

Contents list available at [journal.uib.ac.id](http://journal.uib.ac.id)**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

## PERFORMANCE ANALYSIS OF SIGNALIZED INTERSECTIONS ON JALAN TRUNOJOYO - JALAN TEJA PAMEKASAN USING THE 2014 PKJI METHOD

### ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA RUAS JALAN TRUNOJOYO – JALAN TEJA PAMEKASAN DENGAN METODE PKJI 2014

Fairus Zabadi<sup>1</sup>, Wahyu Yuwana<sup>2</sup><sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas MaduraEmail korespondensi: [fairuszabadi93@gmail.com](mailto:fairuszabadi93@gmail.com)**INFO ARTIKEL****Kata kunci :**

Kinerja Simpang, Simpang Bersinyal, Volume Lalulintas.

**ABSTRAK**

Pamekasan merupakan salah satu Kabupaten yang saat ini sedang berkembang di Pulau Madura. Hal ini ditandai dengan lokasi yang strategis dan juga menjadi pusat keramaian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal di jalan Trunojoyo – Jalan Teja Pamekasan serta alternatif untuk menangani permasalahan pada simpang tersebut dengan menggunakan metode PKJI 2014. Metode ini dipakai untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal yaitu kapasitas, panjang antrian, tundaan dan derajat kejenuhan. Dari hasil analisa dan perhitungan nilai kapasitas pada Jalan Trunojoyo 1789,18 skr/jam sedangkan pada Jalan Teja 227,31 skr/jam, dari hasil analisa dan perhitungan nilai panjang antrian pada Jalan Trunojoyo 4,9m sedangkan pada Jalan Teja 3,4m. Hasil analisa dan perhitungan nilai tundaan pada Jalan Trunojoyo 2,72 detik/skr sedangkan pada Jalan Teja 24,2 detik/skr, dari hasil analisa dan perhitungan nilai derajat kejenuhan pada Jalan Trunojoyo 0,36 sedangkan pada Jalan Teja 0,36. Alternatif yang dilakukan yaitu dengan dirubahnya 2 fase jalan dari arah selatan Trunojoyo dan dari arah barat Teja pada saat jam puncak sehingga dapat mengurangi kemacetan dan tundaan yang terjadi pada jalan tersebut.

**ARTICLE INFO****Keywords:**

*Intersection  
Performance, Signalized  
Intersection, Traffic Volume.*

**ABSTRACT**

*Pamekasan is one of the districts currently developing on Madura Island. This is characterized by a strategic location and also being the center of the crowd. The aim of this research is to determine the performance of signalized intersections on Jalan Trunojoyo - Jalan Teja Pamekasan as well as alternatives for dealing with problems at these intersections using the PKJI 2014 method. This method is used to determine the performance of signalized intersections, namely capacity, queue length, delays and degree of saturation. From the results of the analysis and*

Contents list available at [journal.uib.ac.id](http://journal.uib.ac.id)**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

*calculation of the capacity value on Jalan Trunojoyo it is 1789.18 cur/hour while on Jalan Teja it is 227.31 cur/hour, from the results of the analysis and calculation the value of the queue length on Jalan Trunojoyo is 4.9m while on Jalan Teja it is 3.4m. The results of the analysis and calculation of the delay value on Jalan Trunojoyo are 2.72 seconds/cur while on Jalan Teja it is 24.2 seconds/cur, from the results of the analysis and calculation of the value of the degree of saturation on Jalan Trunojoyo it is 0.36 while on Jalan Teja it is 0.36. The alternative is to change the two phases of the road from the south of Trunojoyo and from the west of Teja during peak hours so as to reduce congestion and delays that occur on the road.*

## 1. Pendahuluan

Pamekasan merupakan salah satu Kabupaten di Pulau Madura yang saat ini sedang berkembang. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya pertokoan yang besar seperti halnya Minisho, Mie Gacoan, Pusat Grosir ABC, dll. Selain itu juga semakin banyaknya bangunan hotel lantai 10 dan pembangunan Rumah Sakit Umum yang sampai saat ini masih dalam proses pembangunan. Pamekasan secara astronomis terletak pada  $113^{\circ}19' - 113^{\circ}58'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}51' - 7^{\circ}31'$  Lintang Selatan. Pamekasan memiliki luas wilayah sebesar 79.230 Ha. Seiring dengan berjalannya waktu, jumlah penduduk di Pamekasan terus bertambah. Pada tahun 2010 sebanyak 795.918 jiwa, pada tahun 2020 sebanyak 850.057 jiwa, jumlah penduduk mengalami penambahan sekitar 54.139 jiwa, rata-rata 5.414 setiap tahun.

