

## ANALISIS KAPASITAS GERBANG TOL KARAWANG BARAT

*Neneng Winarsih*<sup>1</sup>  
*Jennie Kusumaningrum*<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma,*

<sup>1</sup>*nenk\_wina@yahoo.co.id*

<sup>2</sup>*jennie\_k@staff.gunadarma.ac.id*

### Abstrak

*Jalan Tol diselenggarakan untuk mendukung pergerakan lalu lintas secara optimal serta meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang tingkat perkembangannya ekonominya tinggi. Oleh karena itu, jalan tol harus memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol. Pada suatu sistem jalan tol kemacetan sering terjadi di pintu masuk/keluar, khususnya pada arah yang menghadapi pelayanan pembayaran tol. Gerbang tol Karawang Barat merupakan salah satu gerbang tol yang sering mengalami kemacetan terutama pada gardu keluar. Dimana, kendaraan yang datang dari ruas jalan tol Jakarta Cikampek menuju Kota Karawang melakukan pembayaran di gardu keluar tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya kajian mengenai permasalahan tersebut untuk mengetahui apakah waktu pelayanan dan kapasitas gerbang tol Karawang Barat masih memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) jalan tol. Dari hasil perhitungan dan analisis diperoleh waktu pelayanan di gerbang tol Karawang Barat sebesar 13,5 detik/kendaraan, maka gerbang tol tidak lagi memenuhi Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, yaitu untuk gardu exit pada sistem tertutup  $\leq 11$  detik/kendaraan. Dengan waktu pelayanan tersebut, maka dibutuhkan penambahan gardu tol, dari 3 gardu menjadi 4 gardu pelayanan. Selain penambahan jumlah gardu pelayanan, alternative lain yang dapat digunakan yaitu dengan mempersingkat waktu pelayanan. Jika dilakukan penambahan gardu menjadi 4 gardu, maka jumlah rata-rata kendaraan didalam sistem ( $\bar{n}$ ) sebesar 5 kendaraan, jumlah kendaraan dalam antrian ( $\bar{q}$ ) sebesar 4 kendaraan, waktu menunggu rata-rata dalam sistem ( $\bar{d}$ ) sebesar 80,45 detik/kendaraan, waktu menunggu dalam antrian ( $\bar{w}$ ) sebesar 66,95 detik/kendaraan.*

**Kata Kunci:** *Antrian, Kapasitas Gerbang Tol, Waktu Pelayanan.*

### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan pusat-pusat kegiatan, maka kebutuhan akan infrastruktur jalan tol pun semakin tinggi, dimana jumlah pengguna jalan tol setiap tahunnya semakin bertambah, sehingga peningkatan pengguna jalan tol ini akan berdampak pada kemacetan, khususnya pada jam sibuk hari kerja.

Kemacetan yang terjadi, salah satunya di gerbang tol Karawang Barat. Gerbang tol Karawang Barat merupakan akses masuk dari Kota Karawang menuju

ruas jalan tol Jakarta Cikampek maupun sebaliknya. Kemacetan yang sering terjadi di gerbang tol ini yaitu pada jam sibuk sore hari kerja, dimana kendaraan yang datang berasal dari arah Jakarta dan Cikampek menuju Kota Karawang. Lama waktu pelayanan pada saat melakukan transaksi pembayaran yang tidak sebanding dengan tingkat kedatangan kendaraan dapat menyebabkan antrian di gardu tol tersebut semakin panjang, sedangkan jumlah antrian kendaraan per lajur (per gardu) maksimum adalah 3 kendaraan

(Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Binamarga 2009).

Oleh karena itu, diperlukan adanya kajian, mengenai permasalahan tersebut untuk mengetahui apakah waktu pelayanan dan kapasitas gerbang tol Karawang Barat masih memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan tol.

