

Analisis Sistem Antrian Proses Muat Pakan Ternak Menggunakan Metode *Multiple Channel Query System* (M/M/S) di PT. JKL

Aisyatun Nabila^{1*}, Hafid Syaifullah²

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

^{1,2} Prodi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

*Penulis Korespondensi: 22032010002@student.upnjatim.ac.id

Abstract

The purpose of this research is to analyze the effectiveness level of the service system in the commercial livestock feed loading process at PT. JKL and to provide improvement suggestions to enhance the performance of the queue system in the livestock feed loading process. The queuing system problem is solved by implementing the queuing theory concept using the multiple channel query system (M/M/S) method. The use of the M/M/S method can analyze the performance of the queuing system in the livestock feed loading process, which provides 6 service servers during the period from 08:30 to 11:30 and 1 queue line. This research uses primary data consisting of the number of vehicle arrivals and the number of vehicles that have been served. From the data processing results, the highest server utilization rate of 40.9% was obtained during the time period between 08:30-09:31 with 3 vehicles in the system. The probability of no vehicles in the system is 8.54% with an average time of vehicles in the system being 5.522 minutes. From these results, suggestions can be made to improve the performance of the queue system by adding forklift operator staff and increasing the loading speed of the contract workers.

Keywords: Arrival, Loading Process, Queue, Service

Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis tingkat keefektifan sistem pelayanan pada proses muat pakan ternak komersial di PT. JKL serta memberikan usulan perbaikan guna meningkatkan kinerja sistem antrian pada proses muat pakan ternak. Permasalahan sistem antrian diselesaikan dengan mengimplementasikan konsep teori antrian menggunakan metode multiple channel query system (M/M/S). Penggunaan metode multiple channel query system dapat menganalisis bagaimana performa dari sistem pelayanan pada proses muat pakan ternak yang menyediakan 6 server pelayanan pada periode waktu 08.30-11.30 dan 1 jalur antrian. Penelitian ini menggunakan data primer yang terdiri dari data banyaknya kedatangan kendaraan dan banyaknya kendaraan yang selesai dilayani. Dari hasil pengolahan data didapatkan tingkat kesibukan server tertinggi sebesar 40,9% pada periode waktu antara 08.30-09.31 dengan 3 kendaraan dalam sistem. Adapun probabilitas tidak ada kendaraan sistem sebesar 8,54% dengan lama waktu kendaraan salam sistem yaitu 5,522 menit. Dari hasil tersebut dapat diberikan saran peningkatan kinerja sistem antrian dengan menambah petugas operator forklift dan meningkatkan kecepatan muat dari petugas borongan.

Keywords: Antrian, Kedatangan, Pelayanan, Proses Muat

Pendahuluan

Pada hakikatnya, distribusi merupakan proses perpindahan dan penyaluran produk dari pihak produsen ke pihak konsumen (Tegar, 2021). Proses penyaluran produk menuju konsumen merupakan salah satu persoalan utama industri manufaktur pada proses menjalankan usaha. Penyaluran produk melalui distribusi tidak hanya mampu mengirimkan produk ke konsumen namun juga membuka jalan pemasaran. Sehingga produk yang diproduksi oleh perusahaan dapat segera dijual kepada konsumen.

Proses distribusi barang memegang peran penting dalam menjamin tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan dan produk yang dikeluarkan oleh perusahaan. Produk akan mencapai tingkat kegunaan yang maksimal jika didapatkan pada waktu konsumen membutuhkannya. Sehingga faktor ketepatan waktu kirim memiliki urgensi yang besar terhadap keberhasilan bisnis. Sehingga pengadaan penerapan strategi penyaluran barang yang tepat agar dapat mengirimkan produk secara tepat waktu guna menjamin tingkat kepuasan konsumen tetap terjaga (Agustina et al., 2024).

Terjadinya antrian panjang kendaraan muat pada PT. JKL di proses muat pakan ternak memiliki peluang terjadinya keterlambatan pengiriman produk ke konsumen. Antrian sendiri dapat dijelaskan sebagai suatu kejadian yang terbentuk oleh sekumpulan komponen baik itu orang, kendaraan, atau mesin yang menunggu untuk mendapatkan pelayanan (Yuliana et al., 2019). Permasalahan antrian pada proses muat produk dapat menghambat proses distribusi produk dan menurunkan minat pelanggan terhadap segala *output* yang ditawarkan perusahaan. Keterlambatan pengiriman ini juga dapat berdampak pada berpindahannya konsumen ke *brand* produk lain. Sehingga perlu dilakukan analisis mengenai tingkat efektivitas sistem antrian dan sistem pelayanan pada proses muat di PT. JKL guna memberikan gambaran mengenai solusi

yang tepat untuk perbaikan di masa mendatang.

