

EVALUASI KINERJA GERBANG TOL STUDI KASUS DI GARDU TOL JAKARTA UTARA

Zaenal Abidin^{1*}, Aripurnomo Kartohardjono²

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

*Email : zaenal.abidin@ipcmarineservice.co.id

ABSTRAK

Jalan adalah kebutuhan utama suatu wilayah dalam menopang kegiatan perekonomian, dengan kata lain semakin baik kondisi jalan semakin memudahkan dalam menggerakkan roda ekonomi suatu daerah itu sendiri maupun daerah sekitarnya, contohnya adalah akses jalan di lokasi-lokasi yang dianggap penting seperti Bandara, Pelabuhan, Pusat Pemerintahan dan lain sebagainya. Semakin baik kondisi jalan menuju Bandara maka semakin memudahkan masyarakat keluar masuk wilayah tersebut, sama dengan semakin baik jalan menuju Pelabuhan berarti semakin mudah barang keluar dan masuk Pelabuhan sehingga memudahkan dan meningkatkan kegiatan perekonomian wilayah tersebut. Jalan Tol atau yang bisa disebut juga jalan bebas hambatan adalah jalan yang dikhususkan untuk kendaraan yang memiliki sumbu roda lebih dari dua seperti mobil, bus, truk dan lain sebagainya. Salah satu bagian penting dari jalan tol adalah Gardu Tol dimana tempat pelayanan pembayaran bagi para pengguna jalan tol tersebut. Gardu Tol Rorotan 2 merupakan salah satu gardu tol yang memiliki peran penting bagi Pelabuhan Tanjung Priok, Gardu Tol Rorotan 2 adalah pintu keluar barang-barang dari pelabuhan Tanjung Priok menuju wilayah timur Jakarta yang melalui Jalan Luar Lingkar Timur Jakarta. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui kinerja Gardu Tol Rorotan 2 berdasarkan volume lalu lintas, tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, jumlah fasilitas pelayanan dan disiplin antrian.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, jumlah gardu tol yang sesuai dengan tingkat kedatangan kendaraan yang ada, sehingga tidak akan terjadi antrian yang panjang adalah 4 Gardu tol konvensional. Mempertimbangkan nilai efektifitas jumlah 4 Gardu tol konvensional dapat di konversi menjadi 2 Gardu tol Single Channel Multiple Phase dengan syarat waktu pelayanan pada Phase pertama dan kedua harus relatif sama.

Kata Kunci : Jalan tol, gardu tol, volume lalu lintas, kapasitas, tingkat pelayanan.

ABSTRACT

The road is the main necessity for a territory in bearing economic activities, in other words the better road conditions facilitate moving the economy in an area itself and surrounding areas, example is the road in lokasi-lokasi that are considered important as the airport, port, central government and others. The better the road to the airport the more facilitate the public in and out of the region, equal to the better way to port means more mudah freight out and harbor entrance to allow and improve economic activities the region. The types of the way of all kinds, one of which is toll road, highway or can called also a motorway is the devoted to vehicle having wheel axis more than two like cars, bus, trucks and others. One of the essential part of toll road is toll road gates where the service locations payment to road users the highway was. Toll road gates rorotan 2 is one of toll road gates who have important roles for the tanjung priok, toll road gates rorotan 2 is exit goods from the tanjung priok toward the eastern region of jakarta who through the outer path lingkar east jakarta. This study aims to analyze and know performance toll road gates rorotan 2 by volume traffic, arrivals, the level of service, the number of service facilities and discipline a queue. Based on the research done that have been undertaken, the number of toll road gates according to arrivals vehicles, so it will not happened a long queue is 4 toll road gates conventional. Consider value the effectiveness of the number of 4 toll road gates conventional can be converting into 2 toll road gates single channel multiple phase If service hours on first and second phase must similar.

Keywords: Toll road, Toll Gate, traffic volume, capacity, level of service.

