

ANALISIS ANTREAN SPBU UDAYANA DENGAN MODEL ANTREAN NON-POISSON

Luis Ricardo Pandiangan¹, Ni Putu Dian Astutik², Evaristus Veriyogi Yalschen Lembunai³, I Gusti Ayu Made Srinadi^{4§}, Made Ayu Dwi Octavanny^{5§}

¹Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: luisrichardo777@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: dianastutik03@gmail.com]

³Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: evaristusyalschen20@gmail.com]

⁴Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: srinadi@unud.ac.id]

^{5§}Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: octavanny@unud.ac.id]

§Corresponding Author

ABSTRACT

Long queues at gas stations are a common sight, consuming valuable time for vehicle refueling. This inconvenience poses a challenge for the community, necessitating efficient time management. To address this issue, optimization through queue analysis is proposed. This study aims to analyze the queuing process for pertalite motorcycle fueling at one of the refueling stations, Udayana Gas Station, using the non-Poisson model (GPD/GEV/1):(FIFO/∞/∞). Additionally, a comparison is made with a modified scenario by introducing an extra server, resulting in the model (GPD/GEV/2):(FIFO/∞/∞). Based on 60 sampled data collected on Friday, 17 November, 2023, the analysis reveals a queue time of 5.8 minutes, with an expected 9 motorcycles in the queue. The results of the new model (GPD/GEV/2):(FIFO/∞/∞) indicate a notable reduction, with no motorcycles waiting in line for fueling. Consequently, it is recommended that Udayana Gas Station add an additional pertalite refueling station for motorcycles, promoting enhanced efficiency and convenience.

Keywords: Gas Station, Pertalite, Queue Analysis, Non-Poisson Model

1. PENDAHULUAN

Proses antrean yang sering diwakili oleh model Poisson dalam banyak aplikasi merupakan aspek penting dalam pemodelan dan analisis sistem berbasis antrean. Namun, dalam beberapa konteks distribusi kedatangan permintaan atau entitas tidak dapat diandalkan untuk mengikuti distribusi Poisson. Fenomena ini dikenal sebagai antrean non-Poisson dalam memahami serta memodelkannya menjadi krusial untuk meningkatkan efisiensi sistem di berbagai sektor.

Sebagai contoh dari antrean non-Poisson adalah antrean layanan stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU). Hal ini karena variasi dalam pola kedatangan kendaraan yang tidak stabil dan permintaan pengisian bahan bakar mungkin tidak dapat dijelaskan secara memadai oleh model Poisson. Variasi kedatangan kendaraan dapat dipengaruhi oleh jam sibuk lalu lintas, musim liburan, hingga kenaikan atau penurunan harga BBM.

Karena pola kedatangan kendaraan di SPBU

tidak selalu mengikuti penyebaran Poisson, terutama ketika waktu kepadatan lalu lintas tinggi, maka pemahaman antrean dapat dipelajari dengan membuat model non-Poisson untuk membantu dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya. Akibatnya, pihak pengelola dapat merencanakan promosi yang efektif, menyediakan pelayanan yang lebih responsif terhadap fluktuasi permintaan, meningkatkan efisiensi pengisian bahan bakar, meningkatkan kinerja operasional, dan memberikan kepuasan pelanggan.

Penelitian mengenai model antrean non-Poisson serta pengukuran kinerja pelayanan bus rapid transit trans semarang (studi kasus: shelter pemberangkatan BRT koridor V) yang dilakukan oleh Ayuningtyas *et al.*, (2021) menunjukkan model antrean yang digunakan yaitu Shelter Victoria Residence adalah (DAGUM/GEV/1):(GD/∞/∞), Shelter Marina adalah (DAGUM/G/1):(GD/∞/∞), dan Shelter

Bandara Ahmad Yani (GEV/GEV/1):(GD/∞/∞) dengan hasil pengukuran ukuran – ukuran kinerja memiliki kondisi yang baik.

Penelitian serupa dilakukan oleh Prasmoro *et al.*, (2020) pada SPBU ABC diperoleh model antrean yaitu (M/M/1) dengan model antrean optimal yang disarankan adalah (M/M/2) karena hasil analisis model pertama menunjukkan kondisi operator yang sibuk dan antrean kendaraan yang panjang.

Penelitian ini dilakukan di SPBU Pertamina 54.803.16 (SPBU Udayana), Jl. Raya Uluwatu No. 45xx, Jimbaran, Kuta Selatan. Alasan diambilnya SPBU ini sebagai tempat penelitian karena peneliti tertarik untuk melihat proses antrean pada salah satu SPBU di Jimbaran yang ramai dan lokasinya yang strategis.