Pengadaan penelitian sistem antrian bertujuan untuk menganalisis tingkat efektivitas dari sistem pelayanan proses muat pakan ternak di PT. JKL XYZ serta memberikan usulan perbaikan yang tepat guna meningkatkan kinerja sistem antrian pada proses muat pakan ternak. Analisis dilakukan dengan menerapkan teori antrian di dalamnya. Proses antrian berkaitan erat dengan orang atau komponen lain yang datang ke fasilitas pelayanan lalu menunggu dalam suatu garis tunggu yang ada jika server mengalami kesibukan dan diakhiri dengan meninggalkan tempat pelayanan setelah selesai mendapat pelayanan. (Astrelita and Wuryandari, 2015).

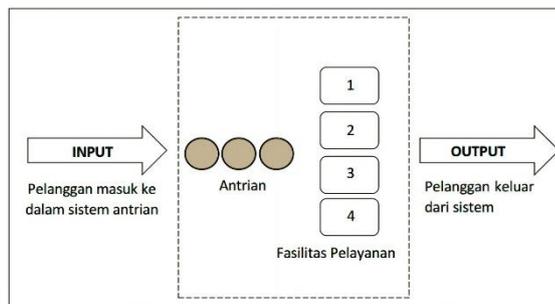
Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam analisis sistem antrian meliputi tingkat kedatangan pelanggan dalam suatu fasilitas pelayanan, distribusi waktu pelayanan, banyaknya fasilitas atau server pelayanan yang tersedia, disiplin pelayanan yang diterapkan (FIFO, LIFO, atau SIRO), ukuran dalam suatu antrian, serta sumber panggilannya (Anisah, Sugito, and Suparti, 2015). Dalam struktur pelayanan terdapat berbagai macam bentuk struktur jalur antrian. Jalur antrian tersebut meliputi jalur antrian *single channel-single phase*, *single channel-multi phase*, *multi channel-single phase*, dan *multi channel-multi phase*. *Single channel-single phase* merupakan struktur pelayanan yang terdiri dari satu pegawai yang melayani dan satu jalur antrian. Struktur pelayanan *single channel-multi phase* memiliki satu jalur antrian dengan lebih dari satu pegawai yang melayani dan dilaksanakan secara berurutan. Sehingga pada struktur pelayanan ini pelanggan mendapat lebih dari satu pelayanan sebelum dapat meninggalkan area pelayanan. *Multi channel single phase* yaitu struktur pelayanan dengan satu jalur antrian dan lebih dari satu server pelayanan yang terpisah sehingga konsumen hanya perlu melewati satu fasilitas pelayanan dari banyaknya server

yang disediakan. Hal ini yang membedakan dengan struktur pelayanan *single channel-multi phase*. Struktur pelayanan terakhir yaitu *multi channel-multi phase* yaitu struktur pelayanan dengan jalur antrian dan server pelayannya lebih dari satu. Pada struktur pelayanan ini, pelanggan harus melewati lebih dari satu pelayanan baik secara acak maupun berurutan sebelum meninggalkan area pelayanan (Jatmika and Prasetyo, 2017).

Adapun beberapa model antrian dalam teori *queing theory* dan diterapkan di suatu fasilitas pelayanan. Model antrian jalur tunggal atau *single channel query system (M/M/1)* merupakan model antrian paling dasar yang sering digunakan pada sistem antrian dengan satu fasilitas pelayanan (Setianah,

Prabowo, and Farida, 2024). Model antrian dengan lebih dari satu fasilitas pelayanan yang disediakan merupakan pengertian dari model antrian dengan jalur antrian lebih dari satu atau *multiple channel query system (M/M/S)* (Harahap, Munthe, and Pane, 2024).

Dengan adanya enam server pelayanan yang disediakan PT. JKL untuk menangani proses muat pakan ternak pada jam kerja *shift* pagi yaitu pada rentang jam 08.30 hingga 11.30 serta penerapan disiplin pelayanan FIFO, maka model antrian yang diterapkan oleh PT. JKL merupakan model antrian *Multiple Channel Single Phase* atau M/M/S dengan struktur pelayannya yaitu *Multi Channel Single Phase*. Model antrian ini dapat digambarkan dalam gambar model bagan berikut.



