

PENENTUAN SISTEM ANTRIAN KENDARAAN UNTUK MENENTUKAN EFEKTIVITAS JUMLAH GARDU PADA GERBANG TOL PT. JASA MARGA (PERSERO) TBK (STUDI KASUS GERBANG TOL CIBUBUR1)

Abdullah Ade Suryobuwono¹, Marthaleina Ruminda², Putri Lestari³, Raka Putra Mahersa⁴,
Arya Yudhistira Musyaffa⁵

^{1,2,3,4,5}Institut Transportasi Dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

E-mail: ¹adesuryo.lptl@itltrisakti.ac.id, ²marthaleina.rs@gmail.com, ³putrilestari756@gmail.com,
⁴rakaputraa18@gmail.com, ⁵aryayudhistira046@gmail.com

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah : (1) Untuk mengetahui sistem antrian di gerbang tol cibubur 1; (2) untuk mengetahui efektivitas antrian gardu tol yang tersedia di gerbang tol cibubur 1; dan (3) untuk mengetahui strategi peningkatan pelayanan gardu tol di gerbang tol cibubur1. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari PT. JASA MARGA (Persero) Tbk. Dalam penelitian ini dipergunakan metode sistem antrian, data yang digunakan terhitung dari bulan Agustus – Oktober 2019, periode waktu tersebut dibagi dalam 3 zona waktu di setiap harinya yang meliputi pagi (06.00-10.59), siang (11.00-15.59) dan sore (16.00-20.59), serta masing – masing zona waktu di hitung dalam waktu per 5 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata tingkat kedatangan tertinggi yaitu pada bulan Agustus mencapai 9.847 kendaraan sedangkan rata-rata kendaraan per jam tertinggi yaitu masing-masing terjadi pada waktu sore hari yaitu pada pukul 16.00-20.59 pada bulan Agustus – Oktober. Dalam peningkatan strategi pelayanan hasil penelitian dapat diterapkan sebagai berikut, melakukan pengaturan pada komposisi lalu lintas, meningkatkan jaringan jalan, pengaturan pengemudi dan pengembangan pelayanan infrastruktur.

Kata kunci: Gardu Tol, Pelayanan Jaringan Jalan, Sistem Antrian

Abstract. The aims of this study are: (1) To determine the queuing system at the Cibubur 1 toll gate; (2) to determine the effectiveness of the toll booth queues available at the Cibubur 1 toll gate; and (3) to find out the strategy for improving the service of the toll booth at the Cibubur toll gate1. The data used is secondary data obtained from PT. JASA MARGA (Persero) Tbk. In this study, the queuing system method is used, the data used is from August - October 2019, the time period is divided into 3 time zones each day which includes morning (06.00-10.59), afternoon (11.00-15.59) and afternoon (16.00-5.00pm). 20.59), and each time zone is calculated every 5 hours. The results of this study indicate that the highest average arrival rate is in August reaching 9,847 vehicles, while the highest average vehicle hourly rate occurs in the afternoon, namely at 16.00-20.59 in August - October. In improving the service strategy, the research results can be applied as follows, making arrangements for the composition of traffic, improving the road network, regulating drivers and developing infrastructure services.

Keywords: Toll Gate, Road Network Service, Queue System

1. PENDAHULUAN

Indonesia membutuhkan jaringan jalan yang handal untuk mendukung gerak pertumbuhan ekonomi, melalui Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1978, pada tanggal 1 Maret 1978 Pemerintah mendirikan PT. Jasa Marga (Persero) Tbk. Tugas utama PT. Jasa Marga (Persero) Tbk. adalah merencanakan, membangun, mengoperasikan dan memelihara jalan tol serta sarana kelengkapannya agar jalan tol dapat berfungsi sebagai jalan bebas hambatan yang memberikan manfaat lebih tinggi daripada jalan umum bukan tol. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol.

Penyelenggaraan jalan tol di maksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan. Penyelenggaraan jalan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya.