Perkembangan suatu daerah serta peningkatan jumlah penduduk tiap tahunnya, tanpa kita sadari berdampak terhadap kepadatan arus lalu lintas di kota Pamekasan khususnya pada simpang bersinyal. Pada simpang tersebut terjadi berbagai konflik arus lalu lintas, bertambahnya volume kendaraan yang melewati simpang, efektivitas serta panjang antrian kendaraan yang ada [3]. Laju pertumbuhan di Kota Pamekasan semakin meningkat dan belum bisa dikendalikan. Pertumbuhan kendaraan yang semakin pesat tiap tahun tidak dapat mengimbangi kondisi jalan yang ada, sehingga terjadi kemacetan terutama pada jam-jam kerja [10]. Hal ini sangat berdampak terhadap waktu tempuh dan waktu efektivitas kerja [4].

Simpang merupakan pertemuan antara dua ruas jalan atau lebih, termasuk fasilitas yang ada di tepi jalan yang mempengaruhi arah gerak dan lalu lalang kendaraan [6]. Terjadinya kelambatan arus pergerakan lalu lintas menjadi faktor kebimbangan pengendara yang melintasi simpang tersebut.[9] Simpang di kawasan perkotaan membutuhkan pengaturan lalu lintas yang optimal sehingga tidak terjadi kemacetan dan tundaan kendaraan [1].

Simpang bersinyal pada persimpangan Gurem merupakan jalur utama melintasnya kendaraan menuju ke arah Arek Lancor dan Jalan Teja. Simpang bersinyal pada pertigaan Gurem seringkali mengalami antrian yang panjang dan arus kendaraan lebih terlambat akibat adanya konflik di persimpangan tersebut. Permasalahan yang kerap sering terjadi pada lampu hijau berikutnya masih terjadi pergerakan arus lalu lintas yang lambat dan panjangnya antrian kendaraan, sehingga berdampak pada sistem transportasi yang kurang efektif dan tidak efisien [11].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal di jalan Trunojoyo – Jalan Teja Pamekasan serta alternatif untuk menangani permasalahan pada simpang tersebut dengan menggunakan metode PKJI 2014. Metode ini dipakai untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal yaitu kapasitas, panjang antrian, tundaan dan derajat kejenuhan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Persimpangan

Persimpangan adalah bertemunya berbagai arus lalu lintas.[2] Persimpangan merupakan hal yang penting dalam dunia sistem transportasi.[7] Simpang merupakan titik bertemunya dua jalan atau lebih, dimana didalamnya terdapat aktivitas lalu lintas.[13] Simpang adalah jalur yang penuh dengan kemacetan serta rawan terjadi kecelakaan yang disebabkan pergerakan arus lalu lintas yang meningkat yang ber lalu lalang melewati simpang tersebut [8].

### 2.2 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu simpang yang terdiri dari 2 atau lebih lengan pada simpang, serta alat kelengkapannya yang mengatur arus lalu lintas.[5] Dalam hal ini biasa disebut dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Menurut PKJI 2014, APILL mempunyai beberapa tujuan pada simpang bersinyal yaitu [12]:

1. Mempertahankan kondisi serta kapasitas persimpangan pada jam kerja
2. Meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas dari arah yang berlawanan

### 2.3 Kapasitas Simpang Bersinyal

Perhitungan kapasitas pada simpang bersinyal menurut PKJI 2014 berisi tentang penetapan waktu isyarat serta kinerja lalu lintas yang bisa diukur dengan derajat kejenuhan [12].