PENDAHULUAN

Jenis-jenis jalan ada bermacam-macam, salah satunya adalah Jalan Tol, jalan tol atau yang bisa disebut juga jalan bebas hambatan adalah jalan yang dikhususkan untuk kendaraan yang memiliki sumbu roda lebih

dari dua seperti mobil, bus, truk dan lain sebagainya. Salah satu bagian penting dari jalan tol adalah Gardu Tol dimana tempat pelayanan pembayaran bagi para pengguna jalan tol tersebut.

Gardu Tol Rorotan 2 merupakan salah satu gardu tol yang memiliki peran penting bagi Pelabuhan Tanjung Priok, Gardu Tol Rorotan 2 adalah pintu keluar barang-barang dari pelabuhan tanjung priok menuju wilayah timur Jakarta yang melalui Jalan Luar Lingkar Timur Jakarta.

Pelabuhan Tanjung Priok adalah pintu gerbang utama denyut nadi perekonomian nasional. Lebih dari 75% kegiatan ekspor impor di Indonesia melalui pelabuhan ini. Laju pertumbuhan arus kapal dan barang di pelabuhan Tanjung Priok meningkat cukup signifikan., khususnya komoditas petikemas. Pertumbuhan rata-rata petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok mencapai $\pm 20\%$ per tahun.

Identifikasi masalah meliputi :

- Perkiraan total volume Pelabuhan Tanjung Priok 70% asal cargo peti kemas asal dan tujuannya dari daerah industri di wilayah Jawa Barat.
- Memiliki banyak ramp on antara lain: Semper, Koja Timur, dan Kebon Bawang Terjadi Kemacetan di sepanjang hari kerja terutama pada saat jam masuk dan pulang kerja.
- Terjadi kemacetan yang panjang pada waktu padat impor dari Pelabuhan Tanjung Priok maupun di sepanjang hari kerja terutama pada saat jam masuk dan pulang kerja.

METODE

Penelitian hanya dilakukan terhadap Pintu Tol Rorotan 2. Sumber populasi dalam penelitian ini adalah kendaraan mobil roda empat dan atau lebih. Untuk survei akan diambil pada 3 hari dalam satu minggu yang mewakili hari padat, hari normal dan hari senggang pada jam berangkat, istirahat makan siang dan jam pulang kantor. Gardu Tol yang di hitung adalah Gardu Tol Konvensional karena berdasarkan pengamatan awal, Gardu Tol Otomatis jarang sekali digunakan. Peraturan yang digunakan adalah MKJI 1997, UU No. 22 Tahun 2009 Tentang lalulintas dan angkutan jalan, Permen PU tentang Standar Pelayanan Minimal jalan Tol, PP No. 15 Tahun 2015.

Pengumpulan data pada peneitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Observasi merupakan teknik yang menuntut adanya pengamatan secara langsung maupun tidak langsung terhadap objek penelitian. Alasan dilakukannya observasi yaitu untuk

menyajikan gambaran realitas perilaku atau kejadian, menjawab pertanyaan, membantu mengerti perilaku manusia, dan evaluasi dengan melakukan pengukuran terhadap aspek tertentu serta melakukan umpan balik terhadap pengukuran tersebut. Pada penelitian ini, dilakukan observasi dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek penelitian guna mengumpulkan terkait meliputi : Data volume dan kecepatan lalu lintas Pengambilan data volume lalu lintas dilaksanakan selama 3 hari. Alat yang digunakan dalam pengambilan data volume dan Kecepatan lalu lintas ini menggunakan alat pencacah (*hand counter*), sedangkan untuk mengukur kecepatan menggunakan *stop watch* di mana data tersebut kemudian dimasukkan pada kertas formulir pengisian data yang telah disediakan. Data volume yang di amati dilakukan pada saat kepadatan lalu lintas, yaitu : Pagi hari, pukul 07.00 - 09.00 WIB , Siang hari, pukul 11.00- 13.00 WIB, Sore hari, pukul 16.00- 18.00 WIB

Semua data yang didapat dicatat dalam rentang waktu per 15 menit, berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Untuk pencatatan jenis kendaraan dikelompokkan menjadi :

- Kendaraan ringan (LV)\ misalnya mobi! penumpang, sedan, minibus, pickup, jeep.
- Kendaraan berat (HV)\ misalnya dump truck, trailer, bus.

