

## EVALUASI SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG GADEN KABUPATEN PAMEKASAN

Nabilla Ardian Cahyaning Putri<sup>1</sup>, Dwi Ratnaningsih<sup>2</sup>, Supiyono<sup>2</sup>

Mahasiswa, Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>  
[nabillaardian@gmail.com](mailto:nabillaardian@gmail.com)<sup>1</sup>, [dwi.ratnaningsih@polinema.ac.id](mailto:dwi.ratnaningsih@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [supiyono@polineme.ac.id](mailto:supiyono@polineme.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas pada persimpangan diakibatkan oleh adanya tundaan atau antrian yang panjang dikarenakan volume lalu lintas yang tinggi dan berdampak pada tingginya biaya kemacetan. Kemacetan yang terjadi pada Simpang Gaden disebabkan oleh kendaraan angkutan umum (MPU) yang parkir sembarangan dan menurunkan penumpang di tengah jalan sehingga terjadi antrian yang panjang. Pada jam-jam puncak, Simpang Gaden merupakan penghubung pergerakan masyarakat dari pinggiran kota menuju tengah kota. Selain itu, adanya aktivitas pasar tradisional pada area persimpangan yang tidak memiliki lahan khusus sehingga para penjual berjualan di pinggir jalan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang kemudian memberikan solusi untuk menangani permasalahan pada simpang dan mengurangi biaya kemacetan. Data yang digunakan meliputi geometrik simpang, sinyal lalu lintas, volume lalu lintas pada jam puncak, dan kecepatan rata-rata kendaraan pada jam puncak. Penghitungan kinerja simpang menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, dan biaya kemacetan menggunakan rumus dari Tzedakis 1980. Setelah dilakukan penghitungan, didapatkan empat hasil sebagai berikut. Pertama, pada kondisi eksisting kapasitas simpang sebesar 925 smp/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,95, nilai tundaan rata-rata sebesar 57,52 det/smp, dan tingkat pelayanan atau *level of service* (LOS) simpang berada pada kategori E. Kedua, biaya kemacetan pada kondisi eksisting sebesar Rp6.802.954,26/jam. Ketiga, pada kondisi alternatif penanganan dengan pengaturan 2 fase tanpa belok kanan dan waktu siklus 40 detik, diperoleh kapasitas simpang sebesar 1107 smp/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,33, nilai tundaan rata-rata sebesar 15,53 det/smp, dan tingkat pelayanan simpang berada pada kategori B. Keempat, pada kondisi alternatif biaya kemacetan dapat dikurangi menjadi Rp1.203.275,48/jam.

**Kata kunci** : simpang bersinyal, tundaan, *level of service*, derajat kejenuhan, biaya kemacetan

### ABSTRACT

*Traffic congestion at intersections is caused by delays or long queues due to high traffic volumes and has an impact on high congestion costs. The congestion that occurs at Gaden Intersection is caused by public transportation vehicles (MPU) that park carelessly and drop off passengers in the middle of the road, resulting in long queues. During peak hours, Gaden Intersection is a hub for the movement of people from the suburbs to the city center. In addition, there are traditional market activities in the intersection area that do not have special land so that sellers sell on the side of the road. Based on this background, this study aims to analyze the performance of the intersection and then provide solutions to deal with problems at the intersection and reduce congestion costs. The data used includes intersection geometrics, traffic signals, peak hour traffic volumes, and average peak hour vehicle speeds. The calculation of intersection performance uses the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) method, and congestion costs use the formula from Tzedakis 1980. After the calculation, four results were obtained as follows. First, in the existing condition, the intersection capacity is 925 smp/hour, the degree of saturation value is 0.95, the average delay value is 57.52 sec/smp, and the level of service (LOS) of the intersection is in category E. Second, the congestion cost in the existing condition is Rp6,802,954.26/hour. Third, under alternative conditions of handling with a 2-phase arrangement without right turns and a cycle time of 40 seconds, the intersection capacity is 1107 smp/hour, the degree of saturation value is 0.33, the average delay value is 15.53 sec/smp, and the level of service of the intersection is in category B. Fourth, under alternative conditions congestion costs can be reduced to Rp1,203,275.48/hour.*

