

## ANALISIS KINERJA SISTEM PELAYANAN GARDU TOL PADA GERBANG TOL BUNDER GRESIK

### ANALYSIS OF PERFORMANCE OF TOLL GATE SERVICE SYSTEM AT BUNDER TOLL GATE GRESIK

Eko Wahyu Anantya<sup>1</sup>, Kholidia Ayunaning<sup>2</sup>

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik – Indonesia*  
*\*Email: ekowahyuanantya@gmail.com*

#### Artikel histori:

Submitted 22 Nov 2025  
Revised 30 Nov 2025  
Accepted 22 Des 2025  
Online 22 Des 2025

**ABSTRAK** : Peningkatan kendaraan seiring pertumbuhan penduduk memicu kebutuhan transportasi lebih baik. Untuk menjawab tantangan itu pemerintah memperluas jaringan jalan tol termasuk di Kabupaten Gresik yang dikenal sebagai kawasan industri. Meski begitu arus lalu lintas di Gerbang Tol Bunder kerap tersendat pada jam sibuk sehingga mengganggu mobilitas dan distribusi barang. Kondisi ini mendorong perlunya evaluasi kinerja gerbang tol agar layanan tetap lancar.

Penelitian ini mengevaluasi antrian dan waktu pelayanan di Gerbang Tol Bunder pada bulan Juli 2025 dengan mengamati tingkat kedatangan kendaraan dan membandingkannya dengan Standar Pelayanan Minimum. Data lapangan kemudian dianalisis menggunakan teori antrian untuk menilai pemanfaatan gardu dan kondisi antrean.

Hasil menunjukkan puncak kendaraan terjadi pada 16 Juli. Jumlah kendaraan gerbang keluar mencapai 10.242 unit masih di bawah batas SPM 10.800. Gerbang masuk tercatat 6.851 kendaraan juga masih di bawah batas 8.100. Meski volume tidak melewati standar kemampuan pelayanannya berbeda. Gerbang keluar masih aman dengan nilai intensitas  $\rho$  0,968 yang menandakan gardu mampu melayani arus. Di sisi lain nilai  $\rho$  gerbang masuk mencapai 1,058 sehingga pelayanan tidak sanggup mengimbangi kedatangan kendaraan. Dampaknya tidak muncul antrian di gerbang keluar tetapi gerbang masuk mengalami kondisi antrian yang cenderung tidak terkontrol.

Penelitian menegaskan bahwa masalah utama bukan jumlah kendaraan melainkan kapasitas pelayanan di gerbang masuk. Penguatan sistem layanan baik dari efisiensi maupun penambahan kapasitas menjadi kunci untuk meredam kemacetan dan meningkatkan mutu pelayanan jalan tol.

**Kata kunci:** Gerbang Tol Bunder Gresik, Antrian Kendaraan, Waktu Pelayanan, Standar Pelayanan Minimum

**ABSTRACT:** Here is a streamlined version that keeps the meaning intact and the flow natural.

The rising number of vehicles driven by population growth has increased the demand for efficient transportation systems. To respond to this need, the government continues expanding toll road networks, including in Gresik Regency, a key industrial hub in East Java. However, congestion still frequently occurs at the Bunder Toll Gate during peak hours, disrupting traffic flow and slowing the movement of goods. This situation highlights the importance of evaluating toll gate performance to ensure reliable service for users.

This study examines queue lengths and service times at the Bunder Toll Gate using vehicle arrival rates and compliance with Minimum Service Standards. The research applied a quantitative method supported by field observations conducted from July 14 to July 18, 2025. Queueing theory

*was used as the analytical framework to assess booth utilization, service capacity, and queue behavior at both entry and exit points.*

*The findings show that vehicle arrivals peaked on July 16, 2025. At the exit gate, the total number of vehicles reached 10,242, still within the MSS limit of 10,800, while the entrance recorded 6,851 vehicles, below its threshold of 8,100. Despite this, service performance differed across the two gates. The exit booths operated within their capacity with a traffic intensity of 0.968, indicating they could still manage the flow. The entrance gate exceeded capacity with a value of 1.058, signaling demand beyond what the booths could process. Queue analysis confirmed this imbalance, revealing steady conditions at the exit but ongoing queues at the entrance. In summary, recurring congestion at the Bunder Toll Gate is driven less by traffic volume and more by insufficient service capacity, particularly at the entrance. Improving operational efficiency and expanding toll booth capability is essential for minimizing queues and strengthening service quality across the toll road network.*

**Keywords:** *Bunder Gresik Toll Gate, Vehicle Queue, Service Time, Minimum Service Standards*

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan kendaraan di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan pertumbuhan penduduk. Peningkatan ini mendorong kebutuhan akan infrastruktur transportasi yang memadai. Untuk menopang mobilitas dan pertumbuhan ekonomi, pemerintah mendirikan PT Jasamarga pada 1 Maret 1978 sebagai operator jalan bebas hambatan di Indonesia.