Secara garis besar, di dalam siklus Sistem Transportasi Nasional (Sistranas) terdapat tiga moda angkutan utama, terdiri dari angkutan darat, laut, serta udara. Suyitno, (2018) Pada angkutan darat, salah satunya adalah angkutan jalan,

dimana angkutan jalan terbagi menjadi dua yaitu angkutan jalan melalui Tol dan Non-Tol yang masing-masing kegunaannya berbeda. Salah satu angkutan jalan berbasis Tol adalah yang dikelola oleh PT. Jasa Marga (Persero) Tbk. (Karsaman, 2009)

PT. Jasa Marga (Persero) Tbk merupakan perusahaan yang dapat bergerak dalam bidang jasa penyelenggaraan jaringan jalan dan pengelola jaringan jalan agar jalan bebas hambatan bagi kendaraan yang melintas. Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang jaringan jalan, PT. Jasa Marga (Persero) Tbk juga tidak lepas dari peningkatan pengguna jasa jaringan jalan yang melintas setiap harinya, baik itu kendaraan pribadi atau kendaraan pengangkut barang. Untuk menghasilkan efektivitas peningkatan pengguna jasa jaringan jalan yang maksimal maka PT. Jasa Marga (Persero) Tbk harus memperhatikan banyak hal seperti, penerapan sistem gardu tol, perawatan infrastruktur jaringan jalan, menyiapkan Jemput Kendaraan (JKR) atau jemput kendaraan pada jam jam sibuk agar kemacetan pada ruang lingkup gardu tol terurai, mengefisienkan waktu untuk tapping pada gardu tol, pemeriksaan atau perawatan rutin pada gardu tol, memverifikasim sistem antrian jalan tol agar memperlancar arus kendaraan, meningkatkan fasilitas yang ada pada jaringan jalan agar memberikan rasa aman kepada para pengendara baik itu kendaraan pribadi atau kendaraan besar.

Maka perlu adanya evaluasi dari setiap proses sistem gardu tol pada kendaraan, agar perusahaan mengetahui apa saja yang menjadi kendala pada sistem antrian kendaraan di gerbang tol, sehingga pengemudi kendaraan dapat menikmati perjalanan mereka dengan aman serta nyaman.

Salah satunya dengan meningkatkan efektivitas tapping pada sistem antrian gardu tol agar pelayanan jaringan jalan bebas hambatan atau Tol menjadi salah satu moda transportasi favorit bagi masyarakat dan dapat menunjang perekonomian karena transportasi merupakan jantung perputaran kehidupan manusia, sebab kebutuhan logistik di daerah terpencil bisa dicapai melalui jasa jaringan jalan.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : (1) Bagaimana sistem antrian di Gerbang Tol Cibubur 1 pada Agustus-Oktober 2019?; (2) Bagaimana efektivitas sistem antrian kendaraan yang terjadi di Gerbang Tol Cibubur1 pada Agustus-Oktober 2019?; (3) Bagaimana strategi peningkatan pelayanan Gardu Tol di Gerbang Tol Cibubur1 pada Agustus-Oktober 2019?

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data terukur. Metode analisis yang dipergunakan adalah Sistem Antrian. Data diperoleh adalah data sekunder dan primer.

2. LANDASAN TEORI

A. Teori Antrian

Teori antrian atau sering disebut queuing theory merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga alat yang sangat berharga bagi manajemen operasi. Teori ini diperkenalkan oleh seorang insinyur Denmark yang bernama A.K. Erlang. Model antrian sangat berguna baik dalam bidang

manufaktur maupun jasa. Bahwa *a waiting line is one or more 'customer' waiting for services*. Artinya, Antrian merupakan satu atau lebih 'pelanggan' yang menunggu untuk dilayani. Krajewski J. et al., (2010) dan bahwa antrian (waiting-line/queue) adalah item-item atau orang-orang dalam suatu baris yang menunggu dilayani. Heizer & Render, (2014), Sedangkan teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Jadi dari definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa antrian merupakan sejumlah orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk diproses atau dilayani. (Dimiyati & Dimiyati, 2011).

Sistem antrian kendaraan pada penelitian ini adalah sistem yang dimana berkaitan secara keseluruhan mulai dari kedatangan pelanggan, kendaraan memasuki barisan antrian hingga pelanggan berada pada sistem antrian untuk melakukan tapping pada gardu tol dan setelah itu pelanggan meninggalkan gardu tol untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif dan efisien.

