



**ANALISIS ANTREAN PADA TERMINAL PENGISIAN MOBIL TANGKI UNTUK
MENGOPTIMALKAN PELAYANAN DISTRIBUSI AIR DI PERUMDAM TIRTA MUKTI CIANJUR
MENGUNAKAN MODEL M/G/S**

Haikal Agil Mutaqien ^{1*}, Ali Subhan ²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas Suryakencana

E-mail: ikalls2fe@gmail.com¹, Alisubhan72@gmail.com²

ABSTRACT

The Water Tank Truck Filling Terminal of Perumdam Tirta Mukti Cianjur Regency plays an important role in supporting clean water distribution. This study aims to analyze the arrival rate, service rate, queuing system performance, and provide recommendations for service improvement using the Multiple Channel General Service (M/G/s) model. The study employed a quantitative descriptive method based on direct observations of water tank truck service activities and was analyzed using the Allen-Cunneen approximation. The results showed an arrival rate (λ) of 0.01384 vehicles/minute and a service rate (μ) of 0.01650 vehicles/minute. Server utilization (ρ) was 41.94%, the average queue length (L_q) was 0.20848 vehicles, the average waiting time (W_q) was 15.06 minutes, the average number of vehicles in the system (L_s) was 1.04727 vehicles, and the average time in the system (W_s) was 75.67 minutes. The results indicate that the queuing system is stable and the existing service capacity is sufficient to accommodate the vehicle arrival rate. Recommended improvements include regular pump maintenance, maintaining stable water flow, and monitoring service time to improve clean water distribution efficiency.

Keywords: queuing system, M/G/s, Allen-Cunneen approximation, water tank truck, clean water distribution

Article History

Received: September 2026

Reviewed: September 2026

Published: September 2026

Plagiarism Checker No
237.u873247.fh8380

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



ABSTRAK

Terminal Pengisian Mobil Tangki Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur berperan dalam mendukung distribusi air bersih, sehingga kinerja pelayanan perlu dievaluasi untuk menjaga efektivitas pelayanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, kinerja sistem antrean, serta memberikan rekomendasi perbaikan menggunakan model *Multiple Channel General Service (M/G/s)*. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif berdasarkan data observasi langsung aktivitas pelayanan mobil tangki dan dianalisis dengan pendekatan *Allen-Cunneen*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kedatangan (λ) sebesar 0,01384 kendaraan/menit dan tingkat pelayanan (μ) sebesar 0,01650 kendaraan/menit. Tingkat utilisasi server (ρ) sebesar 41,94%, rata-rata panjang antrean (L_q) 0,20848 kendaraan, waktu tunggu (W_q) 15,06 menit, jumlah kendaraan dalam sistem (L_s) 1,04727 kendaraan, dan waktu dalam sistem (W_s) 75,67 menit. Hasil analisis menunjukkan sistem antrean berada dalam kondisi stabil dan kapasitas pelayanan masih mampu melayani tingkat kedatangan kendaraan. Rekomendasi yang diberikan meliputi pemeliharaan pompa, menjaga kestabilan debit air, dan monitoring waktu pelayanan untuk meningkatkan efisiensi distribusi air bersih.

Kata Kunci: Sistem antrean, M/G/s, Allen-Cunneen, mobil tangki, distribusi air bersih.

1. PENDAHULUAN

Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur merupakan badan usaha milik Pemerintah Daerah Kabupaten Cianjur yang bergerak di bidang penyediaan dan distribusi air minum bagi masyarakat. Selain melalui jaringan perpipaan, distribusi air juga dilakukan menggunakan mobil tangki, terutama untuk melayani wilayah yang mengalami gangguan suplai, kebocoran jaringan, penurunan tekanan, maupun kondisi darurat seperti kekeringan.

Berdasarkan hasil observasi di Terminal Pengisian Mobil Tangki, proses pengisian air masih memerlukan waktu pelayanan yang relatif lama, diduga karena debit air pompa pengisian yang



belum optimal. Akibatnya, ketika beberapa mobil tangki datang dalam waktu yang hampir bersamaan, kendaraan berikutnya harus menunggu hingga proses pengisian sebelumnya selesai, sehingga berpotensi menimbulkan antrean dan menghambat kelancaran distribusi air bersih kepada masyarakat.