Jalan tol berperan sebagai infrastruktur vital yang menghubungkan kawasan industri, pusat ekonomi, dan wilayah perdagangan. Keberadaannya mampu mempersingkat waktu tempuh dan menekan biaya distribusi sehingga memberi dampak positif pada efisiensi logistik.

Kenaikan jumlah kendaraan menyebabkan volume lalu lintas di jalan tol ikut meningkat. Kabupaten Gresik merupakan salah satu kawasan industri terbesar yang ada di Provinsi Jawa Timur dengan sekitar 1800 pabrik, dan terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan kawasan industri ini mengakibatkan meningkatnya lalu lintas secara pesat, yang dapat menimbulkan konflik dan kemacetan di jalan (Ayunaning & Hakim, 2023). Jalan tol di daerah ini menjadi jalur utama distribusi barang sehingga kelancarannya menjadi bagian penting dari Standar Pelayanan Minimum.

Salah satu masalah yang sering muncul adalah antrean panjang di gerbang tol, terutama pada jam sibuk. Fenomena ini terlihat di Gerbang Tol Bunder Gresik. Beberapa faktor pemicunya antara lain jumlah petugas yang terbatas, waktu transaksi yang lama, dan kapasitas gardu yang tidak dapat menampung kendaraan pada jam

puncak. Padahal gerbang ini menjadi pintu penghubung menuju Sidoarjo dan wilayah sekitar.

Upaya mengatasi kemacetan dapat dilakukan melalui percepatan waktu pelayanan, penanganan cepat untuk kendaraan bermasalah, atau penambahan gardu otomatis satelit agar transaksi kendaraan golongan satu lebih banyak tertampung.

Berangkat dari permasalahan tersebut penelitian ini difokuskan pada analisis antrian di Gerbang Tol Bunder Gresik saat jam puncak dengan mengukur tingkat kedatangan kendaraan dan kapasitas layanan. Tujuannya untuk menilai kinerja gerbang terhadap standar pelayanan minimum serta memberikan gambaran solusi melalui modifikasi jumlah dan tipe gardu agar kemacetan dapat ditekan dan pelayanan semakin optimal.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka fokus dalam penelitian ini yaitu:

Bagaimana kondisi sistem pelayanan gardu tol di Gerbang Tol Bunder Gresik pada jam puncak?

Berapa nilai waktu pelayanan dan antrian gerbang dilihat dari tingkat kedatangan terbesar pada gerbang tol Bunder Gresik?

Apakah sistem gerbang tol Bunder Gresik sudah memenuhi standart pelayanan minimum (SPM) menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol ?

Adapun tujuan masalah penelitian ini yaitu : Mengetahui kondisi sistem pelayanan gardu tol di Gerbang tol Bunder Gresik Pada jam puncak.

Mengetahui tingkat kedatangan kendaraan, waktu pelayanan dan antrian gerbang di gerbang tol Bunder Gresik.

Mengetahui gerbang tol Bunder Gresik sudah sesuai Standart Pelayanan Minimum (SPM).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan metodologi adalah untuk menjelaskan bagaimana tata cara dan sistem perhitungan dari suatu penelitian. Metodologi juga mempermudah pelaksanaan suatu penelitian dalam melakukan pekerjaan agar tetap sesuai dengan sistem dan literatur- literatur yang menjadi acuan dalam studi atau penelitian tersebut.

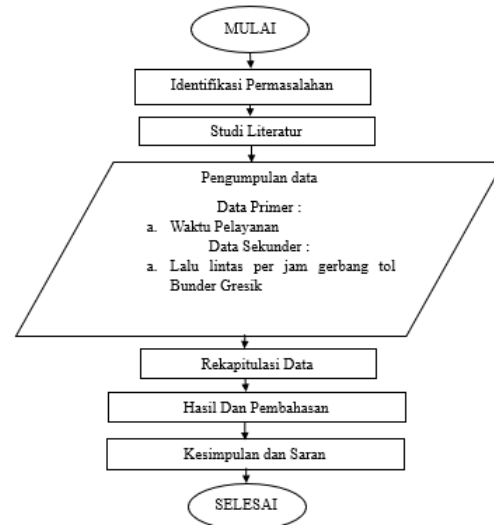
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data berupa angka yang diperoleh melalui survei lapangan. Fokus utama dari pendekatan ini adalah untuk menguji teori-teori sosial dengan menggunakan variabel-variabel yang diukur secara numerik, yang kemudian dianalisis secara statistik guna menguji validitas prediksi yang dihasilkan dari teori tersebut (Ali et al., 2022).