**Keywords** : signalized intersection, delay, level of service, degree of saturation, congestion cost

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kabupaten Pamekasan merupakan salah satu kabupaten di Pulau Madura yang saat ini semakin berkembang, hal ini ditandai dengan semakin banyaknya pusat pertokoan yang menjadi fasilitas perdagangan. Seiring bertambahnya waktu, jumlah penduduk di Kabupaten Pamekasan terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari BPS Kabupaten Pamekasan jumlah penduduk Kabupaten Pamekasan mengalami penambahan sekitar 54.139 jiwa (6,8%) atau rata-rata 5.414 setiap tahun. Berkembangnya suatu daerah dan meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun secara tidak langsung menambah kepadatan arus lalu lintas di Kabupaten Pamekasan khususnya pada daerah persimpangan.

Simpang Gaden merupakan pertemuan dari 4 ruas jalan yaitu Jalan KH. Amin Jakfar, Jalan Diponegoro, Jalan Segara dan Jalan Kabupaten yang dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas dan menjadi salah satu titik kemacetan di Kabupaten Pamekasan. Kemacetan terjadi karena banyaknya kendaraan yang menuju area tersebut, dimana area sekitar persimpangan merupakan kawasan pertokoan, pasar dan sekolah yang menjadi tempat masyarakat melakukan aktivitas. Kemacetan yang terjadi pada simpang Gaden ditandai dengan panjang antrian yang berkisar antara 60 sampai 70 meter, disebabkan oleh adanya kendaraan angkutan umum (MPU) yang parkir sembarangan dan menurunkan penumpang di tengah jalan. Kondisi Simpang Gaden juga terganggu karena adanya aktivitas pasar tradisional yang letaknya 30 meter dari mulut simpang, pasar tersebut tidak memiliki lahan khusus sehingga para penjual berjualan di pinggir jalan. Selain itu pada jam-jam puncak simpang ini merupakan penghubung pergerakan masyarakat dari pinggiran kota menuju tengah kota.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka penulis melakukan penelitian ini untuk menganalisis kinerja simpang kemudian memberikan solusi terbaik untuk menangani masalah yang terjadi pada simpang dan mengurangi biaya kemacetan pada simpang.

### Tinjauan Pustaka

#### a. Persimpangan

Simpang adalah dua buah ruas jalan atau lebih yang saling bertemu, saling berpotongan atau bersilangan disebut dengan persimpangan [6].

#### b. Kinerja Simpang

Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung kinerja simpang.

##### - Kapasitas

$$C = S \times g / c$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus sinyal (det)

##### - Derajat Kejanuhan

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

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

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

C = Kapasitas (smp/jam)

##### - Tundaan Lalu Lintas

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Nilai A dapat diperoleh dengan perhitungan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

c = Waktu siklus disesuaikan (det)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

NQ<sub>1</sub> = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

##### - Tundaan Geometri

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

Keterangan:

DG<sub>j</sub> = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

P<sub>SV</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P<sub>T</sub> = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

##### - Tundaan Rata-rata

$$D_{total} = D \times Q$$

Keterangan:

D<sub>total</sub> = Tundaan total

D = Tundaan rata-rata (det/smp)

Q = Arus lalu lintas (smp/det)

##### - Tundaan Rata-rata Simpang

$$D_1 = \sum \frac{(Q \times D)}{Q_{tot}} \left( \frac{det}{smp} \right)$$

##### - Panjang Antrian

Untuk DS > 0,5 maka:

Menghitung jumlah antrian smp ( $NQ_1$ )

$$NQ_1 = 0,25 \times c \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

Keterangan:

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam)

Untuk  $DS \leq 0,5$  maka  $NQ_1 = 0$

Menghitung antrian smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ )

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Keterangan:

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus

$Q_{masuk}$  = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

### - Tingkat Pelayanan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas:

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan.
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan.
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan.
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan.
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan.
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