Gambar 1. Model antrian *multi channel single phase (M/M/S)*

Sumber : Rambe et al., 2024

Dari gambar di atas memiliki empat atau lebih fasilitas untuk pelayanan yang disediakan dengan jalur antrian yang dibuka berupa jalur antrian tunggal (Rambe et al., 2024).

Dalam menganalisis sistem antrian dengan model *Multiple Channel Single Phase* atau M/M/S, komponen antrian yang dapat dianalisis meliputi :

- Banyaknya server atau fasilitas pelayanan yang dibuka (S)
- Tingkat kedatangan rata-rata kendaraan tiap satuan waktu (λ)

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kedatangan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$
- Jumlah kendaraan yang berhasil mendapat pelayanan/ waktu (μ)

$$\mu = \frac{\text{Jumlah pelayanan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

- Tingkat utilitas / kegunaan/ kesibukan fasilitas pelayan (ρ)

$$\rho = \frac{\lambda}{M\mu} \leq 1$$

- Probabilitas tidak ada pelanggan atau ada 0 pelanggan dalam sistem (P_0)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{\lambda^n}{n!} \right] + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{s! \left(1 - \frac{\lambda}{s\mu} \right)}}$$

- Banyaknya kendaraan rata-rata menunggu di antrian (L_q)

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s\mu - \lambda)^2} P_0$$

- Banyaknya kendaraan rata-rata pada sistem (L_s)

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

- Waktu rata-rata menunggu kendaraan dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{P_0}{\mu S(S!) \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S$$

- Waktu menunggu rata-rata kendaraan pada sistem (W_s)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

(Prayoga et al. 2017)

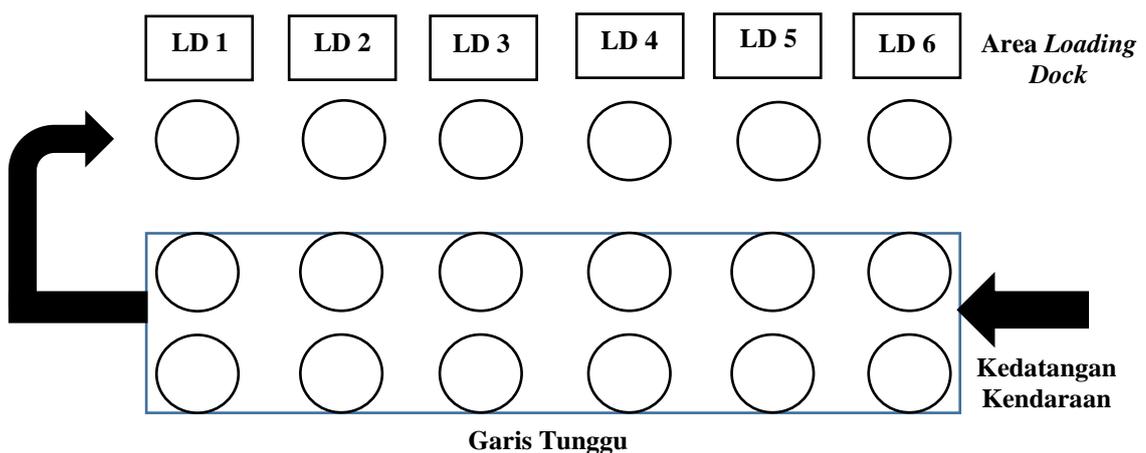
Metodologi Penelitian

Metode penelitian untuk analisis kinerja pelayanan pada proses muat pakan ternak menerapkan teori antrian atau *queuing theory*. Teori antrian merupakan teori yang dikemukakan oleh insinyur Denmark bernama Agner Krarup Erlang mengenai baris tunggu antrian yang dipaparkan dalam bentuk studi matematis (Bataona, Nyoko, and Nursiani, 2020). Antrian sendiri dapat didefinisikan sebagai suatu barisan yang terbentuk dari orang atau objek tertentu yang menunggu untuk dapat mendapatkan pelayanan (Wahyudi, Yundari, and Perdana, 2022).

Disiplin pelayanan yang diterapkan pada proses muat pakan ternak yaitu *First In First Out (FIFO)*. Dengan enam server pelayanan yang dibuka pada periode waktu 08.30-11.30 maka struktur antrian yang diterapkan merupakan struktur antrian *multi channel – single phase*. Struktur antrian ini memiliki lebih lebih dari satu fasilitas

pelayanan dengan satu jalur antrian yang disediakan (Cahyo and Sya'rawi, 2022). Berdasarkan struktur dan disiplin antrian yang diterapkan, maka metode penyelesaian yang tepat digunakan yaitu metode *multiple channel query system (M/M/S)*. Metode M/M/S atau model antrian jalur berganda digunakan untuk menganalisis kinerja sistem antrian dengan lebih dari satu server dan pola kedatangannya berdistribusi poisson.