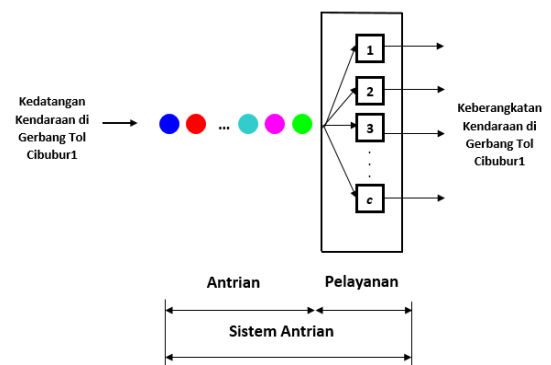
B. Efektivitas Gerbang Tol

Efektivitas merupakan hubungan antara output dengan tujuan. Semakin besar kontribusi output terhadap pencapaian tujuan, maka semakin efektif organisasi, program, atau kegiatan. Efektivitas adalah kemampuan untuk memilih tujuan-tujuan atau sasaran-sasaran yang tepat dan mencapainya.(Abidin & Kartohardjono, 2017)

Efektivitas gardu tol adalah kemampuan untuk memilih tujuan-tujuan atau sasaran yang tepat dan mencapainya agar apa yang sudah ditetapkan dalam rencana atau hasil yang di harapkan dapat tercapai untuk itu perlu adanya perawatan infrastruktur terutama dalam pelayanan gerbang tol agar output yang dihasilkan menjadi efektif dan memenuhi tujuan yang diharapkan.

Beberapa penelitian terkait analisis sistem antrian pada gerbang tol adalah penelitian Ali et al., (2017) dan Anthara, (2015). Ali et al., (2017) melakukan analisis sistem antrian dengan metode dekriptif dan metode tingkat aspirasi. Anthara, (2015) melakukan analisis sistem antrian gerbang tol dengan metode deskriptif dan komparatif.

Kerangka konsep penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Konseptual Model

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kantor Pusat PT. Jasa Marga (Persero) Tbk, Jakarta. Dalam penelitian ini sampel yang penulis gunakan adalah daftar penelitian pada periode Agustus - Oktober mengenai antrian dan efektivitas Tahun 2019.

Dalam Penelitian ini teknik analisa data menggunakan Metode Analisis Sistem Antrian dalam Software Mathcad. Analisis Sistem Antrian yang digunakan adalah Sistem Antrian M/M/c, dimana sistem antriannya dengan waktu antardatang berdistribusi eksponensial atau jumlah pelanggan yang datang berdistribusi poisson, waktu layannya berdistribusi eksponensial atau jumlah pelanggan yang berangkat berdistribusi poisson, sedangkan jumlah pelayan paralelnya sebanyak c . (Hapsari, 2012)

Notasi

λ	laju datang (arrival rate) yaitu jumlah pelanggan yang datang rata-rata per satuan waktu
μ	laju layan yaitu jumlah pelanggan yang telah dilayani rata rata per satuan waktu
λ_n	laju datang dari keadaan (state) jumlah pelanggan sebanyak n
μ_n	laju layan dari keadaan jumlah pelanggan sebanyak n
ρ	faktor utilitas dihitung dengan rumus $\rho = \lambda/c\mu$
P_n	probabilitas ada n pelanggan dalam sistem antrian yang keadaannya mapan (<i>steady state</i>), menyatakan juga ekspektasi proporsi waktu bahwa sistem berada dengan jumlah pelanggan sebanyak n . Keadaan mapan (<i>steady state</i>) berarti distribusi probabilitas jumlah pelanggan dalam antrian dan distribusi probabilitas jumlah pelanggan dalam sistem tidak bergantung waktu.
λ_{eff}	laju datang rata-rata efektif $= \sum_{n=0} \lambda_n P_n$
EN	ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem
EN_q	ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian
EW	ekspektasi waktu sistem yaitu waktu rata-rata pelanggan berada dalam sistem
ED	ekspektasi waktu antri yaitu waktu rata-rata pelanggan berada dalam antrian
ET	ekspektasi waktu antar datang pelanggan, yaitu besarnya sama dengan $= 1/\lambda$
ES	ekspektasi waktu layan pelanggan, yaitu besarnya sama dengan $= 1/\mu$

Probabilitas ada n pelanggan dalam sistem P_n secara terinci yaitu

$$P_n = \begin{cases} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right)}, & n \leq c \\ \frac{\lambda^n}{c! c^{n-c} \mu^n} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right)}, & n \geq c \end{cases} \quad (1)$$

Dari hasil diatas maka ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian EN_q

$$EN_q = \frac{\lambda^c}{c! \mu^c} \frac{\lambda}{c\mu} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left(\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{c\mu}}\right)} \quad (2)$$

