Nilai Panjang Antrian Hari Senin

Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri				Panjang Antrian PA  T
	NQ1	NQ2	$NQ = (NQ1 + NQ2)$	NQ MAX	
	Skr	skr	skr	skr	
S	0,95	6,43	7,38	11,00	94,42
T	0,96	10,19	11,15	19,00	143,40
B	2,47	17,27	19,74	30,00	113,21

#### Tundaan

Nilai tundaan simpang didapat dari penjumlahan antara tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik, nilai tersebut lalu dikalian dengan arus lalu lintas total. Nilai tundaan simpang dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 8 Tundaan Simpang Hari Minggu

Tipe Pendekat	Tundaan lalu lintas rata-rata (TL)	Tundaan geometrik rata-rata (TG)	Tundaan rata-rata	Tundaan Total
S	24,74	3,94	28,68	9357,31
B	15,69	4,00	19,37	23279,68
T	15,09	3,68	19,09	15982,15
BkiJT		6,00	6,00	2226,60
Total, skr				50845,73
Tundaan simpang rata-rata, detik/skr				18,58

Tabel 9: Tundaan Simpang Hari Senin

Tipe Pendekat	Tundaan lalu lintas rata-rata (TL)	Tundaan geometrik rata-rata (TG)	Tundaan rata-rata	Tundaan Total
S	25,65	3,90	29,55	13287,90
B	16,13	4,00	19,84	26302,38
T	655,06	3,71	22,54	17169,52
BkiJT		6,00	6,00	2719,20
Total, skr				59479,00
Tundaan simpang rata-rata, detik/skr				19,89

Nilai tundaan rata-rata pada hari minggu adalah 18,58 dan pada hari senin adalah 19,89 maka dapat dilihat pada tabel nilai tersebut berada pada angka 15,0 – 25,0 dengan nilai indeks tingkat pelayanannya adalah C (Cukup). Namun untuk memaksimalkan kinerja dari simpang bersinyal Jl. Raya Samarang – Jl. Otista maka penulis membuat alternatif yang paling sesuai dengan kondisi eksisting menggunakan software permodelan lalu lintas *Vissim*.

### G. Alternatif Simpang

Alternatif yang dipilih penulis adalah memodifikasi APILL yakni menonaktifkan APILL. Didapat kinerja simpang alternatif menggunakan *software vissim*, lihat Tabel 10.

Tabel 10: Kinerja Alternatif Simpang

Tipe Pendekat	Panjang Antrian	Tundaan	LOS
Jl. Raya Samarang (S)	0	5,712	A
Jl. Otista (B)	231,4	18,16	C
Jl. Otista (T)	20,94	4,973	A

### H. Hasil Kinerja Simpang Bersinyal

Untuk mempermudah membandingkan hasil analisa menggunakan pedoman PKJI 2014 dan Software *Vissim* mengenai kinerja simpang bersinyal di Jl. Raya samarang – Jl. Otista yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 4.11 Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya samarang – Jl. Otista

Tipe Pendekat	Survey Lapangan	PKJI 2014					Alternatif Vissim		
		Minggu		Senin			Panjang Antrian	Tundaan	
		Panjang Antrian	Tundaan	Waktu Siklus	Panjang Antrian	Tundaan			Waktu Siklus
S	79	85,84	28,68		94,42	29,55	55,35	0	5,71
B		90,57	19,37	50,18	113,21	19,84		231,4	18,16
T		135,85	19,09		143,4	22,54		20,93	4,97

#### IV. KESIMPULAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis simpang yang tela dilakukan sesuai pedoman PKJI 2014 dan MKJI 1997, maka didapat kesimpulan sebaga berikut:

1. Jumlah Volume kendaraan yang melewati persimpangan Jl. Raya Samarang – Jl. Otista Garut saat jam puncak pada pukul 11.00-12.00 WIB hari minggu adalah 4332 kendaraan, dan hari senin adalah 4537 kendaraan.
2. Derajat Kejenuhan tertinggi terjadi pada hari Senin pada lengan Barat yakni 0,858 .
3. Panjang Antrian tertinggi terjadi pada hari Senin di lengan Timur dengan nilai 143,40 m.
4. Tundaan tertinggi terjadi pada hari Senin di lengan Selatan dengan nilai 29,55 det/skr, dengan tundaan simpang rata-rata seluruh lengan adalah 19,89 det/skr. Sehingga nilai ITP termasuk kategori C yang dapat diartikan arus lalu lintas hampir tidak stabil.
5. Untuk meningkatkan kinerja lalu lintas, alternatif yang diberikan menggunakan *software vissim* sebagai permodelannya adalah memodifikasi APILL mampu menurunkan nilai panjang antrian sebesar 19% dan tundaan 59% dari sebelumnya.

##### B. Saran

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disampaika beberapa saran sebagai berikut:

1. Menggunakan *software vissim full version* agar lebih banyak fitur yang dapat digunakan
2. Memasukan gambar 3D dari aplikasi *sketchup* ke dalam *software vissim* agar lebih mendekati kondisi eksiting.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Dyanti, “Minat Masyarakat Terhadap Moda Transportasi Trans Sidoarjo,” p. 1, 2016.
- [2] G. M. Irfana, N. Hidayati, and S. Sunarjono, “PENGARUH SUKARELAWAN PENGATUR LALU LINTAS TERHADAP KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL GANESHA SURAKARTA,” *J. Transp.*, 2019, doi: 10.26593/jt.v19i2.3470.133-142.
- [3] C. J. K. K. B. Lall, *Dasar Dasar Rekayasa Transportasi*, 3rd ed. Bandung: Erlangga, 2003.
- [4] K. Abadi, “EVALUASI KINERJA JARINGAN JALAN PANGERAN TRUNOJOYO KOTA PAMEKASAN,” *J. Media Tek. Sipil*, 2018, doi: 10.22219/jmts.v16i1.5752.
- [5] B. A. Illahi and A. Maulana, “Analisis Pengaruh Lajur Khusus Sepeda Motor Terhadap Kinerja Simpang Jalan PH.H.Mustafa – Jalan Cimuncang,” *J. Rekayasa Hijau*, 2019, doi: 10.26760/jrh.v3i2.3145.
- [6] A. Subandi, “Kajian Kapasitas Persimpangan Bersinyal Untuk Melayani Manuver Kendaraan Berat (Hv) Terhadap Waktu Pada Persimpangan Wesel Kota Subang,” *MESA (Teknik Mesin, Tek. Elektro, Tek. Sipil, Arsitektur)*, 2019.
- [7] *Manual Kapaasitas Jalan Indonesia 1997*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1997.
- [8] *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2014*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2014.
- [9] A. K. Muhammad Syaikhu, Esti Widodo, “Analisa Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Purwosari Kabupaten Pasuruan),” pp. 1–12, 2019.

- [10] I. N. P. B. P. S. I Nyoman Widana Negara<sup>1</sup>, I Nyoman Karnata Mataram<sup>1</sup>, “Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Raya Tuban–Jalan Satria–Jalan Raya Kuta),” vol. 3, no. 2, pp. 58–66, 2019.
- [11] I. M. P. Idrak Mamu, Yuliyanti Kadir, “Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan J. A. Katili-Jalan Tondano-Jalan Madura Dengan Metode PKJI,” vol. 1, no. 1, pp. 9–16, 2021.
- [12] R. . Aryandi and A. Munawar, “Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal,” *17th FSTPT Int. Symp.*, vol. 17, pp. 338–347, 2014.