

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja Gerbang Tol Karanganyar dengan menggunakan teori antrian *single channel* dan *multi channel* terhadap parameter intensitas pelayanan (ρ), jumlah kendaraan dalam antrian (L_q), dan waktu tunggu kendaraan dalam antrian (W_q), hasilnya menunjukkan bahwa:

1. Pada pengoperasian gardu eksisting, nilai intensitas pelayanan arah masuk dan keluar ($\rho_{masuk}, \rho_{keluar}$) memiliki nilai berturut turut sebesar 0,8 dan 0,51. Nilai ρ_{masuk} sebesar 0,8 menunjukkan bahwa kondisi arus masuk kendaraan padat, dan berpotensi menyebabkan adanya antrian yang panjang sehingga diperlukan adanya pengoptimalan pengoperasian gardu pada arah masuk. Nilai jumlah kendaraan dalam antrian pada arah masuk dan keluar ($L_{qmasuk}, L_{qkeluar}$) berturut turut sebesar 2,83 smp dan 0,20 smp. Nilai waktu tunggu kendaraan dalam antrian ($W_{qmasuk}, W_{qkeluar}$) sebesar 14,4 detik/smp dan 1,37 detik/smp.
2. Pada pengoperasian gardu skenario 1, nilai intensitas pelayanan arah masuk dan keluar ($\rho_{masuk1}, \rho_{keluar1}$) memiliki nilai berturut turut sebesar 0,53 dan 0,51. Nilai ρ_{masuk} sebesar 0,51 pada pengoperasian gardu skenario 1 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan pada pengoperasian gardu eksisting, sehingga arus lalu lintas arah masuk lebih lancar. Nilai jumlah kendaraan dalam antrian arah masuk pada gardu 1 *multi* (L_{qG1s1}) dan gardu satelit *single* (G7, G9) (L_{qGSS1}) memiliki nilai berturut turut sebesar 0,72 smp dan 0,366 smp, sedangkan untuk arah keluar ($L_{qkeluar1}$) memiliki nilai yang sama dengan pengoperasian gardu eksisting yaitu sebesar 0,20 smp. Nilai waktu tunggu kendaraan arah masuk untuk gardu 1 *multi* (W_{qG1s1}) dan gardu satelit *single* (G5, G7) (W_{qGSS1}) memiliki nilai berturut turut sebesar 10,44 detik/smp dan 2,88 detik/smp, sedangkan untuk arah keluar ($W_{qkeluar1}$) memiliki nilai sebesar 1,37 detik/smp.
3. Pada pengoperasian gardu skenario 2, nilai intensitas pelayanan arah masuk dan keluar ($\rho_{masuk1}, \rho_{keluar1}$) memiliki nilai berturut turut sebesar

0,39 dan 1,03. Nilai intensitas pelayanan pada arah keluar memiliki nilai yang melebihi 1, sehingga sudah dipastikan akan mengalami antrian yang panjang karena sudah melebihi kapasitas pelayanan maksimal oleh gardu. Nilai jumlah kendaraan dalam antrian arah masuk untuk gardu 1 *multi* (L_{qG1s2}) dan gardu satelit *reversible single* ($L_{qGSRSS2}$) memiliki nilai berturut turut sebesar 0,60 smp dan 0,058 smp, sedangkan untuk arah keluar ($L_{qkeluars2}$) memiliki nilai sebesar 16,85 smp. Nilai waktu tunggu kendaraan arah masuk untuk gardu *multi 1* (W_{qG1s2}) dan gardu satelit *reversible single* ($W_{qGSRSS2}$) memiliki nilai berturut turut sebesar 9,36 detik dan 0,423 detik, sedangkan untuk arah keluar ($W_{qkeluars2}$) memiliki nilai sebesar 14,24 detik.