Menurut PerMen Pekerjaan Umum No 392/PRT/M/2005 tentang SPM Jalan Tol, yang dimaksud dengan Standar pelayanan minimal adalah ukuran yang harus dicapai dalam penyelenggaraan jalan tol. Standar pelayanan minimal jalan tol diselenggarakan untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat sebagai pengguna jalan tol.

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan salah satunya adalah penelitian tentang Evaluasi dan Kapasitas Gerbang Tol Tanjung Morawa oleh Marthyn Hutahaean (2007), hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa gerbang tol tersebut sudah melebihi kapasitasnya dan tidak sesuai dengan Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol. Hasil penelitian ini juga menunjukkan dengan meminimumkan waktu pelayanan, menambah pintu tol, dan penerapan gardu sistem tandem dapat meningkatkan kapasitas gerbang tol.

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini di Gerbang Tol Karawang Barat. Dalam penelitian

ini, data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data-data yang diambil selama survei diantaranya data waktu pelayanan yang diambil pada saat kendaraan berhenti di titik tunggu transaksi, kemudian kendaraan mengadakan transaksi (saat pembayaran tol sedang berlangsung) sampai kendaraan tersebut bergerak meninggalkan gardu, dan data tingkat kedatangan kendaraan, dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang datang tiap 15 menit. Setelah data diperoleh, dilakukan uji kecocokan data. Uji kecocokan ini bertujuan untuk membandingkan frekuensi sebenarnya hasil pengamatan dengan hasil yang diharapkan berdasarkan model atau teoritis. Kemudian dilakukan uji Chi-Kuadrat yang digunakan untuk mengetahui diterima atau tidaknya suatu distribusi data. Perhitungan dan analisis data bertujuan untuk mengetahui nilai rata-rata tingkat kedatangan maupun waktu pelayanan yang selanjutnya digunakan untuk menentukan jumlah gardu yang dibutuhkan, kapasitas gerbang tol, dan panjang antrian di gerbang tol Karawang barat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Perhitungan Tingkat Kedatangan

Kedatangan kendaraan rata-rata ( $\lambda$ ) :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{2667}{3} = 889 \text{ kendaraan/jam}$$

Tabel 1.  
Tingkat Kedatangan Kendaraan Pada Jam Sibuk Sore di Gerbang Tol Karawang Barat

No	Waktu Kedatangan	Jumlah Kendaraan/15 menit
1	16:00-16:15	201
2	16:15-16:30	221
3	16:30-16:45	224
4	16:45-17:00	231
5	17:00-17:15	238
6	17:15-17:30	228
7	17:30-17:45	242
8	17:45-18:00	233
9	18:00-18:15	226
10	18:15-18:30	210
11	18:30-18:45	216
12	18:45-19:00	197
TOTAL		2667

Sumber : Hasil Survei, 10 september 2012

## b. Perhitungan Tingkat Pelayanan

Tabel 2.  
Waktu Pelayanan Rata-rata Tiap Gardu Pelayanan

No Gardu	Rata-rata Waktu Pelayanan (detik)
02	12.3
04	13.52
06	14.67

Sumber : Hasil Survei, 10 september 2012

Waktu pelayanan rata-rata gardu adalah :

a. *Headway* Rata-rata Gardu :  $\mu = \frac{3600}{13,5} = 266,667 \text{ kend/jam} \approx 267 \text{ kend/jam}$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{12.3 + 13.52 + 14.67}{3} = \frac{40.49}{3} = 13,5 \text{ detik/kendaraan}$$

b. Tingkat Keberangkatan Rata-rata :  
=  $1/13,5$   
=  $0,0741 \text{ kend/detik}$

c. Tingkat Pelayanan Rata-rata Gardu

## c. Perhitungan Kapasitas Gerbang Tol Karawang Barat

Indikasi yang digunakan untuk menilai suatu sistem pelayanan gerbang tol Karawang Barat adalah :

- Jumlah rata-rata kendaraan didalam sistem ( $\bar{n}$ )
- Jumlah kendaraan dalam antrian ( $\bar{q}$ )

- c. Waktu rata-rata dalam sistem ( $\bar{d}$ )  
d. Waktu menunggu dalam antrian ( $\bar{w}$ )

Pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai-nilai dari indikasi diatas adalah dengan disiplin antrian FIFO.