Adapun tujuan dari penelitian memodelkan proses antrean di SPBU Udayana dengan model non-Poisson, yaitu:

1. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan kendaraan saat tiba untuk mengantre sampai dapat dilayani.
2. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam pengisian bahan bakar pada kendaraan di operator pertalite.
3. Mengetahui jumlah kendaraan yang bisa diharapkan dalam sistem operator pertalite.
4. Mengetahui jumlah kendaraan yang bisa diharapkan dalam antrean operator pertalite.
5. Mengetahui probabilitas tidak adanya pelanggan pada operator pertalite pada jam kerja.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode

Format atau notasi yang umum digunakan untuk menyimpulkan karakteristik antrean sebagai berikut (Taha, 2017):

$$(a / b / c) : (d / e / f) \quad (1)$$

Dengan

- a = Distribusi kedatangan
- b = Distribusi waktu pelayanan
- c = Jumlah server (= 1, 2, ...)
- d = Disiplin antrean
- e = Angka maksimum dalam sistem (terhingga atau tak terhingga)
- f = Ukuran *calling population*

Notasi standar yang menggambarkan distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan (simbol a dan b) adalah

- M = Markovian atau Poisson waktu kedatangan atau waktu pelayanan
- D = Waktu konstan (deterministik)
- E_k = Distribusi Erlang atau Gamma
- GI = Distribusi umum dari rata-rata waktu antarkedatangan
- G = Distribusi umum dari waktu pelayanan

Notasi disiplin antrean (simbol d) adalah

- FIFO = *First-in, First-out*
- LIFO = *Last-in, First-out*
- SIRO = *Service in random order*
- GD = Disiplin umum

Menurut Allen (1980) perhitungan rate kedatangan (λ) dan rate pelayanan (μ) adalah sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{1}{\text{Mean Distribusi Waktu Antarkedatangan}} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{1}{\text{Mean Distribusi Pelayanan}} \quad (3)$$

Proses antrean yang waktu kedatangan dan waktu pelayanannya tidak mengikuti distribusi Poisson disebut proses antrean non-Poisson. Proses antrian yang tidak mengikuti distribusi Poisson umumnya sangat kompleks, sehingga simulasi digunakan untuk beberapa proses.

Salah satu model non-Poisson yang digunakan adalah model (G/G/c):(GD/∞/∞). Model ini mempunyai pola kedatangan dan pola pelayanan yang memiliki distribusi umum dengan jumlah layanan sebanyak c, di mana c = 1,2,..., dan disiplin antrean yang digunakan dalam model ini adalah FIFO dengan kapasitas maksimum dalam sistem adalah tak hingga, dan *calling source/calling population* tak hingga (Gross & Harris, 1998).

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam mencari ukuran kinerja dalam model ini

$$L_q = \frac{r^c \rho}{c!(c-\rho)^2} p_0 \frac{\mu^2 v(t) + v(t') \lambda^2}{2} \quad (4)$$

Dengan:

L_q dapat dinyatakan juga sebagai jumlah pelanggan yang diharapkan dalam antrean

$$r = \frac{\lambda}{\mu}, \rho = \frac{\lambda}{\mu c} \quad (5)$$

$v(t)$ adalah ragam dari waktu pelayanan
 $v(t')$ adalah ragam dari waktu antarkedatangan

$$p_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(c\rho)^n}{n!} + \frac{(c\rho)^c}{c!(1-\rho)} \right\}^{-1} \quad (6)$$

p_0 adalah probabilitas saat server kosong
 Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem adalah $L_s = L_q + r$

Waktu menunggu dalam antrean adalah

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (7)$$

Waktu menunggu dalam system adalah

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

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada hari Jumat, 17 November 2023, pukul 13.15 – 14.00 WITA, di SPBU Pertamina 54.803.16 (SPBU Udayana), Jl. Raya Uluwatu No. 45xx, Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali.

2.3 Populasi, Sampel, dan Variabel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah masyarakat umum yang melakukan pembelian bahan bakar bensin jenis pertalite untuk kendaraan roda dua. Jumlah populasi tidak diketahui sehingga dalam pengambilan sampel digunakan *non-probability sampling* dengan metode *convenience sampling*. Jumlah sampel yang akan diambil sebanyak 60 sampel.

Dalam analisis sistem antrean di SPBU Jimbaran Dua terdapat beberapa variabel penelitian yang diamati, yaitu waktu antarkedatangan *customer*, waktu pelayanan oleh *server*, dan waktu antrean *customer* dalam *server*. Ketiga variable tersebut dalam skala rasio, satuan detik, dan bersumber hasil dari observasi penulis.