Penelitian dilakukan di gudang 8 tempat berlangsungnya proses pakan ternak komersial di PT. JKL. Adapun pengumpulan data diperoleh secara langsung melalui pengamatan pada gudang muat pakan ternak selama 4 hari yaitu pada tanggal 20 november, 25 november, 26 november, 28 november 2024. Pengamatan dilakukan pada rentang waktu antara 08.30 – 11.30. pengumpulan data juga didapatkan melalui wawancara dengan petugas gudang mengenai jumlah server yang dibuka yaitu enam server dengan masing-masing petugas krani dan petugas operator *forklift* bertugas pada 2 *loading dock* sekaligus. Adapun gambar model antrian proses muat pakan ternak di gudang 8 PT. JKL yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. Bentuk Garis Tunggu Model Antrian Di Proses Muat PT. JKL
Sumber: Peneliti, 2024

Adapun langkah-langkah dalam analisis data penelitian yaitu:

- Tahap Pertama

Tahap Pertama yang dilakukan yaitu proses pengumpulan data primer dari pengamatan langsung di gudang 8 tempat berlangsungnya proses muat pakan ternak komersial. Proses pengamatan dilakukan selama 4 hari dan 3 jam per hari. Data yang diperoleh meliputi data banyaknya kedatangan kendaraan muat di garis tunggu dan data banyaknya kendaraan yang selesai dilayani.

- Tahap Kedua

Tahap kedua yaitu uji kondisi *steady state* serta uji distribusi kedatangan. Pengujian kondisi *steady state* dilakukan guna memastikan kedatangan pelanggan kurang dari pelayanan rata-rata kendaraan. Pada kondisi *steady state*, syarat yang harus dipenuhi yaitu nilai ρ harus kurang dari satu. Pengujian distribusi kedatangan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dilakukan untuk menguji data kedatangan pelanggan telah berdistribusi poisson atau tidak.

- Tahap Ketiga

Tahap ketiga yaitu analisis data primer yang telah diperoleh dengan menggunakan metode M/M/S dari teori antrian. Analisis yang dilakukan meliputi probabilitas 0 kendaraan dalam sistem (P_0), tingkat utilitas (ρ), banyak kendaraan rata-rata dalam sistem (L_s), banyak kendaraan rata-rata dalam antrian (L_q), waktu tunggu kendaraan di sistem (W_s) dan saat di antrian (W_q).

- Tahap Keempat

Tahap keempat yaitu kesimpulan berdasarkan *output* yang dihasilkan pada penelitian serta pemberian saran perbaikan atau rekomendasi terkait hasil analisis dalam sistem antrian di PT. JKL.

Hasil dan Pembahasan

1. Data Hasil Pengamatan

PT. JKL menyediakan 14 *loading dock* untuk tempat pelayanan proses muat pakan ternak komersial di gudang 8. Akan tetapi antara jam 08.30 hingga 11.30 hanya dibuka 6 *loading dock* untuk proses muat *shift* pagi. Pada rentang periode jam kerja tersebut hanya terdapat 3 petugas krani dan 3 petugas operator *forklift*. Masing-masing petugas krani dan petugas operator *forklift* mengurus 2 proses muat pada 2 *loading dock* sekaligus. Proses muat dibantu oleh tenaga borongan yang berjumlah kurang lebih 4 orang di tiap *loading dock*. Dari pemaparan tersebut didapatkan bahwa model antrian pada proses muat pakan di PT. JKL adalah *multi channel-single phase*. Adapun disiplin pelayanan yang diterapkan pada antrian yaitu FIFO. Sehingga kendaraan yang pertama datang akan dilayani pertama. Namun sistem antrian pada gudang muat pakan di PT. JKL juga menerapkan disiplin pelayanan PS (*Priority Service*) dengan mendahulukan kendaraan yang diprioritaskan. Berikut data kedatangan kendaraan muat dan banyak kendaraan yang selesai muat per jam pada sistem antrian di proses muat pakan ternak komersial.