Tingkat Kedatangan ( $\lambda$ )  
= 889 kendaraan/jam

Tingkat Pelayanan ( $\mu$ ) = 267 kend/jam

Jumlah Gardu (N)= 3

$$\rho = \frac{\lambda / N}{\mu}$$

$$= \frac{889 / 3}{267}$$

$$= 1,11$$

$$\rho > 1$$

Dengan nilai  $\rho > 1$ , berarti akan terjadi antrian kendaraan yang panjang, dan sudah melebihi kapasitas, sehingga untuk mendapatkan jumlah kendaraan dalam sistem, jumlah kendaraan yang antri, waktu kendaraan dalam sistem, dan waktu menunggu dalam antrian tidak dapat ditentukan.

Oleh karena itu jumlah gardu tol yang sesuai dengan tingkat kedatangan kendaraan yang ada, sehingga tidak akan terjadi antrian yang panjang adalah :

$$\frac{\lambda / N}{\mu} < 1$$

$$\frac{889 / N}{267} < 1$$

$$N > 3,329$$

$$N = 4$$

Jadi, dengan waktu pelayanan 13,5 detik/kendaraan, jumlah gardu tol yang dibutuhkan adalah 4 gardu tol.

Selanjutnya dapat dihitung antrian di pintu tol.

- a. Jumlah kendaraan dalam sistem :

$$\bar{n} = \frac{\lambda / N}{\mu - (\lambda / N)}$$

$$\bar{n} = \frac{889/4}{267 - (889/4)} = 4,966 \approx 5 \text{ kendaraan}$$

- b. Jumlah kendaraan yang antri :

$$\bar{q} = \frac{(\lambda / N)^2}{\mu(\mu - (\lambda / N))}$$

$$\bar{q} = \frac{(889/4)^2}{267(267 - (889/4))} = 4 \text{ kendaraan}$$

- b. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem

$$\bar{d} = \frac{1}{\mu - (\lambda / N)} \times 3600$$

$$\bar{d} = \frac{1}{267 - (889/4)} \times 3600 = 80,45 \text{ detik/kendaraan}$$

- c. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian

$$\bar{w} = \frac{(\lambda / N)}{\mu(\mu - (\lambda / N))} \times 3600$$

$$\bar{w} = \frac{(889/4)}{267(267 - (889/4))} \times 3600$$

$$\bar{w} = 66,96 \text{ detik/kendaraan}$$

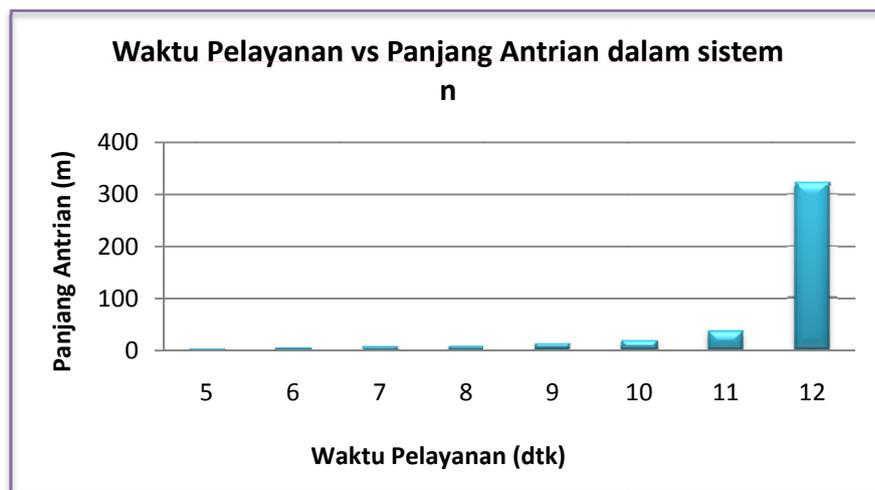
#### d. Perhitungan Antrian Gerbang Tol dengan Mempersingkat Waktu Pelayanan.