#### a. Arus Lalu Lintas

Tabel 2.1 Nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan

Jenis Kendaraan	Ekr Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (KR)	1,00	1,00
Kendaraan Berat (KB)	1,30	1,30
Sepeda Motor (SM)	0,15	0,40

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

#### b. Arus Jenuh Dasar

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,5	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial(KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
Permukiman	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84

an(KIM)	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,88	0,86
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,80	0,75
Akses terbatas	Tinggi,	Terlawan	1,00	0,95	0,9	0,85	0,80	0,75
	sedang, rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

c. Faktor Penyesuaian

1. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fuk)

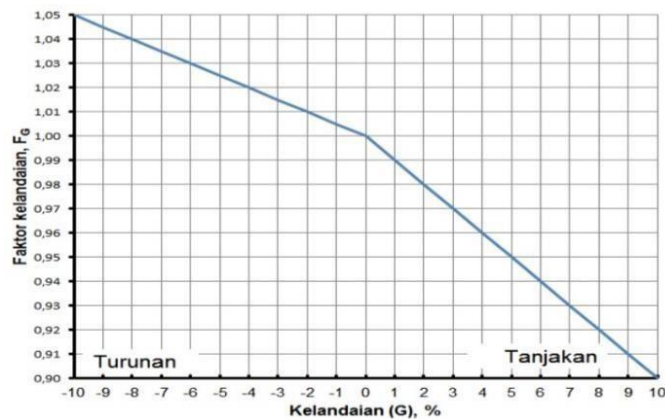
Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Jumlah penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran Kota (Fuk)
>3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

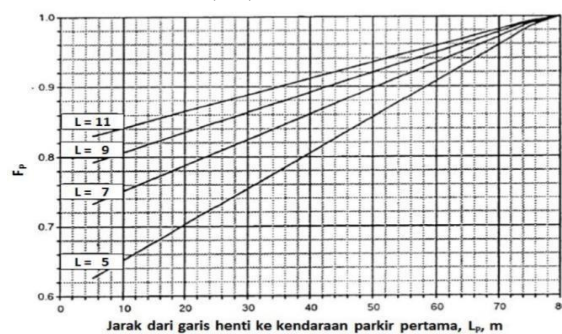
2. Faktor penyesuaian hambatan samping (FHs)

3. Faktor penyesuaian kelandaian (FG)



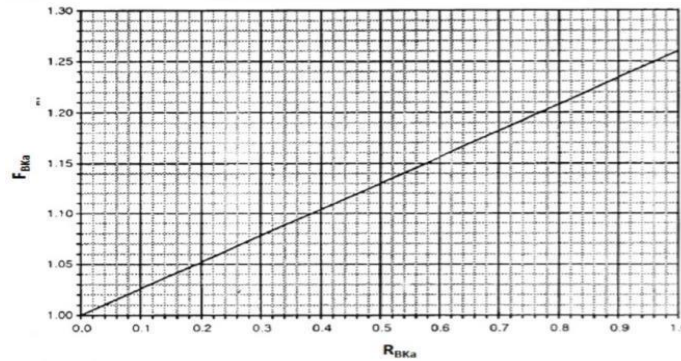
Gambar 2.1 Faktor Kelandaian (FG)

4. Faktor penyesuaian kendaraan parkir (FP)



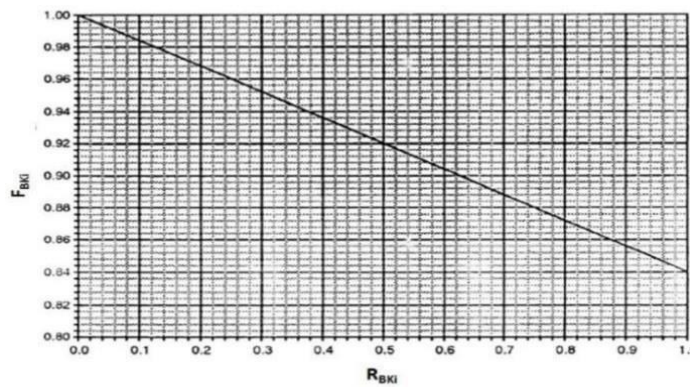
Gambar 2.2 Faktor Kendaraan Parkir (FP)

5. Faktor penyesuaian belok kanan (FBKA)



Gambar 2.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FBKA)

6. Faktor penyesuaian belok kiri (FBKi)



Gambar 2.4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FBKA)

- d. Arus Jenuh
- e. Perbandingan Rasio Arus Lalu Lintas dan Arus Jenuh
- f. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Tabel 2.4 Waktu Siklus Yang Layak

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan Dua Fase	40-80
Pengaturan Tiga Fase	50-100
Pengaturan Empat Fase	80-130

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

- g. Kapasitas Simpang Bersinyal
- h. Derajat Kejenuhan
- i. Panjang Antrian
- j. Rasio Kendaraan Henti
- k. Tundaan

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Tinjauan Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode PKJI 2014 (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia), untuk menyelesaikan masalah yang dibahas menggunakan data yang diperoleh melalui survei langsung ke lapangan selama 6 hari dimulai pada jam 06.00 WIB - 21.00 WIB dari mulai hari Senin, 04 September 2023 sampai dengan Sabtu, 09 September 2023.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada simpang bersinyal di Jalan Trunojoyo yang menghubungkan Jalan Teja dan Jalan Trunojoyo. Pada penelitian ini akan dilakukan dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014).