Penelitian dalam tugas akhir ini difokuskan pada ruas Jalan Tol Krian–Gresik, khususnya pada Gerbang Tol Bunder Gresik yang terletak sekitar  $-7.1652437$  (Lintang Selatan) dan  $112.6519882$  (Bujur Timur) yang berada di wilayah Gresik. Lokasi ini dipilih karena merupakan bagian dari seksi tiga dari total empat seksi yang membentuk jaringan jalan tol tersebut. Kegiatan survei dilakukan untuk memperoleh data terkait tingkat kedatangan kendaraan, antrian gerbang, serta waktu pelayanan (service time) di gerbang masuk dan keluar. Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan melalui observasi selama 1 bulan pada bulan Juli 2025. Pemilihan durasi survei selama 1 bulan didasarkan pada literatur yang menyatakan bahwa survei lebih dari 1 hari diperlukan untuk menangkap variasi harian arus lalu lintas (Hendrawan, 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan jumlah hari survei mampu meningkatkan stabilitas data dan multi-hari diperlukan untuk mengidentifikasi kondisi puncak yang berulang.



Gambar 2.1. Gerbang Tol Bunder Gresik  
(Sumber : Data Pribadi, 2025)

Tahapan melakukan penelitian analisa kinerja pelayanan gerbang tol Bunder Gresik membutuhkan beberapa tahapan yaitu :



Gambar 2.2. Flowchart Penelitian Analisis Kinerja Pelayanan Gerbang Tol Bunder Gresik  
Sumber : (Data Pribadi, 2025)

Prosedur penelitian ini disusun secara berurutan mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, rekapitulasi data, analisis dan pembahasan, hingga kesimpulan dan saran.

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal dengan meninjau kondisi lapangan pada ruas Tol Krian–Gresik dan mencatat persoalan yang muncul. Hasil peninjauan menunjukkan adanya kemacetan pada jam sibuk di Gerbang Tol Bunder Gresik.

Tahap berikutnya adalah studi literatur yang mencakup penelaahan jurnal, buku, peraturan, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik evaluasi kapasitas dan pelayanan gerbang tol. Literatur membantu memberikan dasar teori serta acuan dalam pengolahan data.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di Gerbang Tol Bunder Gresik serta koordinasi dengan PT Jasamarga dan instansi terkait. Data terdiri dari dua jenis. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang mencatat waktu pelayanan kendaraan sejak melambat di depan gardu hingga meninggalkan palang. Peralatan yang digunakan meliputi stopwatch dan alat tulis. Data sekunder berupa volume lalu lintas per jam diperoleh dari dokumen dan arsip instansi.

Setelah data terkumpul dilakukan rekapitulasi dan pengolahan untuk menilai kondisi antrian dan kinerja pelayanan. Hasil analisis menjadi

dasar dalam penyusunan pembahasan dan kesimpulan penelitian.

- a. Analisis tingkat kedatangan kendaraan
- b. Uji distribusi data
- c. Analisis tingkat pelayanan
- d. Analisis antrian gerbang

Pada tahap ini adalah mengetahui hasil pengolahan data dan membahas perencanaan gerbang tol Bunder Gresik seperti tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, dan antrian gerbang dengan sistem gerbang tol otomatis (GTO).

### 2.1 Analisis Tingkat Kendaraan

Analisis tingkat kedatangan kendaraan diperlukan untuk menghitung jumlah berapa banyak kendaraan yang datang pada gerbang tol yang ditinjau. Analisis tingkat kedatangan didapat dari data lalu lintas per jam.

### 2.2 Uji Distribusi Data

Uji distribusi data dilakukan untuk mengetahui data memenuhi distribusi Poisson-Eksponeusia dan data dapat dilakukan analisis lanjutan. Perhitungan dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov (K-S) dengan taraf signifikansi 0.05. Perhitungan distribusi data dapat dilihat pada persamaan (2.6) hingga (2.9).

### 2.3 Analisa Tingkat Pelayanan

Waktu dan tingkat pelayanan diperlukan sebagai indikasi dalam perhitungan kapasitas gerbang tol. Perhitungan untuk analisis waktu pelayanan dan tingkat pelayanan dalam persamaan (2.5).