Untuk mengetahui kondisi tersebut secara objektif, diperlukan analisis kinerja sistem antrean menggunakan model M/G/s. Model ini dipilih karena hasil pengujian menunjukkan bahwa data kedatangan kendaraan mengikuti distribusi Poisson, sedangkan data waktu pelayanan tidak mengikuti distribusi eksponensial sehingga lebih tepat direpresentasikan sebagai distribusi umum (*general distribution*). Karena model M/G/s tidak memiliki solusi analitik sederhana, analisis kinerja sistem dilakukan menggunakan pendekatan *Allen-Cunneen*, yang mempertimbangkan variasi waktu pelayanan melalui koefisien variasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kedatangan (λ) dan tingkat pelayanan (μ) mobil tangki, mengevaluasi kinerja sistem antrean berdasarkan parameter ρ , L_q , W_q , L_s , dan W_s menggunakan model M/G/s, mengetahui apakah kapasitas pelayanan yang tersedia telah mampu melayani tingkat kedatangan kendaraan, mendeskripsikan kondisi sistem antrean, serta memberikan rekomendasi untuk mempertahankan atau meningkatkan kinerja pelayanan pada Terminal Pengisian Mobil Tangki Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelayanan Distribusi Air Menggunakan Mobil Tangki

Pelayanan kepada pelanggan merupakan salah satu strategi peningkatan pelayanan publik yang memengaruhi loyalitas dan tingkat kepercayaan masyarakat.[1] Distribusi air menggunakan mobil tangki memungkinkan terjadinya antrean pada terminal pengisian, karena permintaan distribusi air dari konsumen dapat melebihi kapasitas pelayanan yang tersedia pada suatu waktu tertentu.

2.2 Sistem Antrean

Sistem antrean merupakan kumpulan pelanggan dan pelayan dalam suatu aturan yang mengatur pola kedatangan pelanggan serta proses pelayanannya, yang dapat dipandang sebagai proses input-output dari populasi pelanggan yang menunggu maupun sedang dilayani.[2] Komponen



dasar sistem antrean meliputi kedatangan pelanggan, fasilitas pelayanan, waktu pelayanan, disiplin antrean, kapasitas sistem, dan struktur antrean.[3] Pada penelitian ini, pelanggan yang dimaksud adalah mobil tangki, fasilitas pelayanan berupa pompa pengisian, disiplin antrean menggunakan *First Come First Served* (FCFS), dan struktur antrean tergolong *multi channel single phase* karena terdapat dua pompa yang melayani kendaraan dalam satu tahap pelayanan.

2.3 Model Antrean M/G/s

Model M/G/s merupakan salah satu model dalam notasi Kendall yang digunakan ketika kedatangan pelanggan mengikuti distribusi *Poisson (Markovian)*, waktu pelayanan mengikuti distribusi umum (*General Distribution*) yang tidak harus eksponensial, serta terdapat lebih dari satu fasilitas pelayanan (*multiple server*).[4] Model ini lebih fleksibel dibandingkan model M/M/s karena tidak mensyaratkan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, sehingga lebih sesuai digunakan ketika data waktu pelayanan tidak memenuhi asumsi tersebut.[4] Karena model M/G/s tidak memiliki solusi analitik sederhana, analisis kinerja sistem umumnya menggunakan pendekatan Allen-Cunneen, yang telah banyak digunakan karena memberikan hasil cukup akurat dan mudah diterapkan pada sistem antrean *multiserver* dengan distribusi pelayanan umum.[5]

Asumsi model M/G/s pada penelitian ini meliputi: kedatangan mobil tangki mengikuti distribusi Poisson; waktu pelayanan mengikuti distribusi umum; terdapat dua pompa pengisian yang bekerja paralel; disiplin antrean FCFS; kapasitas antrean tidak dibatasi; setiap kendaraan hanya dilayani satu pompa; dan kendaraan langsung meninggalkan sistem setelah selesai dilayani.

2.4 Parameter Kinerja Sistem Antrean

Tingkat kedatangan (λ) dihitung dari jumlah kendaraan yang datang dibagi waktu pengamatan, sedangkan tingkat pelayanan (μ) merupakan kebalikan dari rata-rata waktu pelayanan per kendaraan. Tingkat utilisasi server (ρ) menunjukkan proporsi kesibukan fasilitas pelayanan, dengan nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan fasilitas pelayanan yang semakin sibuk.