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

#### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang akan digunakan pada penelitian ini, maka dapat dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data Primer
  - a. Kondisi Geometrik Simpang
  - b. Volume Kendaraan
  - c. Kondisi Lingkungan
  - d. Hambatan Sampung
  - e. Panjang Antrian
2. Data Sekunder
  - a. Lokasi Penelitian
  - b. Jumlah Penduduk

#### 3.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini perlu dilakukan beberapa tahap pelaksanaan penelitian. Supaya penelitian yang dilakukan pada penelitian simpang bersinyal di Jalan Trunojoyo – Jalan Teja ini dapat dikerjakan sesuai dengan metode, maka perlu dilakukan sesuai tahap- tahap penelitian. Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian simpang bersinyal di Jalan Trunojoyo – Jalan Teja sebagai berikut:

1. Mulai
  - Melakukan persiapan dalam melakukan penelitian.
2. Identifikasi Masalah
  - Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah pada penelitian yaitu bagaimana kinerja simpang

bersinyal di Jalan Trunojoyo gurem dan alternative kinerja simpang bersinyal.

3. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yaitu dengan mencari teori pendukung dan bahan referensi yang berkaitan dengan judul penelitian.

4. PengumpulanData

- a. Data primer, jenis data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kondisi geometrik simpang, volume kendaraan, kondisi hambatan samping dan panjang antrian.
- b. Data sekunder, jenis data yang meliputi peta lokasi dan jumlah penduduk.

5. Hasil dan Pembahasan

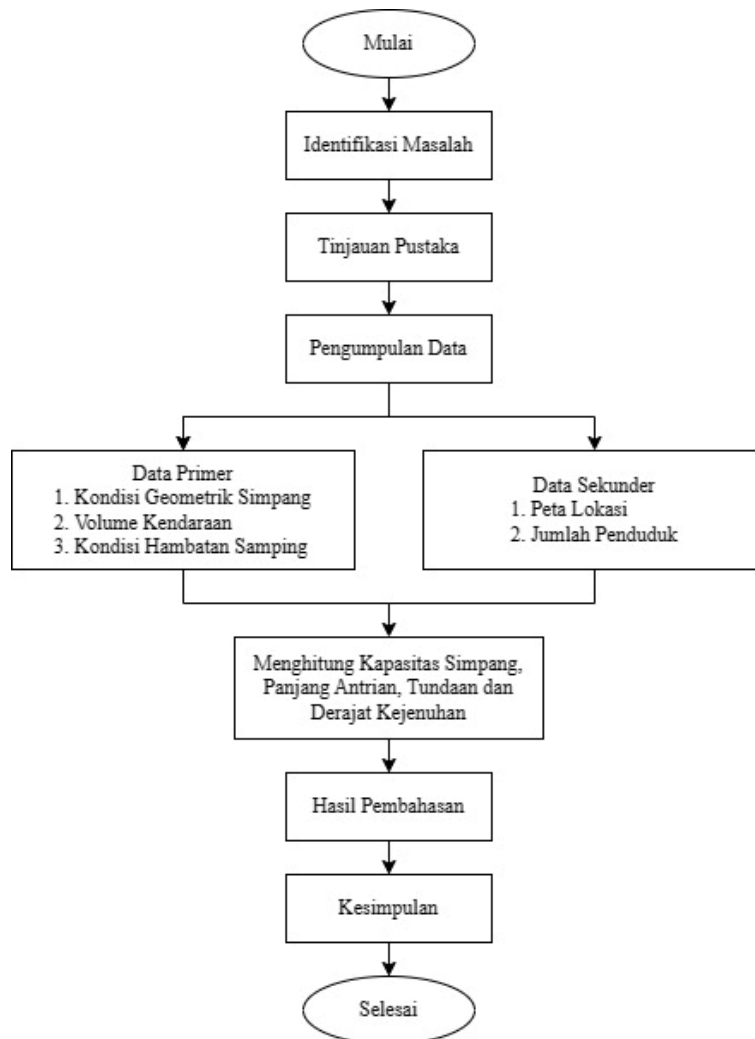
Tahap ini merupakan garis besar dari hasil analisis data dan perhitungan yang telah dilakukan pada penelitian ini.