2. Pengolahan Data, Langkah ini merupakan kegiatan pendahuluan dari analisis data yang kegiatannya meliputi:

-Editing: merupakan peninjauan kembali data-data yang telah dikumpulkan lewat survei dengan jalan memperbaiki maupun melengkapi data.

-Koding: pemberian kode terhadap data-data yang telah dikumpulkan.

3. Pengorganisasian Data, merupakan langkah lanjutan dari pengolahan data yaitu mengorganisasikan data yang telah diberi kode. Prosedur pengerjaannya dimulai dari menghitung frekuensi data masing-masing kendaraan yang berhubungan dengan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan, sampai membuat tabulasi yaitu proses penyusunan data ke dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kedatangan kendaraan (λ) adalah jumlah kendaraan yang datang atau melintasi

areal pelayanan gerbang tol untuk menggunakan fasilitas jalan tol. Dalam penelitian ini, kedatangan kendaraan pada Gerbang Tol Rorotan 2 Cilincing gardu tol tunai dan gardu tol elektronik dicatat dalam waktu 3 hari berbeda dengan interval setiap 15 menit selama 2 jam (120 menit) pada saat pagi, siang dan sore hari.

Data kedatangan kendaraan tersebut kemudian dikelompokkan dan dicari besarnya frekuensi yang terjadi selama waktu pengamatan, untuk kemudian dilakukan uji distribusi.

Kondisi Eksisting Gardu Tol Rorotan 2 Cilincing memiliki 2 Gardu Tol Tunai/konvensional dan 2 Gardu Tol otomatis, dalam pelaksanaan penelitian, penulis hanya memperhitungkan 2 Gardu Tol Tunai dikarenakan jumlah pengguna Gardu Tol otomatis hanya sedikit, sehingga penulis memutuskan untuk mengabaikan jumlah kendaraan yang melalui Gardu Tol Otomatis, berikut ini *Layout eksisting* Gardu Tol Rorotan 2.



Gambar 1. Kondisi Eksisting Gardu Tol Rorotan 2

Volume Lalu Lintas untuk mendapatkan data primer berupa data volume lalu lintas, penulis melakukan survei lapangan. Survei ini dilakukan selama tiga hari di GARDU Tol Rorotan 2 Cilincing, Jakarta Utara. Data volume dan kecepatan lalu lintas Pengambilan data volume lalu lintas dilaksanakan selama 3 hari yang mewakili jam padat pada setiap harinya. Alat yang digunakan dalam pengambilan data volume dan Kecepatan lalu lintas ini menggunakan alat pencacah (*hand counter*), sedangkan untuk mengukur kecepatan menggunakan *stop watch* di mana data tersebut kemudian dimasukkan pada

kertas formulir pengisian data yang telah disediakan.

Dalam proses pengamatan dan pengambilan data di lapangan, penulis dibantu rekan-rekan. Karena keterbatasan waktu dan juga karena lokasi yang terbatas untuk kalangan umum, penulis tidak dapat melakukan pengambilan data secara rinci. Data yang diambil menggunakan asumsi yang ada, tetapi nantinya akan disusun sesuai urutan hari dan dikelompokkan sesuai hari dan waktunya. Mungkin data yang akan disajikan akan jauh dari keakuratan dan kebenaran, tetapi penulis akan berusaha menyajikan data yang telah diperoleh secara jelas dan runtut.

Standar Pelayanan Minimum 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.