### 2.4 Analisis antrian gerbang

Analisis antrian dilakukan agar kita dapat melihat berapa panjang antrian secara hitungan. Analisa antrian FIFO dilakukan dengan berbagai kondisi waktu pelayanan yang telah diambil dari hasil survei lapangan. Rumus perhitungan untuk model disiplin antrian *First In First Out* (FIFO). Kesimpulan dan Saran

Setelah mengolah data maka dapat memberikan kesimpulan dan saran terkait dengan perencanaan gerbang tol Bunder Gresik. Hasil

$$\frac{(316 - 380,5)}{55,4164} = -1,17$$

dari penulisan ini dapat dijadikan sebagai referensi atau acuan bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan studi mengenai evaluasi pelayanan dan kapastias gerbang tol

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Tingkat Kedatangan Kendaraan

Analisis tingkat kedatangan kendaraan berdasarkan survei selama 1 bulan pada bulan Juli 2025 didapatkan dari data volume lalu lintas

perjam yang dilakukan pada jam puncak. Berdasarkan hasil analisa dari data lalu lintas perjam didapatkan kedatangan kendaraan terbesar pada tanggal 16 Juli 2025.

Berdasarkan hasil data pada gerbang keluar diketahui bahwa gate dengan tingkat kedatangan terbesar yaitu pada pukul 07.00-08.00 WIB di gate 4 (single). Setelah diketahui jumlah keseluruhan tingkat kedatangan, pada gerbang keluar masih sesuai SPM karena masih dibawah ambang batas SPM. Sesuai dengan standar pelayanan minimum jalan tol, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2014 kendaraan yang dapat dilayani untuk tiap gardu harus <450 kendaraan per/jam per gardu.

Selanjutnya Berdasarkan hasil data pada gerbang masuk diketahui gate dengan tingkat kedatangan terbesar yaitu pada pukul 07.00-08.00 WIB di gate 1 (single). Setelah diketahui jumlah keseluruhan tingkat kedatangan, pada gerbang masuk masih sesuai SPM karena masih dibawah ambang batas SPM.. Sesuai dengan standar pelayanan minimum jalan tol, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2014 kendaraan yang dapat dilayani untuk tiap gardu harus <450 kendaraan per/jam per gardu

### 3.2 Uji Distribusi Data

Uji distribusi dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov (K-S) dengan taraf signifikansi 0.05 memastikan data memenuhi distribusi Poisson-Eksponeusia. Jika syarat tolak  $H_0$  jika nilai  $D_{hitung} >$  nilai  $D_{tabel}$  atau syarat  $H_0$  diterima jika nilai  $D_{hitung} <$  nilai  $D_{tabel}$ . Berdasarkan dari data kedatangan kendaraan dilakukan perhitungan  $D_{hitung}$  menggunakan rumus dibawah ini. Perhitungan nilai yang digunakan pada persamaan rumus (2.5) sampai dengan (2.9). Berikut contoh perhitungan nilai distribusi data pada gerbang keluar:

$$\frac{1}{6} = 0,1667$$

$$\sqrt{\frac{0,1667 (316 - 380,5)}{6}} = 55,3164$$

Untuk selanjutnya hasil dari  $Z_i$  dapat dilihat pada tabel Z tabel 2.1 dan 2.2

$$0,1667 - 0,1515 = 0,0152$$

Setelah dilakukan perhitungan dari keseluruhan data diambil nilai  $\max S(x_i)$  untuk diambil sebagai data  $D_{hitung}$  dan dapat dibanding data  $D_{tabel}$  dapat dilihat pada gambar 2.1

Jadi nilai  $D_{hitung} = 0,2327$

$D_{tabel} = 0,521$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas nilai  $D_{hitung} <$   $D_{tabel}$  jadi  $H_0$  Diterima. Berikut tabel

rekapitulasi hasil perhitungan  $D_{hitung}$  pada gerbang masuk.

Sedangkan berikut perhitungan  $D_{hitung}$  pada gerbang keluar.

$$\frac{1}{6} = 0,1667$$

$$\sqrt{\frac{0,1667 (333 - 468,17)}{6}} = 111,5714$$

$$\frac{(333 - 468,17)}{111,5714} = -1,21$$

Untuk selanjutnya hasil dari  $Z_i$  dapat dilihat pada tabel Z tabel 2.1 dan 2.2

$$0,1667 - 0,1170 = 0,0496$$

Setelah dilakukan perhitungan dari keseluruhan data diambil nilai  $\max S(x_i)$  untuk diambil sebagai data  $D_{hitung}$  dan dapat dibanding data  $D_{tabel}$  dapat dilihat pada gambar 2.1

Jadi nilai  $D_{hitung} = 0,0496$

$$D_{tabel} = 0,521$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas nilai  $D_{hitung} < D_{tabel}$  jadi  $H_0$  Diterima.