2.4 Tahapan Kegiatan dan Analisis Data

Berikut adalah tahapan untuk dapat mengambil data dan melakukan analisis dalam penelitian ini:

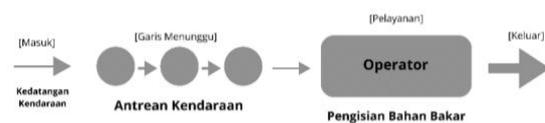
1. Membuat rencana penelitian
2. Melakukan pengumpulan data
3. Melakukan pemeriksaan data untuk memastikan data lengkap dan tidak ada kesalahan nilai
4. Melakukan pemeriksaan distribusi antar waktu kedatangan dan waktu pelayanan oleh *server* menggunakan *software* Easyfit dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Memasukkan data ke Easyfit
 - b. Klik *Analyze > Fit Distribution*
 - c. Pilih lokasi data yang ingin diuji
5. Memilih model antrean non-Poisson sesuai dengan distribusi antar waktu kedatangan dan waktu pelayanan yang diperoleh serta jumlah server, disiplin antrean dan kapasitas populasi.

6. Menghitung ukuran kinerja dari model yang dipilih
7. Menyimpulkan hasil ukuran kinerja dari model antrean pada SPBU Pertamina 54.803.16 (SPBU Udayana) serta memberikan saran untuk mengoptimalkan pelayanannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Struktur Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mencatatkan waktu kedatangan, waktu awal pelayanan, dan waktu selesai dilayani. Setelah itu, penulis menghitung waktu antarkedatangan kendaraan, lama waktu antrean per kendaraan, dan lama waktu proses pelayanan dengan bantuan Microsoft Excel.



Gambar 1 Sistem Pelayanan *Single Channel-Single Phase*

3.2 Statistik Deskriptif

Rata-rata waktu antarkedatangan kendaraan adalah 0,64 menit dengan jarak penyebaran waktu antarkedatangan terhadap rata-rata adalah 0,66 menit. Waktu antarkedatangan kendaraan paling cepat adalah 0 menit dan paling lama 3,83 menit. Data waktu antarkedatangan memiliki distribusi dengan kecondongan ke kanan di lihat dari nilai *skewness* yang positif dan keruncingan sebesar 3,88 yang artinya distribusi data memiliki bentuk keruncingan yang tinggi.

Rata-rata waktu pelayanan adalah 0,62 menit dengan jarak penyebaran waktu pelayanan terhadap rata-rata adalah 0,2 menit. Waktu pelayanan paling cepat adalah 0,33 menit dan paling lama 1,38 menit. Data waktu pelayanan memiliki distribusi dengan kecondongan ke kanan di lihat dari nilai *skewness* yang positif dan keruncingan sebesar 2,97 yang artinya distribusi data memiliki bentuk keruncingan yang tinggi.

Rata-rata waktu antrean adalah 5,5 menit dengan dengan jarak penyebaran waktu antrean terhadap rata-rata adalah 1,17 menit. Waktu antrean paling cepat adalah 3,15 menit dan paling lama 8,32 menit. Data waktu pelayanan memiliki distribusi dengan kecondongan ke

kanan di lihat dari nilai *skewness* yang positif dan keruncingan sebesar -0,339 yang artinya distribusi data memiliki bentuk keruncingan yang datar.

3.3 Model dan Analisis

Dalam mencari model yang tepat perlu dicari tahu distribusi pada data dengan menggunakan Easyfit. Sehingga, diperoleh distribusi untuk data waktu antarkedatangan adalah Generalised Pareto (GPD) sedangkan data waktu lama pelayanan adalah Generalised Extreme Value (GEV).

Model yang sesuai pada SPBU Udayana berdasarkan distribusi data, jumlah server, dan disiplin pelayanan adalah (GPD/GEV/1):(FIFO/∞/∞). Kemudian, gunakan mean dan varians dari kedua distribusi tersebut untuk dapat mencari parameter-parameter dalam model tersebut. Berikut adalah Tabel 1 yang menyajikan mean dan varian dari kedua distibusi data yang diperoleh dari Easyfit.

Tabel 1. Mean dan Varians Kedua Distribusi

Mean GPD	0,638
Varians GPD	0,497
Mean GEV	0,598
Varians GEV	0,028

Nilai rate kedatangan (λ) dan nilai rate pelayanan (μ) secara berturut-turut dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) adalah 1,566 dan 1,670.