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad (1)$$

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}} \quad (2)$$

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (3)$$



Karena model M/G/s menggunakan distribusi pelayanan umum, variasi waktu pelayanan diukur melalui koefisien variasi kuadrat (C_s^2) yang diperoleh dari standar deviasi dan rata-rata waktu pelayanan. Nilai $C_s^2 = 1$ menunjukkan distribusi pelayanan mendekati eksponensial.

$$C_s = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (4)$$

Ukuran kinerja sistem antrean berupa panjang antrean rata-rata (L_q), waktu tunggu rata-rata (W_q), jumlah kendaraan rata-rata dalam sistem (L_s), dan waktu rata-rata dalam sistem (W_s) dihitung menggunakan pendekatan Allen-Cunneen sebagai berikut.

$$L_q \approx \frac{C_s^2 + 1}{2} \cdot \frac{\rho^{\sqrt{2(s+1)}-1}}{1-\rho} \cdot \frac{\lambda}{\mu} \quad (5)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (6)$$

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (7)$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (8)$$

dengan C_a^2 bernilai 1 karena kedatangan kendaraan mengikuti distribusi *Poisson*.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penerapan teori antrean telah banyak digunakan untuk mengevaluasi efisiensi pelayanan pada berbagai sektor, mulai dari layanan perbankan, kesehatan, hingga transportasi. [6] Model M/G/s dengan pendekatan *Allen-Cunneen* dinilai representatif untuk sistem pelayanan yang memiliki variasi waktu pelayanan tinggi, sebagaimana ditemukan pada berbagai studi kasus pelayanan publik dan komersial sebelumnya. [7] Hasil-hasil tersebut memperkuat relevansi penggunaan model M/G/s pada penelitian mengenai pelayanan distribusi air melalui mobil tangki ini.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan objek sistem antrean pada Terminal Pengisian Mobil Tangki Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi. Data meliputi waktu kedatangan, waktu mulai pengisian, waktu pelayanan, waktu selesai pengisian, volume air, dan server yang digunakan.



Data yang dianalisis terdiri dari 245 aktivitas pelayanan selama 59 hari pada Januari hingga Februari 2026. Sistem memiliki dua pompa pengisian sebagai server dan menggunakan disiplin antrean *First Come First Served* (FCFS). Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan jumlah pengamatan memenuhi kebutuhan analisis, sedangkan data kedatangan diuji menggunakan *Goodness of Fit Chi-Square* untuk mengetahui kesesuaiannya dengan *distribusi Poisson*.

Analisis M/G/s dilakukan dengan menghitung tingkat kedatangan (λ), tingkat pelayanan (μ), jumlah server (s), tingkat utilisasi (ρ), rata-rata waktu pelayanan, standar deviasi, koefisien variasi, panjang antrean rata-rata (L_q), waktu tunggu rata-rata (W_q), jumlah kendaraan rata-rata dalam sistem (L_s), dan waktu rata-rata dalam sistem (W_s). Pendekatan Allen-Cunneen digunakan untuk memperkirakan kinerja antrean dengan mempertimbangkan variasi waktu pelayanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Terminal Pengisian Mobil Tangki Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur merupakan fasilitas pelayanan yang digunakan untuk mendukung distribusi air bersih ke wilayah yang mengalami gangguan suplai, kebutuhan darurat, maupun daerah yang belum terjangkau jaringan perpipaan. Dalam operasionalnya, terminal ini dilengkapi dengan dua pompa pengisian yang berfungsi sebagai fasilitas pelayanan (server) dalam sistem antrean.

4.2 Data Penelitian

Data pelayanan mobil tangki yang diperoleh terdiri dari 245 aktivitas pelayanan selama bulan Januari dan Februari 2026 (59 hari pengamatan). Statistik deskriptif data penelitian dirangkum pada Tabel 1.

Keterangan	Nilai
Periode pengamatan	1 Januari - 28 Februari 2026
Jumlah hari pengamatan	59 hari
Total mobil tangki	245 kendaraan/bulan
Rata-rata kedatangan	4,45 kendaraan/hari



Keterangan	Nilai
Kedatangan terbanyak / tersedikit	11 mobil/hari / 2 mobil/hari
Jumlah pompa (server)	2 unit
Rata-rata waktu pelayanan	60,56 menit/mobil
Waktu pelayanan tercepat / terlama	49 menit / 79 menit
Jam operasional	5 jam/hari

Tabel 1. Rekapitulasi Data Penelitian

4.3 Uji Kecukupan Data dan Uji Distribusi

Uji kecukupan data pada tingkat kepercayaan 95% ($k=2$) dan tingkat ketelitian 5% menghasilkan jumlah data minimum yang dibutuhkan (N') sebesar 30,84 data. Karena jumlah data hasil pengamatan ($N=245$) lebih besar dari N' , data dinyatakan mencukupi untuk dianalisis lebih lanjut.