Hasil uji Kolmogorov-Smirnov terhadap jumlah kedatangan kendaraan pada gerbang keluar dan gerbang masuk menunjukkan bahwa keseluruhan nilai  $D_{hitung} < D_{tabel}$  dengan demikian  $H_0$  diterima, yang berarti data jumlah kedatangan kendaraan berdistribusi normal. Hasil ini menunjukkan bahwa data kedatangan kendaraan memenuhi asumsi normalitas dan dapat digunakan untuk analisis lanjutan, khususnya dalam permodelan pada analisa antrian gerbang

### 3.3 Analisis Waktu Pelayanan

Guna mengetahui hasil analisis waktu pelayanan, maka perlu dilakukan survey untuk menghitung waktu pelayanan rata rata kendaraan yang melakukan transaksi pada gerbang tol yang ditinjau terlebih dahulu. Kemudian dari data waktu pelayanan tersebut diolah sehingga didapatkan data perbandingan nilai  $\rho$  dari gerbang tol yang ditinjau apakah sudah sesuai SPM (Standar Pelayanan Minimum) atau belum. Perhitungan analisa waktu pelayanan yang ditinjau yaitu berdasarkan kedatangan kendaraan terbesar pada Gerbang Tol Bunder Gresik

Berdasarkan hasil dari data dilakukan perhitungan menggunakan rumus dibawah ini. Perhitungan nilai  $\rho$  yang digunakan pada

persamaan rumus (2.5). Berikut contoh perhitungan nilai  $\rho$  analisis waktu pelayanan pada gerbang keluar :

$$\mu = \frac{3600}{WP}$$

$$\mu = \frac{3600}{11} = 327.3 \text{ kendaraan/jam}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$$

$$\rho = \frac{357}{327.3} < 1$$

$$\rho = 1.091 > 1$$

$\rho > 1$ , berarti intensitas lalu lintas yang terjadi gardu sudah tidak bisa menampung kendaraan yang ada. Dan jika  $\rho < 1$  berarti intensitas lalu lintas yang terjadi gardu masih bisa menampung kendaraan yang ada (Mahendra et al., 2025). Berdasarkan hasil perhitungan diatas

Berdasarkan hasil data tabel pada gerbang keluar diatas diketahui bahwa gate dengan nilai  $\rho$  terbesar yaitu pada pukul 08.00-09.00 WIB di gate 2 (single). Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan pada gerbang keluar diketahui nilai  $\rho < 1$  maka pada gerbang keluar sudah memenuhi SPM. Berarti intensitas lalu lintas yang terjadi gerbang masih bisa menampung kendaraan yang ada. Sedangkan berikut contoh perhitungan nilai  $\rho$  analisis waktu pelayanan pada gerbang masuk

Berdasarkan hasil dari data dilakukan perhitungan menggunakan rumus dibawah ini. Perhitungan nilai  $\rho$  yang digunakan pada persamaan rumus (2.5). Berikut contoh perhitungan nilai  $\rho$  analisis waktu pelayanan pada gerbang masuk :

$$\mu = \frac{3600}{WP}$$

$$\mu = \frac{3600}{10} = 360 \text{ kendaraan/jam}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$$

$$\rho = \frac{399}{360} < 1$$

$$\rho = 1.108 > 1$$

$\rho > 1$ , berarti intensitas lalu lintas yang terjadi gardu sudah tidak bisa menampung kendaraan yang ada. Dan jika  $\rho < 1$  berarti intensitas lalu lintas yang terjadi gardu masih bisa menampung kendaraan yang ada (Mahendra et al., 2025)

Berdasarkan hasil data pada gerbang masuk diatas diketahui bahwa gate dengan nilai  $\rho$  terbesar yaitu pada pukul 07.00-08.00 WIB di gate 5 (multi). Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan pada gerbang masuk diketahui nilai  $\rho > 1$  maka pada gerbang masuk masih belum memenuhi SPM. Berarti intensitas lalu lintas

yang terjadi gerbang sudah tidak bisa menampung kendaraan yang ada

### 3.4 Analisis Antrian Gerbang

Guna mengetahui hasil analisa antrian gerbang maka dilakukan perhitungan dengan metode antrian *First In First Out* (FIFO) agar kita dapat melihat panjang antrian secara hitungan pada tabel hasil analisis. Dan melakukan analisis antrian gerbang dengan menggunakan tingkat pelayanan, sehingga bisa diketahui antrian disetiap kondisi tingkat pelayanan. Perhitungan analisa antrian gerbang yang ditinjau yaitu berdasarkan kedatangan kendaraan terbesar pada pada Gerbang Tol Bunder Gresik. Berdasarkan hasil dari data pada tabel 4.1 dan 4.3 maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus dibawah ini. Berikut contoh perhitungan nilai n, q, d, w analisis antrian gerbang pada gerbang keluar yang digunakan pada persamaan rumus (2.1) sampai dengan (2.4) :

$$\begin{aligned} \bar{n} &= \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} \\ n &= \frac{333}{(327.3 - 333)} = -58 \text{ kendaraan} \\ \bar{q} &= \frac{\lambda^2}{\mu * (\mu - \lambda)} \\ q &= \frac{333^2}{327.3 * (327.3 - 333)} = -59 \text{ kendaraan} \\ \bar{d} &= \frac{1}{(\mu - \lambda)} * 3600 \\ d &= \frac{1}{(327.3 - 333)} * 3600 = -628 \text{ detik} \\ \bar{w} &= \frac{\lambda}{\mu * (\mu - \lambda)} * 3600 \\ w &= \frac{333}{327.3 * (327.3 - 333)} * 3600 = -639 \text{ detik} \end{aligned}$$