Tabel 1. Data Kedatangan Kendaraan Muat Per Jam

No	Tanggal	Waktu (Per Jam)	Kedatangan	Pelayanan
1	20 Nov 2024	08.30-09.30	24	11
		09.31-10.30	13	16
		10.31-11.30	18	12
2	25 Nov 2024	08.30-09.30	38	15
		09.31-10.30	22	13
		10.31-11.30	14	15
3	26 Nov 2024	08.30-09.30	13	8
		09.31-10.30	26	11
		10.31-11.30	13	9

		08.30-09.30	31	10
4	28 Nov 2024	09.31-10.30	12	15
		10.31-11.30	17	15

Sumber : Data Primer, 2024

2. Uji Kondisi *Steady State* Sistem Antrian

Suatu sistem antrian dikatakan memiliki kondisi *steady state* ketika rata-rata kedatangan kendaraan tidak lebih dari banyaknya kendaraan yang dilayani. Sehingga laju pelayanan muat pakan ternak di gudang 8 harus lebih besar dari laju kedatangan kendaraan muatnya. Didapatkan rata-rata laju kedatangan kendaraan muat (λ) dan laju pelayanan kendaraan muat (μ) sebagai berikut:

Periode 08.30-09.30

Nilai rata-rata kedatangan:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kedatangan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{24+38+13+31}{4}$$

$$= 26,5 \sim 27 \text{ kendaraan/jam}$$

Nilai rata-rata kendaraan yang dilayani:

$$\mu = \frac{\text{Jumlah pelayanan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{11+15+8+10}{4}$$

$$= 11 \text{ kendaraan/jam}$$

Periode 09.31-10.30

Nilai rata-rata kedatangan:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kedatangan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{13+22+26+12}{4}$$

$$= 18,25 \sim 18 \text{ kendaraan/jam}$$

Nilai rata-rata kendaraan yang dilayani:

$$\mu = \frac{\text{Jumlah pelayanan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{16+13+11+15}{4}$$

$$= 13,75 \sim 14 \text{ kendaraan/jam}$$

Periode 10.31-11.30

Nilai rata-rata kedatangan:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kedatangan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{18+14+13+17}{4}$$

$$= 15,5 \sim 16 \text{ kendaraan/jam}$$

Nilai rata-rata kendaraan yang dilayani:

$$\mu = \frac{\text{Jumlah pelayanan kendaraan}}{\text{waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{12+15+9+15}{4}$$

$$= 12,75 \sim 13 \text{ kendaraan/jam}$$

Berikut perhitungan ukuran *steady state* pada pelayanan muat pakan ternak di PT. JKL untuk tiap periode waktu:

Periode 08.30-09.30

$$\rho = \frac{\lambda}{M\mu} \leq 1$$

$$= \frac{27}{6 \times 11}$$

$$= 0,409 \leq 1$$

Periode 08.30-09.30

$$\rho = \frac{\lambda}{M\mu} \leq 1$$

$$= \frac{18}{6 \times 14}$$

$$= 0,214 \leq 1$$

Periode 08.30-09.30

$$\rho = \frac{\lambda}{M\mu} \leq 1$$

$$= \frac{16}{6 \times 13}$$

$$= 0,205 \leq 1$$

Tabel 2. Kondisi *steady state*

Periode waktu	λ	μ	ρ (Untuk 6 server)
08.30-09.30	27	11	0,409
09.31-10.30	18	14	0,214
10.31-11.30	16	13	0,205

Sumber: Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan tabel di atas didapatkan bahwa sistem antrian pada proses muat pakan ternak komersial di PT. JKL memenuhi kondisi *steady state* karena nilai tingkat utilitas $\rho \leq 1$. Hal ini mengidentifikasi bahwa nilai rata-rata laju kedatangan tidak melebihi nilai rata-rata laju pelayanannya.

3. Uji Distribusi Poisson Kedatangan Kendaraan

Guna mengetahui apakah data banyaknya kedatangan kendaraan muat yang didapatkan dari hasil pengamatan berdistribusi poisson, dilakukan pengujian statistika menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan *software IBM SPSS Statistic 27*.

Uji Distribusi Kedatangan:

H_0 : banyaknya kendaraan yang datang berdistribusi poisson

H1 : banyaknya kendaraan yang datang tidak berdistribusi poisson

Taraf Signifikansi $\alpha : 0,05$

Wilayah kritik :

- Nilai signifikansi $< 0,05$, Maka tolak H0
- Nilai signifikansi $> 0,05$, Maka terima H0

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test
2

VAR00001		
N		12
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	20.08333
Most Extreme Differences	Absolute	.315
	Positive	.315
	Negative	-.152
Kolmogorov-Smirnov Z		1.091
Asymp. Sig. (2-tailed)		.185

a. Test distribution is Poisson.

b. User-Specified

Gambar 3. Uji distribusi poisson
Sumber: Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan hasil uji distribusi poisson pada data kedatangan kendaraan muat, didapatkan bahwa angka signifikansi nilainya lebih besar dari α yaitu $0,185 > 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis pengujian H0: Tingkat kedatangan kendaraan berdistribusi poisson diterima.