Tabel 1. Volume tingkat kedatangan kendaraan pada hari Kamis, 20 April 2017

HARI	PUKUL	Gardu 2	Gardu 3	Volume (kendaraan/15 menit)	Volume (kendaraan/jam)
Kamis pagi	07.00-07.15	183	187	370.00	
	07.15-07.30	160	168	328.00	
	07.30-07.45	157	167	324.00	
	07.45-08.00	153	159	312.00	
	08.00-08.15	159	161	320.00	
	08.15-08.30	148	162	310.00	
	08.30-08.45	168	180	348.00	
	08.45-09.00	175	185	360.00	
	Total	1,303	1,369	2,672.00	1,336.00
	Total	2,672			
Kamis siang	11.00-11.15	160	170	330.00	
	11.15-11.30	180	186	366.00	
	11.30-11.45	158	162	320.00	
	11.45-12.00	191	199	390.00	
	12.00-12.15	169	173	342.00	
	12.15-12.30	173	181	354.00	
	12.30-12.45	181	191	372.00	
	12.45-13.00	213	219	432.00	
	Total	1,425	1,481	2,906.00	1,453.00
	Total	2,906			
Kamis sore	16.00-16.15	196	200	396.00	
	16.15-16.30	209	217	426.00	
	16.30-16.45	202	212	414.00	
	16.45-17.00	204	210	414.00	
	17.00-17.15	232	236	468.00	
	17.15-17.30	230	238	468.00	
	17.30-17.45	235	239	474.00	
	17.45-18.00	224	232	456.00	
	Total	1,732	1,784	3,516.00	1,758.00
	Total	3,516			
Volume Rata-Rata Hari Kamis (kendaraan/jam)					1,515.66

HARI	PUKUL	Gardu 2	Gardu 3	Volume (kendaraan/15 menit)	Volume (kendaraan/jam)
Selasa pagi	07.00-07.15	131	133	264.00	
	07.15-07.30	121	127	248.00	
	07.30-07.45	118	126	244.00	
	07.45-08.00	124	136	260.00	
	08.00-08.15	121	131	252.00	
	08.15-08.30	124	128	252.00	
	08.30-08.45	117	131	248.00	
	08.45-09.00	117	119	236.00	
	Total	973	1,031	2,004.00	1,002.00
	Total	2,004			
Selasa Siang	11.00-11.15	122	130	252.00	
	11.15-11.30	127	133	260.00	
	11.30-11.45	121	131	252.00	
	11.45-12.00	130	138	268.00	
	12.00-12.15	125	131	256.00	
	12.15-12.30	117	119	236.00	
	12.30-12.45	126	130	256.00	
	12.45-13.00	132	136	268.00	
	Total	1,000	1,048	2,048.00	1,024.00
	Total	2,048			
Selasa Sore	16.00-16.15	121	127	248.00	
	16.15-16.30	120	124	244.00	
	16.30-16.45	127	137	264.00	
	16.45-17.00	126	134	260.00	
	17.00-17.15	124	136	260.00	
	17.15-17.30	118	122	240.00	
	17.30-17.45	127	129	256.00	
	17.45-18.00	121	135	256.00	
	Total	984	1,044	2,028.00	1,014.00
	Total	2,028			
Volume Rata-Rata Hari Selasa (smp/jam)					1,013.33

Tabel 2. Volume tingkat kedatangan kendaraan pada hari Minggu, 23 April 2017

HARI	PUKUL	Gardu 2	Gardu 3	Volume (kendaraan/15 menit)	Volume (kendaraan/jam)
Minggu pagi	07.00-07.15	105	111	216.00	
	07.15-07.30	109	119	228.00	
	07.30-07.45	117	129	246.00	
	07.45-08.00	125	127	252.00	
	08.00-08.15	124	128	252.00	
	08.15-08.30	119	127	246.00	
	08.30-08.45	118	128	246.00	
	08.45-09.00	110	118	228.00	
	Total	927	987	1,914.00	957.00
	Total	1,914			
Minggu siang	11.00-11.15	93	105	198.00	
	11.15-11.30	97	107	204.00	
	11.30-11.45	98	106	204.00	
	11.45-12.00	85	89	174.00	
	12.00-12.15	73	83	156.00	
	12.15-12.30	83	85	168.00	
	12.30-12.45	82	86	168.00	
	12.45-13.00	69	75	144.00	
	Total	680	736	1,416.00	708.00
	Total	1,416			
Minggu sore	16.00-16.15	119	133	252.00	
	16.15-16.30	123	129	252.00	
	16.30-16.45	119	127	246.00	
	16.45-17.00	121	125	246.00	
	17.00-17.15	96	108	204.00	
	17.15-17.30	82	92	174.00	
	17.30-17.45	73	83	156.00	
	17.45-18.00	82	86	168.00	
	Total	815	883	1,698.00	849.00
	Total	1,698			
Volume Rata-Rata Hari Minggu (kendaraan/jam)					838.00