Nilai negatif menunjukkan tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan sehingga antrian yang terjadi menjadi tak terhingga. Sedangkan nilai positif menunjukkan tingkat kedatangan lebih kecil dari tingkat pelayanan sehingga tidak ada antrian yang terjadi (Nendra, 2019).

Berdasarkan hasil data pada gerbang keluar diatas diketahui bahwa *gate* dengan nilai terbesar yaitu pada pukul 06.00-07.00 WIB di *gate* 2 (*single*). Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan pada gerbang keluar diketahui nilai n, q, d, w didapatkan nilai positif maka pada gerbang keluar sudah memenuhi SPM. Karena nilai positif menunjukkan tingkat kedatangan lebih kecil dari tingkat pelayanan sehingga tidak ada

antrian yang terjadi. Dan berdasarkan hasil dari data pada tabel 4.2 dan 4.5 maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus dibawah ini. Berikut contoh perhitungan nilai n, q, d, w analisis antrian gerbang pada gerbang masuk yang yang digunakan pada persamaan rumus (2.1) sampai dengan (2.4) :

$$\begin{aligned} \bar{n} &= \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} \\ n &= \frac{328}{(327.3 - 328)} = -451 \text{ kendaraan} \\ \bar{q} &= \frac{\lambda^2}{\mu * (\mu - \lambda)} \\ q &= \frac{328^2}{327.3 * (327.3 - 328)} = -452 \text{ kendaraan} \\ \bar{d} &= \frac{1}{(\mu - \lambda)} * 3600 \\ d &= \frac{1}{(327.3 - 328)} * 3600 = -4950 \text{ detik} \\ \bar{w} &= \frac{\lambda}{\mu * (\mu - \lambda)} * 3600 \\ w &= \frac{328}{327.3 * (327.3 - 328)} * 3600 = -4951 \text{ detik} \end{aligned}$$

Nilai negatif menunjukkan tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan sehingga antrian yang terjadi menjadi tak terhingga. Sedangkan nilai positif menunjukkan tingkat kedatangan lebih kecil dari tingkat pelayanan sehingga tidak ada antrian yang terjadi (Nendra, 2019).

Berdasarkan hasil data pada gerbang masuk diatas diketahui bahwa *gate* dengan nilai terbesar yaitu pada pukul 15.00-16.00 WIB di *gate* 3 (*multi*). Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan pada gerbang masuk diketahui nilai n, q, d, w didapatkan nilai negatif maka pada gerbang masuk masih belum memenuhi SPM. karena didapatkan nilai minus menunjukkan tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan sehingga antrian yang terjadi menjadi tak terhingga

### 3.5 Pembahasan

Survei selama satu bulan pada Juli 2025 menunjukkan puncak kedatangan kendaraan terjadi pada 16 Juli saat jam sibuk pukul 07.00–08.00. Pada gerbang keluar, jumlah tertinggi tercatat di Gate 4 dengan 612 kendaraan per jam dan total kedatangan harian mencapai 10.242 unit. Angka ini masih di bawah ambang batas SPM sebesar 10.800 kendaraan. Pada gerbang masuk, puncak tercatat di Gate 1 sebanyak 542

kendaraan per jam, dengan total 6.851 kendaraan, juga masih berada di bawah batas SPM 8.100 kendaraan. Pola ini selaras dengan pergerakan masyarakat di jam berangkat kerja. Mengacu pada Permen PUPR No. 16/PRT/M/2014, standar kapasitas pelayanan ideal per gardu adalah kurang dari 450 kendaraan per jam.

Tahap uji distribusi data menggunakan Kolmogorov–Smirnov menunjukkan nilai Dhitung lebih kecil daripada Dtabel pada tingkat signifikansi 5 persen. Artinya distribusi waktu antar kedatangan kendaraan tidak berbeda signifikan dari distribusi normal sehingga hipotesis nol diterima. Dengan demikian data layak dipakai untuk analisis antrean dan sesuai diterapkan pada model dasar seperti M/M/1.

Analisis waktu pelayanan memperlihatkan perbedaan kinerja antara gerbang keluar dan masuk. Rata-rata nilai intensitas lalu lintas  $\rho$  pada gerbang keluar sebesar 0.968 menunjukkan pelayanan masih seimbang sehingga SPM terpenuhi. Pada gerbang masuk nilai rata-rata  $\rho$  mencapai 1.058 sehingga melampaui kapasitas pelayanan dan tidak memenuhi SPM.