4. Analisis Sistem Antrian Dengan Metode Antrian M/M/S

Dari analisis di atas didapatkan bahwa sistem antrian pada proses muat pakan ternak dalam kondisi *steady state* dengan data kedatangan kendaraan muat berdistribusi poisson. Sehingga analisis terhadap kinerja sistem antrian dapat dilanjutkan. Analisis sistem antrian menggunakan metode *Multiple Channel Query* (M/M/S) dengan enam server yang dibuka dan satu jalur antrian serta disiplin pelayanan yang diterapkan yaitu FIFO (*First In First Out*). Sehingga kendaraan muat yang datang lebih dulu di garis tunggu akan didahulukan.

Berdasarkan laju kedatangan rata-rata kendaraan (λ) dan laju pelayanan rata-rata (μ) pada tabel 4.2, didapatkan analisis kinerja sistem antrian pada proses muat pakan ternak dengan metode

Multiple Channel Query (M/M/S) yaitu sebagai berikut:

Periode 08.30-09.30

($\lambda = 27 ; \mu = 11$)

- Probabilitas terdapat 0 kendaraan dalam sistem (P_0)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \left[\frac{\lambda^n}{n!} \right] + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{S! \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)}} = \frac{1}{\frac{1}{0!} + \frac{(27/11)}{1!} + \frac{(27/11)^2}{2!} + \frac{(27/11)^3}{3!} + \frac{(27/11)^4}{4!} + \frac{(27/11)^5}{5!} + \frac{(27/11)^6}{6! \left(1 - \frac{27}{6(11)}\right)}} = 0,0304 \text{ Kendaraan}$$

- Jumlah rata-rata kendaraan dalam antrian (L_q)

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{(S-1)!(S\mu - \lambda)^2} P_0 = \frac{27(11) \left(\frac{27}{11}\right)^6}{(6-1)!(6(11) - 27)^2} 0,0854 = 0,0304 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{P_0}{\mu S(S!) \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S = \frac{0,0854}{11(6)(6!) \left(1 - \frac{27}{6(11)}\right)^2} \left(\frac{27}{11}\right)^6 = 0,0011 \text{ jam atau } 0,0676 \text{ menit}$$

- Banyaknya kendaraan rata-rata pada sistem (L_s)

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 0,0304 + \frac{27}{11} = 2,485 \sim 3 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam sistem (W_s)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = 0,0011 + \frac{1}{11} = 0,092 \text{ jam atau } 5,522 \text{ menit}$$

Periode 09.31-10.30

($\lambda = 18 ; \mu = 14$)

- Probabilitas terdapat 0 kendaraan dalam sistem (P_0)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \left[\frac{\lambda^n}{n!} \right] + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{S! \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)}} = \frac{1}{\frac{1}{0!} + \frac{(18/14)}{1!} + \frac{(18/14)^2}{2!} + \frac{(18/14)^3}{3!}}$$

$$+ \frac{1}{\frac{(18/14)^4}{4!} + \frac{(18/14)^5}{5!} + \frac{(18/14)^6}{6!(1-\frac{18}{6(14)})}}$$

$$= 0,2764 \text{ atau } 27,64\%$$

- Jumlah rata-rata kendaraan dalam antrian (Lq)

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{(S-1)!(S\mu-\lambda)^2} P_0$$

$$= \frac{18(14)\left(\frac{18}{14}\right)^6}{(6-1)!(6(14)-18)^2} 0,2764$$

$$= 0,0006 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam antrian (Wq)

$$W_q = \frac{P_0}{\mu S(S!) \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S$$

$$= \frac{0,2764}{14(6)(6!) \left(1 - \frac{18}{6(14)}\right)^2} \left(\frac{18}{14}\right)^6$$

$$= 0,000033 \text{ jam atau } 0,002 \text{ menit}$$

- Banyaknya kendaraan rata-rata pada sistem (Ls)

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= 0,0006 + \frac{18}{14}$$

$$= 1,268 \sim 1 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam sistem (Ws)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$= 0,000033 + \frac{1}{14}$$

$$= 0,715 \text{ jam atau } 4,288 \text{ menit}$$

Periode 10.31-11.30

(λ = 16 ; μ = 13)