Setelah mengetahui rate kedatangan dan rate pelayanan serta mean dan varians dari kedua distribusi, maka dapat dilanjutkan proses analisis dengan menggunakan persamaan-persamaan (4)-(8). Berikut adalah hasil analisis pada model yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis (GPD/GEV/1):(FIFO/∞/∞)

Variabel	Nilai
L_q	9 kendaraan
L_s	10 kendaraan
W_q	5,8 menit
W_s	6,4 menit
p_0	0,062

Dari hasil pengukuran kinerja sistem diperoleh hasil bahwa harapan jumlah kendaraan dalam sistem sebanyak 10 kendaraan dengan harapan jumlah kendaraan dalam antrean sebanyak 9 kendaraan dengan harapan waktu menunggu dalam antrean selama 5,8857 menit dan harapan waktu menunggu dalam

sistem selama 6,484 menit. Selain itu, probabilitas dalam SPBU Udayana terdapat nol kendaraan adalah 0,062.

Melihat hasil analisis antrean SPBU Udayana dengan satu server menunjukkan bahwa terdapat antrean yang panjang dan waktu antrean yang lama. Oleh karena itu, selanjutnya penulis akan mengukur ukuran kinerja antrean SPBU Udayana dengan dua server. Sehingga model antrean non-Poisson yang terbentuk adalah (GPD/GEV/2):(FIFO/∞/∞). Berikut adalah proses pengukuran kinerja model antrean non-Poisson yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis (GPD/GEV/2):(FIFO/∞/∞)

Variabel	Nilai
L_q	0 kendaraan
L_s	1 kendaraan
W_q	0 menit
W_s	0,599 menit
p_0	0,362

Dari hasil pengukuran kinerja model antrian non-Poisson di SPBU Udayana dengan dua server diperoleh probabilitas saat fasilitas kosong adalah 0,362 atau 36,2%, jumlah kendaraan yang mengantre tidak ada, jumlah kendaraan dalam sistem sebanyak satu kendaraan dengan waktu menunggu selama 0,599 menit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian antrean pengisian bahan bakar roda dua berjenis pertalite di SPBU Udayana dengan jumlah sampel yang diambil sebanyak 60 sampel diperoleh model antrean non-Poisson (GPD/GEV/1):(FIFO/∞/∞). Disimpulkan bahwa pada hari Jumat, 17 November 2023 pukul 13.15 – 14.00 WITA rate kedatangan kendaraan adalah dua kendaran per menit dan rate pelayanan adalah dua kendaraan per menit dengan hasil analisis model antrean non-Poisson dengan satu server atau model (GPD/GEV/1):(FIFO/∞/∞) di SPBU Udayana menunjukkan bahwa terdapat antrean kendaraan yang panjang dan waktu menunggu yang lama.

Melihat hasil analisis tersebut dilakukan kembali analisis menggunakan model yang sama namun jumlah server dua atau model (GPD/GEV/2):(FIFO/∞/∞) diperoleh hasil yang berbeda signifikan yaitu model dengan dua server menunjukkan penurunan jumlah antrean kendaraan dari 9 kendaraan menjadi 0 kendaraan

sedangkan waktu menunggu antrean dari 6,484 menit menjadi 0,599 menit.

Melihat perbedaan yang signifikan dari jumlah antrean kendaraan dan waktu menunggu antrean dengan menggunakan dua server, penulis merekomendasikan SPBU Pertamina 54.803.16 atau SPBU Udayana menambah satu server pengisian bahan bakar Peralite untuk kendaraan roda dua.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, A. O. 1980. Queueing Models of Computer System. *Computer*, 13(4), p. 13-24. doi: 10.1109/MC.1980.1653572
- Ayuningtyas, P., Sugito, & Maruddani, D. A. I. (2021). Penentuan Model Antrean Non-Poisson dan Pengukuran Kinerja Pelayanan Bus Rapid Transit Trans Semarang (Studi Kasus: Shelter Pemberangkatan BRT Koridor V). *Jurnal Gaussian*, 10(1), p. 1-10. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.10.1.1-10>
- Gross, D., & Harris, C. 1998. *Fundamentals Of Queueing Theory* (3rd ed.), Wiley.
- Taha, H. A. 2017. *Operations Research An Introduction* (J. Patridge, Ed.; Tenth Edition), Pearson.
- Prasmoro, V.A., Widyanoro, M., & Warniningsih, 2020. Optimalisasi Pelayanan dengan Metode Antrian pada SPBU ABC. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 20(1), p. 42-51. <https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.41>