IV.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat disampaikan oleh peneliti berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan:

1. Melakukan pengoperasian gardu skenario 1 dengan konfigurasi gardu sebanyak 3 gardu masuk yang terdiri dari 1 gardu *multi*, dan 2 gardu satelit *single*, dan 4 gardu keluar yang terdiri dari 2 gardu *multi* dan 2 gardu satelit *single*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan melakukan skenario ini, maka dapat menurunkan kepadatan yang terjadi pada gardu masuk dari yang nilai intensitas pelayanan dari 0,8 pada pengoperasian gardu eksisting menjadi 0,53.
2. Melakukan penelitian lanjutan terkait simulasi pemodelan arus kendaraan menggunakan VISSIM untuk mampu memvisualisasikan kondisi arus Gerbang Tol Karanganyar pada periode nataru.
3. Melakukan penelitian lanjutan untuk mensimulasikan pemanfaatan teknologi transaksi nirsentuh berupa *single lane free flow* dan *multi lane free flow* terhadap peningkatan kinerja Gerbang Tol Karanganyar.

DAFTAR PUSTAKA

- A. J. Khiesta, R. Iskandar, & A. Sidiq. (2023). Pemodelan Sistem Antrian Pada Pelayanan Menggunakan Metode First In First Out (FIFO) di Mie Gacoan Depok. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 4(2).
- A. N. V. Ravindra | Mr. S. Siva Gowri Prasad. (2019). A Review on Performance of Toll Plaza by using Queuing Theory. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 3(6).
- Akbar, F., Setiawan, F., & Rorrong, S. (2025). ANALISIS EFEKTIVITAS PEMBAYARAN TOL BERBASIS SINGLE LANE FREE FLOW (SLFF) DIBANDINGKAN DENGAN E-TOLL MELALUI KINERJA GERBANG TOL DAN PERSEPSI PENGGUNA. *Jurnal Jalan Jembatan*, 42(2).
- Akbari, W. A., Sugito, S., & Suparti, S. (2024). ANALISIS SISTEM PELAYANAN GARDU TOL OTOMATIS GERBANG TOL GAYAMSARI MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN. *Jurnal Gaussian*, 12(4).
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.12.4.531-538>
- Amin, M. (2020). Peranan Pengangkutan Laut Sebagai Sarana Transportasi Masyarakat Indonesia. *Fundamental: Jurnal Ilmiah Hukum*, 9(2), 191–207.
- Ekoanindiyo, F. A. (2011). Pemodelan Sistem Antrian dengan Menggunakan Simulasi. *Dinamika Teknik Industri*, Vol. V, No. 1, 72–85.
- Fachrur, A. R., Hutagaol, L. N., & Rendiansyah, R. (2022). Analisis sistem antrian model G/G/1 pada fasilitas layanan kesehatan. *Journal of Systems Engineering and Management*, 1(1).
<https://doi.org/10.36055/joseam.v1i1.17547>
- Isni, R. N., Santosa, B., & Simanjuntak, O. S. (2020). E-TOLL Collection pada Sistem Transaksi Tol Tertutup dengan Metode Layanan Berbasis Lokasi Studi Kasus PT. Jasa Marga (PERSERO), TBK. *Telematika*, 17(2).
<https://doi.org/10.31315/telematika.v1i1.3382>
- Karim, H. A., Lis Lesmini, S. H., Sunarta, D. A., Sh, M. E., Suparman, A., Si, S., Kom, M., Yunus, A. I., Khasanah, S. P., & Kom, M. (2023). *Manajemen transportasi*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (Issue 021).
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 370/KPTS/M/2007 Tentang Penetapan Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Tol Yang Sudah Beroperasi Dan Besarnya Tarif Tol Pada Beberapa Ruas Jalan Tol (2007).
- Kresnandi, F. I., & Herijanto, W. (2021). Perencanaan Gerbang Tol Probolinggo-Banyuwangi. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), E162–E168.