Uji distribusi *Poisson* terhadap data kedatangan menggunakan metode *Goodness of Fit Chi-Square* menghasilkan nilai χ^2 hitung sebesar 0,1594, lebih kecil dari χ^2 tabel sebesar 3,8415 ($df=1$, $\alpha=5\%$), sehingga H_0 diterima dan data kedatangan kendaraan dinyatakan mengikuti distribusi *Poisson*. Sementara itu, hasil pengujian distribusi eksponensial terhadap data waktu pelayanan menggunakan Minitab menunjukkan bahwa data waktu pelayanan tidak mengikuti distribusi eksponensial. Oleh karena itu, analisis sistem antrean pada penelitian ini menggunakan model M/G/s.

4.4 Perhitungan Parameter Sistem Antrean

Berdasarkan jumlah kendaraan (245 mobil) dan total waktu pengamatan (59 hari $\times$ 5 jam/hari $\times$ 60 menit = 17.700 menit), diperoleh tingkat kedatangan (λ) sebesar 0,01384 kendaraan/menit. Tingkat pelayanan (μ) dihitung dari rata-rata waktu pelayanan 60,56 menit/kendaraan, menghasilkan μ sebesar 0,01650 kendaraan/menit.



Dengan dua pompa yang beroperasi ($s=2$), tingkat utilisasi server (ρ) diperoleh sebesar 0,4194 atau 41,94%, yang menunjukkan bahwa kedua pompa digunakan sekitar 41,94% dari kapasitas pelayanan yang tersedia. Standar deviasi waktu pelayanan (σ) sebesar 8,4257 menit menghasilkan koefisien variasi kuadrat (Cs^2) sebesar 0,01932, yang menunjukkan variasi waktu pelayanan relatif kecil terhadap rata-ratanya.

Menggunakan pendekatan Allen-Cunneen, diperoleh rata-rata panjang antrean (Lq) sebesar 0,20848 kendaraan, rata-rata waktu tunggu dalam antrean (Wq) sebesar 15,06 menit, rata-rata jumlah kendaraan dalam sistem (Ls) sebesar 1,04727 kendaraan, dan rata-rata waktu kendaraan berada dalam sistem (Ws) sebesar 75,67 menit. Rekapitulasi hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

Parameter	Simbol	Hasil	Satuan
Tingkat Kedatangan	λ	0,01384	kendaraan/menit
Rata-rata Waktu Pelayanan	$\bar{t}$	60,61	menit/kendaraan
Tingkat Pelayanan	μ	0,01650	kendaraan/menit
Jumlah Server	s	2	pompa
Tingkat Utilisasi Server	ρ	41,94	%
Koefisien Variasi Kuadrat	Cs^2	0,01932	-
Panjang Antrean Rata-rata	Lq	0,20848	kendaraan
Waktu Tunggu Rata-rata	Wq	15,06	menit
Jumlah Kendaraan dalam Sistem	Ls	1,04727	kendaraan
Waktu dalam Sistem	Ws	75,67	menit

Tabel 2. Hasil Perhitungan Sistem Antrean

5. ANALISIS KINERJA SISTEM ANTREAN

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa tingkat pelayanan setiap pompa ($\mu=0,01650$ kendaraan/menit) masih lebih besar dibandingkan tingkat kedatangan kendaraan ($\lambda=0,01384$ kendaraan/menit), sehingga secara umum sistem pelayanan masih mampu melayani kendaraan yang datang tanpa menyebabkan penumpukan antrean yang signifikan. Nilai utilisasi server



sebesar 41,94% ($\rho < 1$) juga menunjukkan bahwa sistem pelayanan berada dalam kondisi stabil dan kapasitas pelayanan belum dimanfaatkan secara maksimal.

Nilai L_q sebesar 0,20848 kendaraan dan W_q sebesar 15,06 menit menunjukkan bahwa antrean yang terjadi selama periode penelitian masih tergolong rendah, sehingga sebagian besar kendaraan dapat langsung memperoleh pelayanan ketika tiba di terminal pengisian. Meskipun demikian, antrean tetap dapat terjadi pada waktu tertentu, terutama ketika beberapa mobil tangki datang dalam waktu yang hampir bersamaan. Nilai L_s sebesar 1,04727 kendaraan dan W_s sebesar 75,67 menit menunjukkan bahwa sebagian besar waktu kendaraan berada dalam sistem digunakan untuk proses pelayanan, sementara waktu menunggu dalam antrean relatif kecil.