Besarnya ekspektasi waktu antri ED

$$ED = \frac{\lambda^c}{c! \mu^c} \frac{1}{c\mu} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left(\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{c\mu}}\right)} \quad (3)$$

Besarnya ekspektasi waktu sistem EW

$$EW = \frac{\lambda^c}{c! \mu^c} \frac{1}{c\mu} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left(\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{c\mu}}\right)} + \frac{1}{\mu} \quad (4)$$

Ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem $EN = \lambda_{eff} EW = \lambda EW$.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Antrian pada Gerbang Tol Cibubur

Data jumlah volume kendaraan pada sistem antrian gerbang tol Cibubur1 dikumpulkan setiap 1 bulan, yang mana penghitungannya dibagi dalam 3 zona waktu di setiap harinya yang meliputi pagi, siang dan sore serta masing – masing zona waktu di hitung dalam waktu per 5 jam. Rata-rata jumlah tingkat kendaraan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober memiliki rata-rata kenaikan pada waktu sore hari terhitung pada pukul 16.00 – 20.59. Rata-rata jumlah kendaraan diperoleh dari hasil perhitungan volume kendaraan setiap per 5 jam pada waktu pagi, siang dan sore.

Pada bulan Agustus jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 9.847 kendaraan pada waktu sore hari, selanjutnya pada bulan September jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 9.827 kendaraan, sedangkan pada bulan Oktober

jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 9.061 kendaraan. Rata-rata diatas merupakan hasil dari penghitungan pada zona waktu pagi, siang dan sore yang mana tiap masing-masing zona waktu dibagi dalam per 5 jam.

Rata-rata jumlah tingkat kendaraan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober memiliki rata-rata kenaikan pada waktu sore hari terhitung pada pukul 16.00 – 20.59. Rata-rata jumlah kendaraan diperoleh dari hasil perhitungan volume kendaraan setiap per 5 jam pada waktu pagi, siang dan sore.

Pada bulan Agustus jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 1.965 kendaraan pada waktu sore hari, selanjutnya pada bulan September jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 1.897 kendaraan, sedangkan pada bulan Oktober jumlah tingkat kendaraan tertinggi mencapai 1.812 kendaraan. Rata-rata diatas merupakan hasil dari penghitungan pada zona waktu pagi, siang dan sore yang mana tiap masing-masing zona waktu dibagi dalam per 5 jam.

B. Efektivitas Gardu Tol yang tersedia di Gerbang Tol Cibubur1

Kendaraan yang datang menuju Gerbang Tol Cibubur1 tidak dalam jumlah yang sedikit, namun kendaraan yang dalam jumlah besar. Pada saat pemerintah menetapkan peraturan untuk transaksi menggunakan non tunai yang menuju Gerbang Tol Cibubur1 sangat banyak perubahan yang terjadi hingga adanya antrian kendaraan yang cukup lumayan panjang.

Berikut ini adalah hasil perhitungan tingkat kendaraan per jam yang menuju Gerbang Tol Cibubur1 tahun 2019 selama 3 bulan dari bulan Agustus sampai bulan Oktober. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui rata rata kendaraan (λ) sebanyak 1735 kendaraan per jam, jumlah pelayan (c) atau jumlah gardu sebanyak 5 gardu mdan rata rata pelayanan (μ) sebanyak 360 kendaraan/jam. Dari asumsi yang penulis buat dan dengan diketahuinya λ , c , dan μ dapat diperoleh secara statistik sebagai berikut :

- Faktor Utilitas
 $\rho = \lambda / c\mu = 0,964$
- Probabilitas ada nol pelanggan dalam sistem

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda} \right)} = 2,452 \cdot 10^{-6}$$

- Ekspetasi jumlah pelanggan dalam antrian (EN_q) menggunakan persamaan (2) sebesar $3,549 \cdot 10^{-13}$.
- Ekspetasi waktu antri yaitu waktu rata-rata pelanggan berada dalam antrian (ED) menggunakan persamaan (3) sebesar $9,859 \cdot 10^{-16}$ jam atau $3,549 \cdot 10^{-12}$ detik.
- Ekspetasi waktu sistem yaitu waktu rata-rata pelanggan berada dalam sistem (EW) menggunakan persamaan (4) sebesar $5,764 \cdot 10^{-4}$ jam atau 2,075 detik.