- Laksono, C. A., Fikri, M., Ramadhani, S., Wicaksono, G., Arini, R., Prihandoyo, D., & Rahmat, J. (2025). Penerapan Model Antrian Single Channel Single Phase Pada SPBU Dalam Upaya Optimalisasi Pelayanan. *Kohesi: Junal Multidisiplin Saintek*, 8(5).
- Lesmini, L., Ahadiputra, D., & Kuntohadi, H. (2017). Antrean Kendaraan di Gerbang Tol Cibubur Utama. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik*, 4(1), 25–30.
- Listiyani, R., Linawati, L., & Sasongko, L. R. (2019). Analisis Proses Produksi Menggunakan Teori Antrian Secara Analitik dan Simulasi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 9–18. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v8i1.3154.9-18>
- Mahendra, M. O. (2025). Analisis Kebutuhan Gardu Tol Berdasarkan Teori Antrian dan Proyeksi Volume Lalu Lintas. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 92–103.
- Maulana, A., & Prasetyanto, D. (2023). Pengaruh Implementasi Sistem Bayar Tol Tanpa Henti pada Arus Lalu Lintas di Pintu Tol Buah Batu Kota Bandung. In *FTSP Series*.
- Mufhidin, A., Febriansyah, D. A., Rifai, A. I., & Isradi, M. (2022). Toll Gate Capacity Analysis:(Case Study: Sentul Toll Gate 2). *WORLD JOURNAL OF INNOVATION AND TECHNOLOGY*, 3(1), 15–21.
- Nugroho, L. A., Latifa, E. A., & Maulani, E. O. (2024). Dampak Jumlah Kendaraan Besar terhadap Kemacetan Lalu Lintas di Jalan Tol. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 5(2), 915–928. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v5i2.154>
- Oktopianto, Y., & Pangesty, S. (2021). Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(1), 26–37. <https://doi.org/10.46447/KTJ.V8I1.301>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol (2014).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2024 Tentang Jalan Tol. (2024).
- Purba, A. N., Rahmah, F., Khofipah, M., Wahono, W., & Ginting, S. S. B. (2026). Systematic Literature Review: Penerapan Teori Antrian dalam Optimasi Sistem Pelayanan. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 1068–1076.
- Rahmawati, N., & Donoriyanto, D. S. (2023). Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Penumpang Busway. *WALUYO JATMIKO PROCEEDING*. <https://doi.org/10.33005/wj.v16i1.66>
- Rakhafuri, N. F., & Susilo, B. H. (2023). Pengaruh Nilai Waktu Terhadap Penerapan Multi Lane Free Flow pada Gerbang Tol Ciputat 2. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(2), 172–179.

- Rini, D. C. P., & Arifin, K. (2020). Perencanaan Jumlah Gardu Pada Tol Pasuruan- Probolinggo. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas*
- Roshan, A. R., Widyastuti, H., & Iranata, D. (2022). Perencanaan Gerbang Tol Ciawi Sukabumi. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), E139–E145.
- Sari, M., Saidah, D., & Wahyuni, E. (2018). Dampak Kemacetan di Jalan Tol Brebes Timur. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 5(1). <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v5i1.217>
- Septi Nurdiana, R., & Susanti, A. (2025). Evaluasi Kondisi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan). In *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi* (Vol. 3, Issue 1).
- Sihotang, E., Sugito, Mustafid, Ispriyanti, D., Prahutama, A., & Rachman, A. (2020). Analysis of Queue and Performance of Automatic Toll Booths with A Normal Distribution (Case Study: Automatic Booths Toll Gate Muktiharjo). *Journal of Physics: Conference Series*, 1524(1), 012093. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1524/1/012093>
- Sufanir, A. M. S., Shaumi, D. R., & Siregar, V. R. A. (2022). Pemeriksaan Standar Pelayanan Gerbang Tol Pasteur 1 Ditinjau Dari Kecepatan Transaksi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 18(3), 194–201.
- Zulfikar, Z., Nurkholis, N., & Nofiar, A. (2024). Model Dan Simulasi Efisiensi Penggunaan Jalan Tol Pekanbaru–Bangkinang–XIII Koto Kampar Dengan Jalan Nasional. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 6259–6268.