Penggunaan model M/G/s dinilai lebih representatif dibandingkan model M/M/s karena mempertimbangkan variasi waktu pelayanan yang ditunjukkan oleh nilai standar deviasi 8,43 menit dan koefisien variasi (C_s^2) sebesar 0,01932. Waktu pelayanan yang relatif panjang (rata-rata 60,61 menit per kendaraan) dipengaruhi oleh debit air pompa yang belum optimal, sehingga permasalahan utama sistem pelayanan bukan terletak pada jumlah server, melainkan pada lamanya waktu pelayanan akibat kondisi operasional pompa.

Berdasarkan hasil tersebut, sistem antrean belum memerlukan penambahan jumlah server karena tingkat utilisasi masih tergolong rendah. Upaya peningkatan kinerja pelayanan sebaiknya difokuskan pada peningkatan efisiensi proses pengisian melalui peningkatan kinerja pompa, perawatan pompa secara berkala, serta monitoring waktu pelayanan secara berkelanjutan agar waktu pelayanan dapat dipersingkat dan potensi antrean dapat diminimalkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis model M/G/s dengan pendekatan *Allen-Cunneen*, tingkat kedatangan mobil tangki sebesar 0,01384 kendaraan/menit dan tingkat pelayanan sebesar 0,01650 kendaraan/menit. Utilisasi dua server sebesar 41,94%, rata-rata panjang antrean 0,20848 kendaraan, waktu tunggu 15,06 menit, jumlah kendaraan dalam sistem 1,04727 kendaraan, dan waktu dalam sistem 75,67 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem masih stabil dan kapasitas pelayanan mampu melayani tingkat kedatangan kendaraan selama periode pengamatan. Perbaikan diarahkan pada peningkatan efisiensi proses pengisian melalui pemeliharaan pompa, kestabilan debit air, dan monitoring waktu pelayanan.



SARAN

Perumdam Tirta Mukti Kabupaten Cianjur disarankan melakukan pemeliharaan pompa dan pemeriksaan komponen pendukung secara berkala untuk menjaga kestabilan debit air. Perusahaan juga dapat melakukan pencatatan dan evaluasi waktu pelayanan secara rutin sebagai dasar pemantauan kinerja. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan pendekatan antrean atau menggunakan simulasi untuk menguji skenario perubahan kapasitas pelayanan dan peningkatan debit air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Aryani dan L. Najwa, “Membangun Pelayanan Prima: Meningkatkan Kepuasan Pelanggan dan Citra Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM),” . *Vol.*, vol. 3, no. 1.
- [2] H. Murnawan, I. Yuwono, J. S. No, dan M. Pumpungan, “Analisis Perbandingan Pelayanan Sistem Antrian Pada Bisnis Makanan Online Dengan Menggunakan Pendekatan Model M/M/I dan M/M/S (Studi Kasus: Restaurant Soto Madura Tapak Siring - Surabaya)”.
- [3] L. N. Dewi, A. Prahutama, dan D. Ispriyanti, “ANALISIS MODEL ANTREAN NON POISSON DAN UKURAN KINERJA SISTEM PELAYANAN MENGGUNAKAN GUI R (Studi Kasus: Loker Dispendukcapil Kota Semarang),” vol. 9, no. 1, 2021.
- [4] J. P. KHAROUFEH, “The M/G/s/s Queue.” 2019.
- [5] S. A. Rohmaniah, S. Masnikafah, dan M. S. Pradana, “Analisis Sistem Antrian Pasien Rawat Jalan Menggunakan Distribusi Poisson dan Distribusi Erlang,” *UJMC*, vol. 7, no. 2, hlm. 39-48, Des 2021, doi: 10.52166/ujmc.v7i2.2768.
- [6] G. S. Janottama dan B. I. Pradana, “Optimalisasi Layanan Customer Service Pada Kantor Perbankan Menggunakan Teori Antrean,” *JKI*, vol. 3, no. 3, hlm. 814-823, Mei 2024, doi: 10.21776/jki.2024.03.3.17.
- [7] N. Khairani, R. S. Hsb, S. A. Putri, dan S. O. Tampubolon, “Analisis Biaya dan Tingkat Layanan Sistem Antrian Call Center Menggunakan Model M/M/S,” 2025.