- Probabilitas terdapat 0 kendaraan dalam sistem (P0)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \left[\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{S! \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)} \right]}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{0!} + \frac{(16/13)}{1!} + \frac{(16/13)^2}{2!} + \frac{(16/13)^3}{3!} + \frac{1}{\frac{(16/13)^4}{4!} + \frac{(16/13)^5}{5!} + \frac{(16/13)^6}{6!(1-\frac{16}{6(13)})}}$$

$$= 0,2920 \text{ atau } 29,2\%$$

- Jumlah rata-rata kendaraan dalam antrian (Lq)

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{(S-1)!(S\mu-\lambda)^2} P_0$$

$$= \frac{16(13)\left(\frac{16}{13}\right)^6}{(6-1)!(6(13)-16)^2} 0,2920$$

$$= 0,0005 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam antrian (Wq)

$$W_q = \frac{P_0}{\mu S(S!) \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S$$

$$= \frac{0,2920}{13(6)(6!) \left(1 - \frac{16}{6(13)}\right)^2} \left(\frac{16}{13}\right)^6$$

$$= 0,000028 \text{ jam atau } 0,0017 \text{ menit}$$

- Banyaknya kendaraan rata-rata pada sistem (Ls)

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= 0,0005 + \frac{16}{13}$$

$$= 1,231 \sim 1 \text{ Kendaraan}$$

- Waktu rata-rata kendaraan menunggu dalam sistem (Ws)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$= 0,000028 + \frac{1}{13}$$

$$= 0,0769 \text{ jam atau } 4,617 \text{ menit}$$

Dari hasil analisis di atas dapat dianalisis kinerja sistem antrian di tiap jam dalam periode waktu 08.30-11.30 yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Kinerja Sistem Antrian Per Jam

Variabel	Waktu		
	08.30-09.30	09.31-10.30	10.31-11.30
λ	27	18	16
μ	11	14	13
S	6	6	6
ρ	40,9%	21,4%	20,4%
P0	8,54%	27,64%	29,2%
Lq	0,0304	0,0006	0,0005
Wq	0,0676 menit	0,002 menit	0,0017 menit

L_s	2,485	1,286	1,231
W_s	5,522 menit	4,288 menit	4,617 menit

Sumber: Pengolahan Data, 2024

Menurut Siahaan & Abil Mansyur (2023) dalam penelitiannya mengenai sistem antrian *multi channel single phase* di PT. Bank Sumut, dijelaskan bahwa suatu sistem antrian mencapai keefektifan ketika nilai ρ atau tingkat utilitas server berada dalam rentang 0% – 50%. Rentang nilai ini menunjukkan bahwa server pelayanan tidak cukup sibuk. Sedangkan jika tingkat utilitas melebihi 60% maka antrian dikatakan kurang efektif dan perlu adanya perbaikan yang serius. Dari tabel di atas didapatkan bahwa sistem antrian mencapai tingkat keefektifan di tiap jam nya karena nilai tingkat utilitas server (ρ) berada pada rentang 0% – 50% yaitu 40,9%; 21,4%; dan 20,4%. Selain itu dari tabel di atas didapatkan banyak orang dalam antrian sebanyak 0,0304 dan banyak orang dalam sistem sebanyak 3 orang pada periode waktu 08.30-09.30. Artinya jumlah fasilitas pelayanan yang dibuka cukup untuk melayani kedatangan kendaraan di periode waktu tersebut. Adapun waktu menunggu tertinggi dalam antrian selama 0,0676 menit dan dalam sistem selama 5,522 menit pada jam 08.30-09.30. Hal ini membuktikan bahwa kendaraan segera dilayani setibanya di area fasilitas pelayanan.

Adapun distribusi probabilitas merupakan komponen penting untuk mengetahui bagaimana kinerja dari sistem antrian (Mokoginta et al., 2024). Semakin rendah persentase dari probabilitas terdapat 0 kendaraan dalam sistem (P_0) menunjukkan adanya antrian yang panjang pada sistem pelayanan. Dari hasil analisis menunjukkan nilai P_0 memiliki nilai yang rendah hingga dibawah 50% dan mencapai nilai terendah sebesar 8,54% pada jam 08.30-09.30. Analisis tersebut mengidentifikasi adanya penumpukan kendaraan pada jalur antrian dan sistem antrian dikatakan tidak cukup efisien.

Kesimpulan

Dari penelitian di atas didapatkan bahwa probabilitas ada 0 kendaraan dalam antrian mencapai 8,54%. Hal ini mengharuskan kendaraan menunggu untuk dilayani. Namun dengan nilai persentase tingkat kesibukan mencapai 20,4% meberikan analisis bahwa sistem pelayanan di muat pakan ternak berjalan efektif dan tidak terlalu sibuk dengan waktu tunggu terlama selama 5,5 menit menunjukkan bahwa kapasitas muat yang disediakan cukup untuk menangani permintaan muat pakan ternak. Sehingga saran yang dapat diberikan yaitu mempertahankan konfigurasi sistem antrian yang telah dijalankan atau mengurangi jumlah server yang ada guna meningkatkan tingkat utilitas server hingga lebih dari 60%.