Analisis antrean menguatkan kesimpulan tersebut. Seluruh parameter antrean di gerbang keluar menghasilkan nilai positif yang menandakan kedatangan lebih rendah dari kemampuan layanan dan tidak terbentuk antrean. Sebaliknya, di gerbang masuk nilai negatif menunjukkan kedatangan melebihi kapasitas pelayanan sehingga antrean tidak dapat terurai.

Solusi peningkatan layanan antara lain mempercepat transaksi dengan bantuan petugas bergerak memakai mesin EDC, menyediakan fasilitas top up dan pembelian kartu tol yang lebih mudah, menambah gardu otomatis satelit seperti di Kejapanan Utama dan Warugunung, serta menambah petugas agar proses pelayanan lebih cepat dan stabil pada jam puncak.

#### 4. KESIMPULAN

Tugas akhir ini menganalisis kinerja sistem pelayanan di Gerbang Tol Bunder Gresik pada jam puncak. Berdasarkan hasil survei dan pengolahan data, diperoleh beberapa kesimpulan.

Pertama, kondisi pelayanan gerbang tol belum sepenuhnya optimal. Lonjakan kendaraan pada jam sibuk dipicu aktivitas industri dan mobilitas harian masyarakat Gresik. Gerbang keluar masih mampu melayani arus kendaraan tanpa memunculkan antrean, sedangkan gerbang masuk sudah tidak dapat menampung beban lalu lintas sehingga terjadi antrean. Faktor

penyebabnya berkaitan dengan keterbatasan petugas dan kapasitas layanan pada gardu.

Kedua, analisis tingkat kedatangan menunjukkan puncak terbesar pada 16 Juli 2025 pukul 07.00–08.00. Pada gerbang keluar, Gate 4 mencatat 612 kendaraan/jam dari total 10.242 kendaraan. Pada gerbang masuk, Gate 1 mencatat 542 kendaraan/jam dari total 6.851 kendaraan. Hasil uji normalitas Kolmogorov–Smirnov menunjukkan nilai Dhitung lebih kecil dari Dtabel yang berarti data waktu antar kedatangan berdistribusi normal dan dapat digunakan sebagai dasar pemodelan antrean. Analisis waktu pelayanan memperlihatkan rata rata nilai  $\rho$  sebesar 0.968 pada gerbang keluar sehingga masih berada di zona aman, sedangkan gerbang masuk memiliki nilai  $\rho$  sebesar 1.058 yang menandakan kapasitas layanan terlampaui. Pada analisis antrean, gerbang keluar menghasilkan nilai  $n$ ,  $q$ ,  $d$ ,  $w$  positif, sedangkan gerbang masuk bernilai negatif yang menegaskan antrean muncul akibat beban kendaraan lebih besar dari kemampuan pelayanan gardu.

Ketiga, berdasarkan standar pelayanan minimal dalam Permen PUPR No. 16/PRT/M/2014, volume kendaraan pada kedua arah masih berada di bawah batas layanan per gardu. Namun, kinerja pelayanan menunjukkan perbedaan utama. Gerbang keluar memenuhi SPM karena intensitas lalu lintas masih di bawah batas dan antrean tidak terbentuk. Gerbang masuk belum memenuhi SPM karena nilai  $\rho$  lebih dari satu dan antrean muncul secara konsisten. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada jam puncak kapasitas pelayanan pada gerbang masuk tidak mampu menyeimbangkan tingkat kedatangan, sehingga SPM belum tercapai sepenuhnya.

Selain merangkum hasil, temuan ini menegaskan perlunya peningkatan kapasitas dan efisiensi pelayanan agar gerbang masuk mampu mengimbangi peningkatan arus harian yang terus berkembang.

#### 5. SARAN

Untuk tercapainya kelancaran arus lalu lintas pada gerbang tol, ada beberapa penelitian yang dapat dilakukan untuk tercapainya arus lalu lintas kendaraan yang baik, saran penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan Model Antrian yang Lebih Variatif
2. Kajian Dampak Penerapan Teknologi Gardu Tol

3. Analisis Simulasi Skenario Perbaikan Pelayanan
4. Integrasi Faktor Perilaku Pengguna dan Operasional Petugas
5. Simulasi Penambahan dan Pengaturan Gardu Tol
6. Analisis Berbagai Jenis Gardu Tol
7. Analisis Kinerja Petugas Gardu Tol