Tabel 3. Volume tingkat kedatangan kendaraan pada hari Selasa, 25 April 2017

Perhitungan Tingkat Kedatangan (λ) pada Gerbang Tol Rorotan 2 Cilincing gardu tol tunai, diambil pada waktu padat diantara hari lainnya yaitu hari kamis, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\sum oi \cdot ni}{\sum oi} = 1515,66 \text{ kend/Jam}$$

$$= 0.422 \text{ Kendaraan/detik}$$

Setelah λ diketahui, maka perhitungan besarnya probabilitas kedatangan kendaraan/menit dapat dihitung dengan Rumus 2.12. Untuk kedatangan 1 kendaraan/menit selama 1 jam, besarnya probabilitasnya adalah: Besarnya frekuensi yang diharapkan untuk kedatangan:

$$P(n) = \frac{(\lambda t)^n \cdot x \cdot e^{-\lambda t}}{n!}$$

$$P(n) = \frac{(0,422 \times 1)^2 \times 2,178^{-(0,211 \times 1)}}{2}$$

$$P(n) = 0.076 \text{ kendaraan/detik}$$

Perhitungan Tingkat Pelayanan

Tabel 4. Volume rata-rata tingkat pelayanan

No. Gardu	Rata-Rata Pelayanan Tiap gardu (detik)
2	7.8
3	7.5
Rata-rata	7.65

Dengan nilai rata-rata tingkat pelayanan 7,65 detik/kendaraan masih memenuhi standar pelayanan minimum sesuai dengan PerMen Pekerjaan Umum No. 392/PRT/M/2005 tentang SPM Jalan Tol.

Selanjutnya dapat dihitung tingkat keberangkatan rata-rata :

$$= 1/7,65 = 0,13 \text{ kendaraan/detik}$$

Tingkat pelayanan rata-rata gardu :

$$\mu = 3600/7,65 = 471 \text{ kendaraan/jam}$$

Dengan tingkat keberangkatan rata-rata adalah 0,13 kendaraan/detik yang nilainya lebih besar dari yang diharapkan yaitu $P(n) = 0,076$ kendaraan/detik maka dipastikan terjadi antrian kendaraan dalam pelayanan Pintu Tol Rorotan 2.

Perhitungan Kapasitas Gardu Tol Rorotan 2

Dalam penelitian ini Indikasi yang digunakan untuk menilai suatu sistem pelayanan gerbang tol Rorotan 2 adalah :

- Jumlah rata-rata kendaraan didalam sistem (n)
- Jumlah Kendaraan dalam antrian (q)
- Waktu rata-rata dalam sistem (d)
- Waktu menunggu dalam antrian (w)

Pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai-nilai dari indikasi diatas adalah dengan disiplin antrian FIFO (Tamin 2003).

Tingkat Kedatangan (λ) = 1515,7
Kendaraan/Jam

Tingkat Pelayanan (μ) = 471
kendaraan/Jam

Jumlah gardu (N) = 2

$$\rho = (\lambda / N) / \mu$$

$$\rho = (1515,7 / 471) / 2$$

$$\rho = 1,61$$

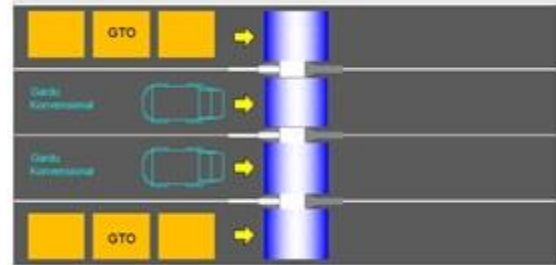
Dengan nilai $\rho > 1$, berarti akan terjadi antrian kendaraan yang panjang, dan sudah melebihi kapasitas, sehingga untuk mendapatkan jumlah kendaraan dalam sistem, jumlah kendaraan yang antri, waktu kendaraan dalam sistem, dan waktu menunggu dalam antrian tidak dapat