6. Kesimpulan

Maka dapat disimpulkan dari rangkuman diatas yaitu berapa kapasitas simpang, panjang antrian, tundaan simpang, dan derajat kejenuhan pada simpang di Jalan Trunojoyo- Jalan Teja.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian simpang bersinyal di Jalan Trunojoyo – Jalan Teja Pamekasan. Diagram alir penelitian dapat kita lihat pada Gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan simpang guna menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dinyatakan dalam smp/jam pada saat lampu hijau. Kapasitas pada persimpangan dihitung pada setiap pendekat atau kelompok lajur didalam suatu pendekat.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas

Kaki Simpang	S (skr/jam)	H (dtk)	C (dtk)	C (skr/jam)
Jalan Trunojoyo	3765,23	10,34	21,76	1789,18
Jalan Teja	2333,12	2,12	21,76	227,31

Sumber : Hasil analisa dan perhitungan

### 4.2 Peluang Antrian

Peluang antrian merupakan suatu kemungkinan yang akan terjadi proses antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat pada simpang bersinyal. Batas dari nilai peluang antrian diperoleh dari hubungan kurva peluang antrian dan derajat kejenuhan.

Tabel 4.2 Hasil NQ1, NQ2, NQ, Q dan P<sub>A</sub>

Kaki Simpang	Panjang Antrian (PA)								
	C (skr/jam)	Q	C(dtk)	RH	DJ	NQ1	NQ <sub>2</sub>	NQ	PA
Jalan Trunojoyo	1789,18	404	21,76	0,4 7	0,2 3	-0,35	1,4 5	1,8	4,9
Jalan Teja	227,31	52	21,76	0,1	0,2 3	-0,35	0,2 9	0,64	3,4

Sumber : Hasil analisa dan perhitungan

### 4.3 Tundaan

Tundaan pada simpang merupakan total waktu hambatan rata-rata yang dilewati kendaraan, baik bermotor ataupun tidak bermotor saat melewati persimpangan. Hambatan pada simpang biasanya terjadi disebabkan oleh kendaraan yang berhenti sehingga mengakibatkan antrian pada simpang, sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena kapasitas yang tidak memadai.

Tabel 4.3 Tundaan Lalu Lintas

Kaki Simpang	Tundaan Lalu lintas (TL)					C (skr/jam)	TL
	C (dtk)	DJ	RH	NQ1			
Jalan Trunojoyo	21,76	0,36	0,47	-0,35	1789,18	2,72	
Jalan Teja	21,76	0,36	1,0	-0,35	52	24,2	

Sumber : Hasil analisa dan perhitungan

### 4.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara volume lalu lintas dan kapasitas jalan. Besarnya yang secara teoritis antara 0-1, yang berarti jika nilai tersebut mendekati 1 maka kondisi jalan tersebut sudah mendekati jenuh.



Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan

Kaki Simpang	Q	C	DJ
Jalan Trunojoyo	404	1789,18	0,23
Jalan Teja	52	227,31	0,23

Sumber : Hasil analisa dan perhitungan

#### 4.5 Kinerja Simpang Bersinyal

Kinerja simpang merupakan ukuran kualitas arus lalu lintas yang bisa diterima oleh suatu simpang. Ukuran yang bisa digunakan dalam menentukan kinerja simpang adalah kapasitas, peluang antrian, tundaan dan derajat kejenuhan. Dari hasil analisa dan perhitungan nilai kapasitas pada Jalan Trunojoyo 1789,18 skr/jam sedangkan pada Jalan Teja 227,31 skr/jam, dari hasil analisa dan perhitungan nilai panjang antrian pada Jalan Trunojoyo 4,9m sedangkan pada Jalan Teja 3,4m. Hasil analisa dan perhitungan nilai tundaan pada Jalan Trunojoyo 2,72 detik/skr sedangkan pada Jalan Teja 24,2 detik/skr, dari hasil analisa dan perhitungan nilai derajat kejenuhan pada Jalan Trunojoyo 0,36 sedangkan pada Jalan Teja 0,36.