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. D., Harahap, I., Anggara, W., & Nurojiyah, S. (2024). Pengaruh Jalan Tol Terhadap Pembangunan Ekonomi Khususnya UMKM di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Ekonomi Dan Akuntansi*, 1(2), 408–413. <https://doi.org/https://doi.org/10.62951/posemnasieda.v1i2.69>
- Ali, M. M., Hariyati, T., Pratiwi, M. Y., & Afifah, S. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian. *Education Journal*.2022, 2(2), 1–6.
- Anthara, I. M. A. (2015). ANALISIS SISTEM ANTRIAN GERBANG TOL PASTEUR BANDUNG DI PT JASA MARGA (PERSERO)TBK. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 12(1), 25–36.
- Ayunaning, K., & Hakim, R. M. (2023). Performance Analysis of Signalized Intersections ( Case Study : Jalan Kragan – Jalan Veteran Gresik ). *Journal Of Development Research*, 7(1), 1–4.
- Bisma, M. A., & Sanggala, E. (2025). Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Menggunakan Microsoft Excel. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3), 2958–2965. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.47332>
- Erna Fransisca Angela Sihotang, Sugito, M. A. M. (2019). ANALISIS ANTREAN DAN KINERJA SISTEM PELAYANAN GARDU TOL OTOMATIS GERBANG TOL MUKTIHARJO (Studi Kasus: Gardu Tol Otomatis Gerbang Tol Muktiharjo). *Jurnal Gaussian*, 8(1), 106–116.
- Hendrawan, H. (2025). Galat Pendugaan Lalu Lintas Harian Rata-rata Berdasarkan Jumlah Hari Survei Merujuk pada Regulasi di Indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, 31(1), 79–87. <https://doi.org/10.14710/mkts.v31i1.70872>
- Holiansyah, M. O. M. (2025). Analisis Kebutuhan Gardu Tol Berdasarkan Teori Antrian dan Proyeksi Volume Lalu Lintas. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 92–103. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2432>
- Ichwan, M., & Arifin, Z. N. (2022). Analisis Peningkatan Kinerja Gerbang Tol Cempaka Putih. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, 4(2), 67–75.
- Ikhwan, N., & Danny, A. (2019). ANALISIS KINERJA DAN PELAYANAN GERBANG TOL ( Studi Kasus : Gerbang Tol Colomadu ). 13–15.
- John F. Shortle, James M. Thompson, Donald Gross, C. M. H. (2018). *Fundamentals of Queueing Theory*. John Wiley & Sons.
- Karsaman, R. H., Mahendra, Y., Rahman, H., & Sulaksono, S. (2014). Measuring the capacity and transaction time of cash and electronic toll collection systems. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 46(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2014.46.2.5>
- Mahendra, M. O., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Raya, U. S., Artikel, I., Antrian, A., Tol, G., Tol, G., Tol, J., Gerbang, P., & Serang, T. (2025). Analisis Kebutuhan Gardu Tol Berdasarkan Teori Antrian dan Proyeksi Volume Lalu Lintas. *L(2020)*, 92–103. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2432>
- Nendra, K. (2019). *Evaluasi Kinerja dan Pelayanan Gerbang Tol Cibubur (Studi Kasus Gerbang Tol Cibubur 1 dan Gerbang Tol Cibubur 2)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA NOMOR 16/PRT/M/2014, 15 (2014).
- Rombelinggi, A. (2022). *Pelayanan Gardu dan Evaluasi Antrian Pada Gerbang Tol Biringkanaya Makassar*. Universitas Fajar.
- Rosdiyani, T., & Noor, H. G. (2020). ANALISIS PELAYANAN GERBANG TOL EXISTING PELABUHAN MERAK. *Jurnal JOSCE*, 02(01), 2–9.
- Septi, R., & Susanti, A. (2025). Evaluasi Kondisi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan ( Studi Kasus : Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan ) Evaluation of the Condition of Toll Substations and Their Impact on Vehicle Queue Length ( Case Study : Kejapanan Utama Pasu. *Mitrans: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 3(1), 1–8.
- Shella, S., Wara, M., Adziima, A. F., Nasrudin, M., & Rizaldy, A. (2025). Evaluasi Kinerja Uji Normalitas pada Ragam Distribusi dan Ukuran Sampel. *J. Differensial*, 7(2), 172–183.

<https://doi.org/doi:https://doi.org/10.35508/jd.v7i2.24042>

- Syofa, Sri Djuniati, H. S. M. (2024). Analisis Kinerja Pelayanan Gardu Tol Pekanbaru-Dumai. *Jurnal Sainstek Pekanbaru*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.35583/js.v12i1.197>
- Wahyuni, P. D., & Bernik, M. (2020). Analisis Sistem Antrian dalam Penggunaan E-Toll untuk Menentukan Jumlah Gardu Optimal pada Gerbang Tol. *Jurnal Manajemen & Kewirausahaan*, 8(2), 143–150.