Dari data perhitungan tersebut dapat dijelaskan bahwa pada sistem antrian di gardu tol Cibubur1 tidak terjadi perubahan yang signifikan, berikut adalah penjelasan dari perhitungan diatas:

- Jika nilai $\rho > 1$, berarti dapat dipastikan akan terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang (tidak berhingga). Dan di dapat nilai $\rho < 1$ sehingga dapat dipastikan bahwa antrian tidak akan selalu bertambah panjang.
- Pada probabilitas sistem antrian kendaraan (ρ), untuk sistem antrian kendaraan di ambil dari jumlah puncak yang tertinggi dengan jumlah pelanggan yang mengantri adalah 0,002452, artinya sangat mungkin gardu tol kosong dan tidak ada kendaraan yang mengantri.
- Pada eksptasi jumlah pelanggan yang berada dalam antrian (EN_q), untuk rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam antrian di dapat rata rata jumlah pelanggan yang berada di dalam antrian adalah 0,000000000003549 detik, artinya kemungkinan tidak ada pelanggan yang mengantri pada Gerbang Tol Cibubur1.
- Pada eksptasi jumlah pelanggan dalam sistem (EN), untuk rata-rata jumlah pelanggan yang berada dalam sistem gardu tol adalah 0,207 detik, artinya terdapat satu pelanggan yang dilayani tetapi tidak ada pelanggan lain yang mengantri.
- Pada rata-rata waktu antri pelanggan berada di dalam sistem (ED), untuk sistem antrian yang di dapat rata-rata waktu pelanggan berada di dalam sistem adalah 0,000000000003549 detik, artinya pelanggan yang berada dalam sistem sangat singkat karena tidak ada pelanggan yang mengantri.
- Pada waktu rata-rata pelanggan berada dalam sistem (EW), untuk waktu rata-rata pelanggan berada dalam sistem atau waktu pada saat tapping adalah 2,075 detik, artinya mulai dari pelanggan datang hingga pelanggan dilayani, tidak ada pelanggan yang mengantri.

C. Strategi Peningkatan Pelayanan Gardu Tol yang tersedia di Gerbang Tol Cibubur 1

Berdasarkan dari hasil perhitungan data yang telah dijabarkan penulis strategi yang harus diterapkan oleh PT. JASA MARGA (PERSERO) Tbk Cabang Cibubur1 adalah:

- Pengaturan Komposisi Lalu Lintas untuk mengurangi terjadinya kepadatan atau penumpukan kendaraan pada lokasi off-ramp jalan tol yang sangat berdekatan dengan lokasi persimpangan sebidang. Tujuannya adalah meghilangkan antrian di jalan tol pada saat terjadi kemacetan lalu lintas di persimpangan sebidang. Karena pada persimpangan sebidang terdapat beberapa permasalahan seperti layanan angkutan umum kendaraan yang parkir sembarangan di bahu jalan, jalur kendaraan keluar yang sangat dekat dengan rambu lalu lintas. Oleh karena itu dalam permasalahan tersebut perlu adanya pemasangan rambu rambu perintah dan larangan seperti :pemasangan rambu dilarang berhenti dan dilarang parkir disekitar off-ramp atau jalur yang menuju pada persimpangan sebidang, membuat lokasi off-ramp baru untuk meningkatkan akses keluar jalan tol, dan penutupan gerbang masuk tol pada saat waktu tertentu

atau pada saat lalu lintas di dalam jalan tol sudah sangat padat dan tidak bergerak.

- Peningkatan Jaringan Jalan untuk meningkatkan kualitas konstruksi jalan, melalui upaya-upaya perawatan dan pemeliharaan yang lebih baik, dengan melakukan pengecekan dan pengaspalan secara berkala baik pada pagi hingga malam hari. Peran kinerja karyawan pada bagian operasional khususnya sangat diperlukan untuk dapat melakukan peningkatan jaringan jalan dan meningkatkan mutu pelayanan agar pengguna jasa merasa aman pada saat melintas di jalur tol.
- Pengembangan Pelayanan Infrastruktur untuk mengembangkan pelayanan di dalam bidang sistem antrian atau sistem yang saat ini digunakan yaitu melakukan pembayaran non-tunai. Dalam hal pengembangan ini perlu diperhatikan, perkembangan zaman yang semakin mengembangkan teknologi, maka dari itu perlu adanya upaya untuk mengembangkan sistem pembayaran non-tunai dan beralih menggunakan sistem *Multi Lane Free Flow* (MLFF) yaitu sistem aliran bebas multi jalur. Sistem ini sangat efektif diberlakukan apabila kondisi jalur keluar tol tidak berdekatan dengan persimpangan sebidang. (Budiharjo & Margarani, 2019)

5. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada rata – rata jumlah kendaraan per hari untuk periode bulan Agustus sampai dengan Oktober rata-rata kenaikan jumlah kendaraan pada waktu sore hari, terhitung pada pukul 16.00 – 20.59. Rata-rata jumlah kendaraan diperoleh dari hasil perhitungan volume kendaraan setiap per 5 jam pada waktu pagi, siang dan sore. Untuk tingkat kedatangan tertinggi yaitu terjadi pada bulan Agustus dengan jumlah kendaraan sebanyak 9.847 kendaraan. Untuk gerbang tol Cibubur1 rata rata kendaraan kenaikannya memang terjadi pada sore hari terhitung pada pukul 16.00 – 20.59, karena pada pukul tersebut merupakan jam sibuk para pengguna jasa yang tujuannya merupakan arus balik. itu menjelaskan bahwa dari waktu pagi hingga sore hari kenaikan jumlah pengguna terjadi pada waktu sore hari.
2. Pada probabilitas sistem antrian kendaraan (ρ), untuk sistem antrian kendaraan di ambil dari jumlah puncak yang tertinggi dengan jumlah pelanggan yang mengantri adalah 0,00002452. Dari hasil tersebut di dapat $\rho < 1$ sehingga dapat dipastikan bahwa antrian tidak akan selalu bertambah panjang.
3. Pada strategi peningkatan pelayanan perlu adanya pengembangan dari sektor infrastruktur, pembatasan dan pengaturan, dengan begitu kinerja pelayanan yang dilakukan oleh perusahaan juga dapat meningkat dan dampak pada pengguna jalan tol mendapatkan pelayanan yang lebih efisien untuk jangka waktu kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Kartohardjono, A. (2017). *Evaluasi Kinerja Gerbang Tol Studi Kasus Di Gardu Tol. November*, 1–2.
- Ali, A. M., Mukhlis, & Septiyan, A. (2017). Analisis Sistem Antrian untuk Menentukan Jumlah Gardu Keluar yang Optimal pada Gerbang Tol Tanjung Mulia. *Seminar Nasional Teknik Industri [SNTI2017]*, 13–14.
- Anthara, I. M. A. (2015). *Anthara, I Made Aryantha. 2015. Analisis Sistem Antrian Gerbang Tol Pasteur Bandung di PT Jasa Marga (Persero) Tbk. Majalah Ilmiah UNIKOM. vol. 12. no. 1. 12 halaman. 12(1)*, 25–36.
- Budiharjo, A., & Margarani, S. R. (2019). Kajian Penerapan Multi Lane Fee Flow (MLFF) Di Jalan Tol Indonesia. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.46447/kjt.v6i2.27>
- Dimiyati, T. T., & Dimiyati, A. (2011). *Operations Research* (Edisi 3). Sinar Baru Algesindo.
- Hapsari, A. (2012). Jurnal Penelitian Transportasi Darat. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. http://ppid.dephub.go.id/files/datalitbang/JURNAL_DA_RAT_2015.pdf
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Manajemen Operasi* (Edisi 11). Salemba Empat.
- Karsaman, R. H. (2009). Kaji Ulang Penentuan Tarif dan Sistem Penggolongan Kendaraan Jalan Tol di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 95. <https://doi.org/10.5614/jts.2009.16.2.5>
- Krajewski J., L., Ritzman P., L., & Malhotra K., M. (2010). *Manajemen Operasi* (Edisi 12). Pearson Education.
- Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun. (1978). Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1978. *PENYERTAAN MODAL NEGARA REPUBLIK INDONESIA DALAM PENDIRIAN PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) DI BIDANG PENGELOLAAN, PEMELIHARAAN, DAN PENGADAAN JARINGAN JALAN TOL, SERTA KETENTUAN-KETENTUAN PENGUSAHAANNYA PRESIDEN*, 1, 1–5. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjWxrKeif7eAhVYfysKHcHWAOWQFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ojk.go.id%2Fid%2Fkanal%2Fpasar-modal%2Fregulasi%2Fundang-undang%2FDocuments%2FPages%2Fundang-undang-nomo>
- Suyitno, B. M. (2018). *Studi Kasus Transportasi Nasional. November*, 13. <https://www.yourdictionary.com/business-ethics>