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

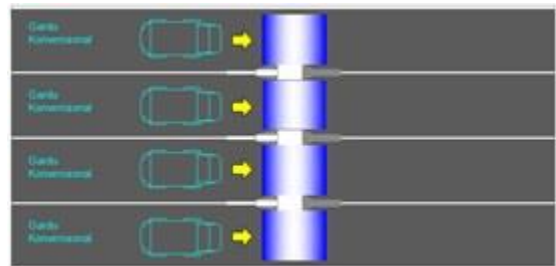
$$[(\lambda / N) / \mu] < 1$$

$$[(1515,7 / N) / 471] < 1$$

$$N > 3,220 \approx N = 4$$



Gambar 2. Kondisi Eksisting Gardu Tol



Gambar 3. Gardu Tol dengan Skema 4 Pintu Tol Konvensional

Jadi, dengan waktu pelayanan 13,5 detik/kendaraan, jumlah gardu tol yang dibutuhkan adalah 4 gardu tol. Selanjutnya dapat dihitung antrian dipintu tol.

Perhitungan Kapasitas dengan skema 4 Pintu Tol Konvensional

- a. Jumlah kendaraan dalam sistem :

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

$$\bar{n} = [(1515,7 / 4) / (471 - (1515,7 / 4))]$$

$$\bar{n} = 4,12 \text{ Kendaraan} \approx 4 \text{ Kendaraan}$$

- b. Jumlah kendaraan yang antri :

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

$$\bar{q} = [(1515,7 / 4)^2 / 471 \times (471 - (1515,7 / 4))]$$

$$\bar{q} = 3,31 \text{ Kendaraan} \approx 3 \text{ Kendaraan}$$

- c. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem

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

$$\bar{d} = [1 / (471 - (1515,7 / 4))] \times 3600$$

$$\bar{d} = 39,099 \text{ detik/kendaraan}$$

- d. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian

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

$$\bar{w} = [(1515,7 / 4) / 471 \times (471 - (1515,7 / 4))] \times 3600$$

$$\bar{w} = 31,46 \text{ detik/kendaraan}$$

$$\bar{q} = 3,31 \text{ Kendaraan} \approx 3 \text{ Kendaraan}$$

- c. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem

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

$$\bar{d} = [1 / (942 - (1515,7 / 2))] \times 3600$$

$$\bar{d} = 19,54 \text{ detik/kendaraan}$$

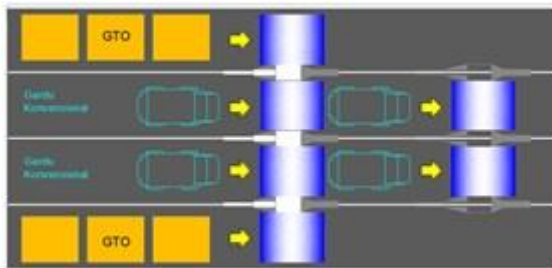
- d. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian

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

$$\bar{w} = [(1515,7 / 2) / 942 \times (942 - (1515,7 / 2))] \times 3600$$

$$\bar{w} = 15,73 \text{ detik/kendaraan}$$

Perhitungan Kapasitas dengan skema *Single Chanel Multiple Phase*



Gambar 4. Alternatif Skema *Single Chanel Multiple Phase*

Dalam perhitungan skema *Single Chanel Multiple Phase* nilai tingkat rata-rata pelayanan menjadi 2 kali lipat karena memiliki 2 tempat pelayanan pada setiap jalur antrian sehingga diketahui:

$$N = 2 \text{ dan } \lambda = 471 \text{ Kendaraan/jam} \times 2 = 942 \text{ Kendaraan/jam}$$

- a. Jumlah kendaraan dalam sistem :

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

$$\bar{n} = [(1515,7 / 2) / (942 - (1515,7 / 2))]$$

$$\bar{n} = 4,12 \text{ Kendaraan} \approx 4 \text{ Kendaraan}$$

- b. Jumlah kendaraan yang antri :