### c. Biaya Kemacetan

Untuk menghitung biaya kemacetan menggunakan rumus dari Tzedakis 1980.

$$C = N \left( GA + \left( 1 - \frac{A}{B} \right) V' \right) T$$

Keterangan:

C = Biaya kemacetan (Rupiah),

N = Jumlah Kendaraan (Kendaraan),

G = Biaya Operasional Kendaraan (Rp/Kend.Km),

A = Kendaraan dengan Kecepatan Eksisting (Km/Jam)

B = Kendaraan dengan Kecepatan Ideal (Km/Jam)

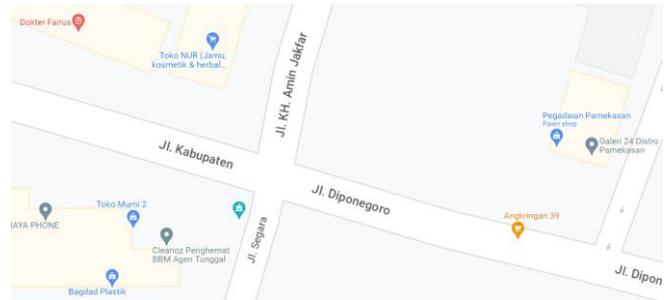
V' = Nilai Waktu Perjalanan Kendaraan (Rp/Kend.Jam)

T = Jumlah Waktu Antrian (Jam)

## 2. METODE

### a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Simpang Gaden yang terletak di Kabupaten Pamekasan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: google maps

### b. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil survei langsung di lokasi penelitian meliputi geometrik simpang, volume lalu lintas, jumlah fase, waktu sinyal lalu lintas, dan kecepatan kendaraan yang melewati simpang. Sedangkan untuk data sekunder didapatkan dari instansi-intansi terkait seperti Bapak Pusat Statistika Kabupaten Pamekasan.

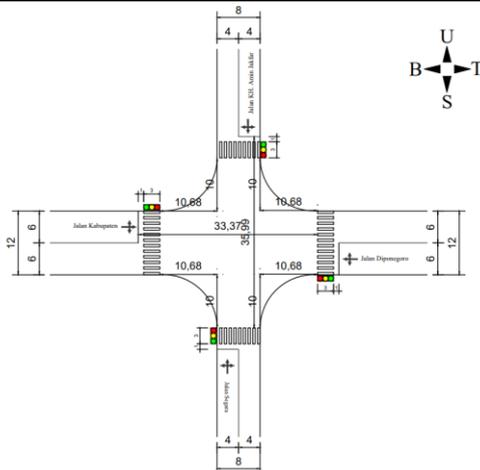
### c. Analisis Data

Pengolahan data menggunakan MKJI 1997 untuk menganalisis kinerja simpang. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 96 Tahun 2015 untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang dan rumus dari Tzedakis 1980 untuk menghitung biaya kemacetan pada simpang.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Pengolahan data

Data yang diperoleh dari hasil survei di lokasi penelitian kemudian diolah agar dapat digunakan untuk tahap perhitungan. Sketsa kondisi eksisting geometrik simpang bersinyal Gaden dapat dilihat pada gambar 1 dan geometrik simpang kondisi eksisting pada tabel 1.



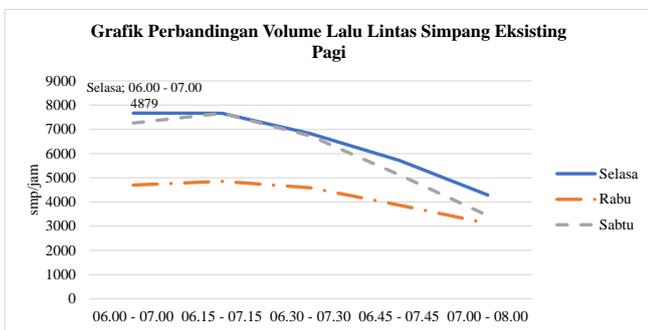
**Gambar 2.** Sketsa Geometrik Simpang Kondisi Eksisting  
 Sumber: Data hasil survei