### 5. Kesimpulan dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tentang analisis kinerja simpang bersinyal pada ruas Jalan Trunojoyo – Jalan Teja Pamekasan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa dan perhitungan nilai kapasitas pada Jalan Trunojoyo 1789,18 skr/jam sedangkan pada Jalan Teja 227,31 skr/jam, dari hasil analisa dan perhitungan nilai panjang antrian pada Jalan Trunojoyo 4,9m sedangkan pada Jalan Teja 3,4m. Hasil analisa dan perhitungan nilai tundaan pada Jalan Trunojoyo 2,72 detik/skr sedangkan pada Jalan Teja 24,2 detik/skr, dari hasil analisa dan perhitungan nilai derajat kejenuhan pada Jalan Trunojoyo 0,36 sedangkan pada Jalan Teja 0,36.
2. Alternatif yang dilakukan yaitu dengan dirubahnya 2 fase jalan dari arah selatan Trunojoyo dan dari arah barat Teja pada saat jam puncak sehingga dapat mengurangi kemacetan dan tundaan yang terjadi pada jalan tersebut.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dan pengalaman selama penelitian adapun saran yang ingin disampaikan agar bisa lebih baik lagi kedepannya, maka penulis dapat mengemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlunya penerapan disiplin ber lalu lintas khususnya kepatuhan terhadap rambu-rambu lalu lintas agar tidak terjadi kemacetan dan tundaan pada jalan tersebut.
2. Penelitian simpang bersinyal atau arus lalu lintas yang melewati simpang tersebut, diperlukan analisa berkelanjutan secara bertahap dari tahun ke tahun. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bertambahnya jumlah kendaraan yang berlalu lalang pada simpang bersinyal serta arus lalu lintas yang terjadi, agar bisa dilakukan penelitian berlanjut.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Fatoni selaku Dosen Sistem Transportasi Universitas Madura.
2. Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Madura.
3. Tim Survei Simpang Jalan Trunojoyo – Jalan teja.

**Daftar Rujukan****Jurnal**

- [1] Ahmad, A. "*Kajian Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jl. R. A. Kartini, Kota Palangkaraya)*". *TSITN*, 9-16, 2018.
- [2] Bima, R. "*Analisa Kinerja Persimpangan Bersinyal pada Persimpangan Jendral Sudirman - Jalan Cut Nyak Dien*". *USU*, 30-38, 2020.
- [3] Denny, R. "*Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Empat Lengan (Studi Kasus Simpang Bersinyal Empat Lengan Yogyakarta)*" *UII*, 9-17, 2017.
- [4] Djorebe, F. "*Analisis Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2014 (Studi Kasus Pada Persimpangan Empat Jalan Affandi, Ring Road Utara, Dan Jalan Anggajaya1, Condong Catur, Sleman, Daerah Istimewah Yogyakarta)*" (Doctoral dissertation, UAJY), 2016.
- [5] Fairus, Z. "*Analisis Arus Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal (Simpang Jl. Mandala – Jl. Raya Tlanakan Kabupaten Pamekasan)*" Vol. 4, No. 1, 2023. <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce/article/view/7774/3211>
- [6] Darmawan, P. dkk, "*Evaluasi Kinerja Simpang Panbil Terhadap Tingkat Pelayanan Lalu Lintas (Studi Kasus Simpang Panbil –Batam)*", *Journal of Civil Engineering and Planning* Vol. 3, No. 1, 2022. <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce/article/view/1317/2495>
- [7] Fajar dan Septi, B. "*Kinerja Persimpangan dengan Lampu Lalu lintas pada Jalan Kolonel Masturi, Kota Cimahi*". *INTEKNASB*, 14-23, 2018.
- [8] Pehan, R dan Anggorowati, V "*Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 (Studi Kasus: Simpang JlagranLor, Kotamadya Yogyakarta)*". *EQUILIB*, 1(2), 89-98, 2020.
- [9] Sibarani, L. "*Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2104 (Doctoral dissertation, UAJY)*", 2018.
- [10] Warsiti. "*Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Pada Jalan Kelud Raya-Jalan Bendungan*". *POLNES*, 40-48, 2019.

**Buku**

- [11] C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi. Jilid I* Jakarta : Penerbit Erlangga, 2005.
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta, 2014.
- [13] Presiden Republik Indonesia, "*Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006, Tentang Jalan*", 2006.