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

$$\bar{q} = [(1515,7 / 2)^2 / 942 \times (942 - (1515,7 / 2))]$$

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat di ambil beberapa kesimpulan yang merupakan jawaban dari hipotesis yang sudah di ungkapkan di awal, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan terjadi peningkatan volume barang yang cukup besar di Pelabuhan Tanjung Priok, khususnya untuk volume barang *import* yang melalui Gardu Tol Rorotan 2 terjadi pada hari kamis dengan volume tertinggi atau dalam hal ini disebut dengan tingkat kedatangan yang mencapai 1515,7 Kendaraan/jam.
2. Berdasarkan hasil pengamatan gardu tol konvensional lebih banyak digunakan karena kecenderungan pengguna tol merupakan truk dengan kapasitas yang besar sehingga jarang menggunakan gardu tol otomatis dengan tingkat waktu pelayanan rata-rata pada gardu tol konvensional adalah 471 Kendaraan/jam.
3. Dengan eksisting Gardu Tol Konvensional berjumlah 2 gardu, berdasarkan perhitungan dengan rumus $\rho = (\lambda / N) / \mu = 1,61$ jika $\rho > 1$, 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.

4. Berdasarkan hasil penelitian jumlah gardu tol yang sesuai dengan tingkat kedatangan kendaraan yang ada, sehingga tidak akan terjadi antrian yang panjang adalah :

$$[(\lambda / N) / \mu] < 1$$

$$[(1515,7 / N) / 471] < 1$$

$$N > 3,22 \approx N = 4$$
 Gardu Tol Konvensional
5. Dengan jumlah gardu yang dibutuhkan yaitu 4 Gardu maka dapat dihitung sebagai berikut
 - a. Jumlah kendaraan dalam sistem : 4 kendaraan
 - b. Jumlah kendaraan yang antri : 3 kendaraan
 - c. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem : 39,099 detik/kendaraan
 - d. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian : 31,46 detik/kendaraan
6. Mempertimbangkan nilai efektifitas jumlah 4 gardu dapat di konversi menjadi *Single Channel Multiple Phase* dengan syarat waktu pelayanan pada Phase pertama dan kedua harus relatif sama.
7. Dengan 2 Gardu *Single Channel Multiple Phase* maka dapat dihitung sebagai berikut
 - a. Jumlah kendaraan dalam sistem : 4 kendaraan
 - b. Jumlah kendaraan yang antri : 3 kendaraan
 - c. Waktu menunggu rata-rata dalam sistem : 19,54 detik/kendaraan
 - d. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian : 15,73 detik/kendaraan

Gardu Tol Rorotan 2 sangat berperan penting dalam kelancaran mata rantai logistik Pelabuhan Tanjung Priok. Dengan kondisi eksisting yang memiliki 4 (empat) loket dengan 2 (dua) pintu tol konvensional dan 2 (dua) pintu tol elektronik, pelayanan dirasakan tidak mencukupi untuk melayani volume kendaraan yang ada, sehingga diperlukan perubahan skema pelayanan menjadi 4 (empat) pintu tol konvensional, atau dengan merubah system antrian menjadi *Single Channel Multiple Phase* sehingga kapasitas Gardu Tol bertambah

DAFTAR PUSTAKA

Ofyar Z. Tam in, "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi", Jurusan Teknik Sipil ITB

[https://id.wikipedia.org/wiki/Lalu lintas](https://id.wikipedia.org/wiki/Lalu_lintas) ,

diakses 12 Februari 2017

- Anonim. 2004. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, Jakarta.
- Anonim. 2005. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol. Jakarta.
- Anonim. 2014. Peraturan Menteri Pu Nomor 16/Prt/M/2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol
- Ayu Indah Kencana Dewi. 2014. Tesis "Analisis Kinerja Pelayanan Gardu Tol Pada Jalan Tol Bali Mandara"
- Sodikin. 2006. Tesis "Kajian Masalah Antrian Pada Sistem Pengumpulan Tol Konvensional Terhadap Rancangan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik"
- Sweroad, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Bina Marga