**Tabel 1.** Geometrik Simpang Kondisi Eksisting

Pendekat	Nama Jalan	Lebar Jalan	Median (Ya/Tidak)	Tipe Jalan
Utara	Jl. Amin Jakfar	8 m	Tidak	2/2 UD
Selatan	Jl. Segara	8 m	Tidak	2/2 UD
Barat	Jl. Kabupaten	12 m	Tidak	2/2 UD
Timur	Jl. Diponegoro	12 m	Tidak	2/2 UD

Sumber: Data hasil survei

Pengolahan data lalu lintas dengan cara membandingkan jam puncak pagi dan sore selama 3 hari penelitian didapatkan jam puncak tertinggi simpang pada tanggal 15 Maret 2023 periode waktu pagi selama pukul 06.00 – 07.00 WIB dengan volume arus lalu lintas sebesar 4789 smp/jam.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Jam Puncak  
 Sumber: Data hasil perhitungan

b. Analisis Kinerja Simpang dan Biaya Kemacetan pada Simpang Kondisi Eksisting

Dari hasil perhitungan data eksisting simpang diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) di atas 0,75 yang mana tidak sesuai dengan syarat MKJI 1997 yaitu  $DS \leq 0,75$ . Nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 57,52 detik/smp, berdasarkan PM No 96 Tahun 2015 menunjukkan bahwa tingkat pelayanan (*level of service*) simpang berada pada kategori E dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik – 60 detik perkendaraan. Berdasarkan hasil kinerja simpang pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan rekayasa lalu lintas untuk memperbaiki kinerja simpang.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Pendekat	C smp/jam	DS	QL (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)	LOS
U	893,0	0,97	170,00	55,21	E
S	937,7	0,86	125,00	25,95	E
B	918,5	0,95	100,00	49,85	E
T	947,2	1,01	136,67	93,17	E

Sumber: Data hasil perhitungan

Hasil perhitungan biaya kemacetan pada simpang menggunakan persamaan Tzedakis 1980. Berikut contoh perhitungan biaya kemacetan pada pendekat utara kondisi eksisting.

$$C = N \left( GA + \left( 1 - \frac{A}{B} \right) V' \right) T$$

Keterangan:

- N = Jumlah Kendaraan : 1704
- G = Biaya Operasional Kendaraan : 2.502,202
- A = Kendaraan dengan Kecepatan Eksisting : 21
- B = Kendaraan dengan Kecepatan Ideal : 25,90
- V' = Nilai Waktu Perjalanan Kendaraan : 10,033
- T = Jumlah Waktu Antrian : 0,016

$$C = 1704 \left( 2.502 \times 21 + \left( 1 - \frac{21}{25,90} \right) \times 10,033 \right) \times 0,016$$

$$C = \text{Rp. } 1.484.370,93/\text{jam}$$

Berikut hasil rekapitulasi perhitungan biaya kemacetan kondisi eksisting pada setiap pendekat:

**Tabel 3.** Rekapitulasi Biaya Kemacetan Kondisi Eksisting

Pendekat	Jumlah Kendaraan (kend/jam)	Total Biaya Kemacetan (Rp/jam)
U	1704	Rp. 1.484.370,93
S	1717	Rp. 1.511.199,97
B	2003	Rp. 1.776.414,71
T	2246	Rp. 2.030.968,65

Sumber: Data hasil perhitungan

c. Analisis Kinerja Simpang dan Biaya Kemacetan pada Simpang Kondisi Alternatif Penanganan

Pada alternatif 1 dilakukan penerapan 2 fase tanpa belok kanan dengan waktu siklus 40 detik diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) dibawah 0,75 yang mana sudah memenuhi syarat yang sesuai dengan MKJI 1997. Selain itu, nilai tundaan rata-rata simpang juga sudah memenuhi standar PM No 96 Tahun 2015 yaitu sebesar 15,53 det/smp yang masuk dalam kategori B untuk tingkat pelayanan simpang dengan kondisi tundaan antara lebih dari 5 detik – 15 detik perkendaraan.