Perhitungan antrian dengan mempersingkat waktu pelayanan, dihitung dengan waktu pelayanan mulai dari 5-12 detik/kendaraan. Hasil perhitungan menunjukkan jumlah kendaraan dalam sistem, jumlah kendaraan dalam antrian, waktu menunggu dalam sistem, dan waktu menunggu dalam antrian. Contoh hasil perhitungan dengan nilai waktu pelayanan 12 dtk/kend, dengan jumlah gardu 2-6 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 3.  
Perhitungan Antrian dengan Waktu Pelayanan 12 detik/kendaraan

N	$\lambda$	$\mu$	$\bar{n}$	$\bar{n}$ (m)	$\bar{q}$	$\bar{q}$ (m)	$\bar{d}$	$\bar{w}$
2	889	300	-3.0761	-12.304	-4.5578	-18.231	-24.913	-36.913
3	889	300	80.8182	323.273	79.8304	319.322	981.818	969.818
4	889	300	2.85852	11.4341	2.11769	8.47075	46.3023	34.3023
5	889	300	1.45499	5.81997	0.86233	3.4493	29.4599	17.4599
6	889	300	0.97585	3.9034	0.48196	1.92785	23.7102	11.7102

Sumber : Hasil Perhitungan

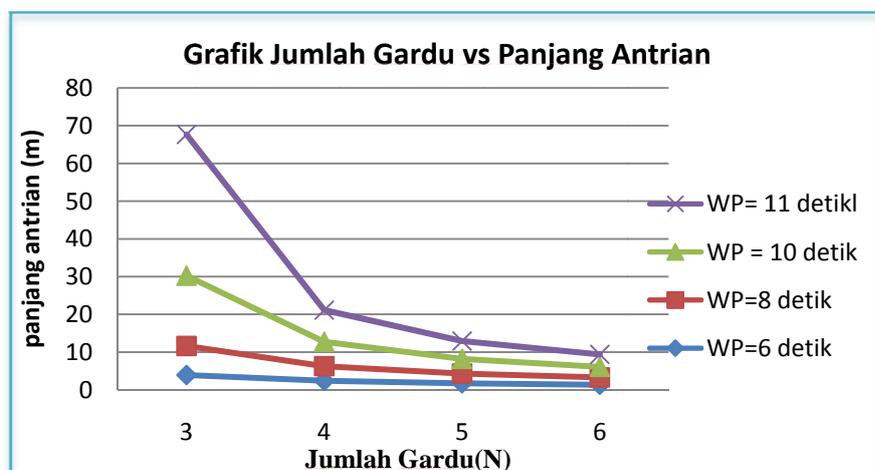


Grafik 1. Waktu Pelayanan vs Panjang Antrian dalam sistem n

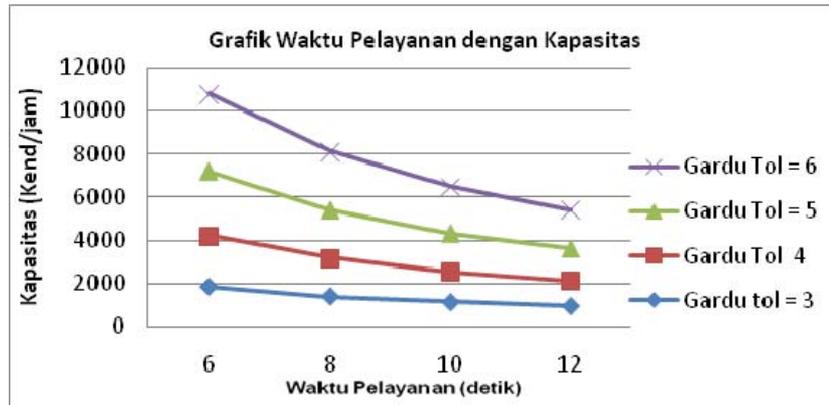
Dari hasil perhitungan panjang antrian, maka dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pelayanan dengan panjang antrian.