**Tabel 4.** Hasil Analisis Kinerja Simpang Kondisi Alternatif

Pendekat	C smp/jam	DS	QL (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)	LOS
U	1010,7	0,33	90,00	14,92	B
S	1026,2	0,35	92,50	13,69	B
B	1208,4	0,28	67,33	16,11	B
T	1179,2	0,34	66,67	17,22	B

Sumber: Data hasil perhitungan

Contoh perhitungan biaya kemacetan pada pendekat utara kondisi alternatif 1.

$$C = N \left( GA + \left( 1 - \frac{A}{B} \right) V' \right) T$$

Keterangan:

- N = Jumlah Kendaraan : 1101
  - G = Biaya Operasional Kendaraan : 2.502,202
  - A = Kendaraan dengan Kecepatan Eksisting : 21
  - B = Kendaraan dengan Kecepatan Ideal : 25,90
  - V' = Nilai Waktu Perjalanan Kendaraan : 10.033
  - T = Jumlah Waktu Antrian : 0,004
- $$C = 1101 \left( 2.502 \times 21 + \left( 1 - \frac{21}{25,90} \right) \times 10.033 \right) \times 0,004$$
- C = Rp. 239.772,94/jam

Berikut hasil rekapitulasi perhitungan biaya kemacetan kondisi alternatif penanganan pada setiap pendekat:

**Tabel 5.** Rekapitulasi Biaya Kemacetan Kondisi Alternatif

Pendekat	Jumlah Kendaraan (kend/jam)	Total Biaya Kemacetan (Rp/jam)
U	1101	Rp. 239.772,92
S	1200	Rp. 264.041,93
B	1401	Rp. 310.628,68
T	1720	Rp. 388.831,93

Sumber: Data hasil perhitungan

**4. KESIMPULAN**

Hasil dari penelitian evaluasi simpang bersinyal pada Simpang Gaden Kabupaten Pamekasan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting pada Simpang Gaden waktu siklus 56 detik dengan 2 fase, tingkat kinerja simpang tidak memenuhi syarat  $DS \leq 0,75$  yaitu rata-rata nilai DS sebesar 0,95; rata-rata panjang antrian yaitu 132,92 m, dan memiliki nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 57,52 detik/smp. Berdasarkan Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan Simpang Gaden masuk dalam kategori E dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik – 60 detik perkendaraan.
2. Penerapan alternatif penanganan dengan pengaturan 2 fase tanpa belok kanan dan waktu siklus sebesar 40 detik diperoleh rata-rata nilai DS sebesar 0,33; rata-rata panjang antrian yaitu 79,13 m, dan nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 15,53 det/smp. Sehingga standar tingkat pelayanan (*level of service*) simpang yang berdasarkan pada Peraturan Meteri No 96 Tahun 2015 telah sesuai yaitu masuk dalam kategori B dengan kondisi tundaan antara lebih dari 5 detik – 15 detik perkendaraan.
3. Perhitungan biaya kemacetan untuk kondisi eksisting yaitu sebesar Rp. 6.802.945,26/jam. Setelah dilakukan penanganan, nilainya dapat diperkecil menjadi Rp. 1.203.275,48/jam sehingga menghasilkan tundaan lebih murah dibandingkan dengan kondisi eksisting pada Simpang Gaden.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Basuki, I. S. (2008). Biaya Kemacetan Ruas Jalan Yogyakarta. Jurnal Teknil Sipil, 9(1), 71–80.
- [2] BPS Kabupaten Pamekasan. (2021). Berita Resmi Statistik (Issue 02).
- [3] Google. (2023). Peta Lokasi Penelitian. Google. <https://www.google.com/maps>
- [4] Indonesia, M. P. R. (2015). Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- [5] MKJI. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (Vol. 7802112, Issue 264).
- [6] Pamekasan, P. (2020). Gambaran Umum Kondisi Daerah Kabupaten Pamekasan Aspek Geografis dan Demografi.