Dari grafik 1 menunjukkan jika waktu pelayanan yang digunakan kecil,

maka panjang antrian juga semakin kecil, demikian juga sebaliknya apabila waktu pelayanan yang digunakan semakin besar maka panjang antrian juga semakin pendek.



Grafik 2. Hubungan Jumlah Gardu dengan Panjang Antrian dalam sistem  $\bar{n}$



Grafik 3. Hubungan Jumlah Waktu Pelayanan dengan Kapasitas

Dari grafik 3 menunjukkan jika waktu pelayanan yang digunakan kecil, dan jumlah gardu tol sedikit maka kapasitas gerbang tol juga semakin kecil, demikian juga sebaliknya apabila waktu pelayanan yang digunakan semakin besar dan jumlah gardu tol yang melayani kendaraan semakin banyak maka kapasitas gerbang tol juga semakin besar.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Berdasarkan hasil survei, didapatkan volume kendaraan pada gardu *exit* gerbang tol Karawang Barat sebesar 889 kendaraan/jam dan didapatkan rata-rata nilai waktu pelayanan sebesar 13.5 detik/kendaraan.
2. Waktu pelayanan 13,5 detik/kendaraan pada gerbang tol Karawang Barat, maka gerbang tol tidak lagi memenuhi standar pelayanan minimum (SPM) yaitu untuk gardu exit pada sistem tertutup  $\leq 11$  detik/kendaraan.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, untuk kondisi saat ini yaitu waktu pelayanan 13,5 detik didapat nilai tingkat pelayanan di gerbang tol Karawang Barat sebesar 267 kendaraan/jam/gardu sedangkan tingkat kedatangan tiap gardu sebesar 297 kendaraan/jam/gardu.

4. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan dan tingkat pelayanan  $\geq 1$ , hal ini menunjukkan bahwa gerbang tol Karawang Barat sudah melebihi kapasitas. Sehingga akan terjadi antrian panjang, maka dibutuhkan penambahan jumlah gardu, dari 3 gardu menjadi 4 gardu.
5. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan jumlah gardu atau pengurangan waktu pelayanan dapat meningkatkan kapasitas gerbang tol dan mengurangi panjang antrian yang terjadi.
6. Jika dilakukan penambahan gardu, maka didapatkan nilai :
  - a. Jumlah rata-rata kendaraan didalam sistem ( $\bar{n}$ ) sebesar 5 kendaraan.
  - b. Jumlah kendaraan dalam antrian ( $\bar{q}$ ) sebesar 4 kendaraan.
  - c. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem ( $\bar{d}$ ) sebesar 80,45 detik/kendaraan.
  - d. Waktu menunggu dalam antrian ( $\bar{w}$ ) sebesar 66,95 detik/kendaraan.

### Saran

Pada penelitian ini hanya sebatas pada kapasitas dan antrian di gerbang tol, untuk penelitian pada gerbang tol lain, dapat diteliti suatu optimasi untuk peningkatan kapasitas gerbang tol. Selain

itu, untuk perhitungan dapat digunakan metode yang berbeda.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Departemen PU DirJen Bina Marga. 2009 *Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol* Departemen PU DirJen Bina Marga.
- Dwipajana, Satria. 2002. *Optimalisasi Kapasitas Gerbang Tol Pondok Gede Timur dengan Teori Antrian*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hutahaean, Marthyn. 2007. *Evaluasi Kapasitas dan Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Kakiay, Thomas J. 2004 *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata* Andi, Yogyakarta
- Miro, Fidel. 2004 *Prencanaan Transportasi* Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 392/PRT/M/2005 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol.
- Sugiyono. 2007 *Statistika untuk Penelitian* Cv Alfabeta, Bandung.