Daftar Pustaka

- Agustina, Eka, Nia Sonani, Awaluddin, Ni Kardani, Gusti Aghivirwiati, Cristi Monica, Sabil, Triana Aulia, Liharman Saragih, and Nurchayati. 2024. *Manajemen Distribusi*. Batam: Yayasan Cendekia Mulia Mandiri.
- Anisah, Siti, Sugito Sugito, and Suparti Suparti. 2015. "Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api Di Stasiun Purwosari Dan Solo Balapan." *Jurnal Gaussian* 4(3):669–77.
- Astrelita, Fahra Pracendi, and Triastuti Wuryandari. 2015. "Analisis Antrian Pengunjung Dan Kinerja Sistem Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kota Semarang." *Jurnal Gaussian* 4(4):837–44.
- Bataona, Benediktus L. V, Antonio E. L. Nyoko, and Ni Putu Nursiani. 2020. "Analisis Sistem Antrian Dalam Optimalisasi Layanan Di Supermarket Hyperstore." *Journal of Management: Small and Medium Enterprises (SMEs)* 12(2):225–37. doi: 10.35508/jom.v12i2.2695.
- Cahyo, A., and H. Sya'rawi. 2022. "Metode Antrian Guna Meningkatkan Layanan

- Distribusi Pada CV Sarana Prima Lestari Banjarmasin.” *Jurnal Bisnis Dan Manajemen* 1(2):82–90.
- Harahap, Ainun, Alfia Egi Prastia Br Munthe, and Dinda Nurinayah Pane. 2024. “Analisis Antrian Pada SS Freis Chicken Untuk Menentukan Pelayanan Yang Optimal.” *Indo-MathEdu Intellectuals Journal* 5(1):1056–62. doi: 10.54373/imeij.v5i1.792.
- Jatmika, Sunu, and Broto Prasetyo. 2017. “Analisis Antrian Model Multi Channel - Singel Phase Dan Optimalisasi Layanan Akademik (Studi Kasus Pada STMIK Asia Malang).” *Jurnal POSITIF* 3(1):41–46.
- Mokoginta, Deyidi, Dirarini Sudarwadi, Fauzi, Sutresna Juhara, Agung Priambodo, Riana Safitri, Rini Werdiningsih, Asep Deni, Mokhammad Syafaat, and Ucu Nugraha. 2024. *Operation Research*. Batam: Yayasan Cendekia Mulia Mandiri.
- Prayoga, D., J. Pondaag, Jessy, and F. Tumewu. 2017. “Analisis Sistem Antrian Dan Optimalisais Pelayanan Teller Pada PT. Bank Salutgo.” *Jurnal Emba : Ekonomi Manajemen Bisnis Dan Akuntansi* 5(2):928–34.
- Rambe, Aida Zahrah Hasanati Br., Fatimah Zahra Rambe, Jihan Azzahra, Lidia Sartika Gultom, and Putri Chairunnisa. 2024. “Analisis Model Antrian Multi Channel-Single Phase Pada Doorsmeer Mobil Dengan Menggunakan Software POM-QM for Windows.” *Indo-MathEdu Intellectuals Journal* 5(1):602–11. doi: 10.54373/imeij.v5i1.780.
- Setianah, Puput, Herry Prabowo, and Farida Farida. 2024. “Optimisasi Sistem Antrian Di Era Pandemi Untuk Meningkatkan Kinerja Pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).” *Jurnal Teknik Industri* 4(1):8994–9008. doi: 10.37366/jutin0301.3337.
- Siahaan, Okta, and Abil Mansyur. 2023. “Analisis Sistem Antrian Pada PT. Bank Susmut Kantor Pusat Medan Menggunakan Model Antrian Multi Channel Single Phase.” *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam* 2(2):104–19. doi: 10.55606/jurrimipa.v2i2.1495.
- Tegar, Nunung. 2021. *Panduan Lengkap Manajemen Distribusi*. Yogyakarta: Anak Hebat Indonesia.
- Wahyudi, D., Y. Yundari, and H. Perdana. 2022. “Analisis Sistem Antrian Pada Pola Kedatangan Berkelompok Di Kafe.” *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya* 11(5):833–43.
- Yuliana, Devi, Julius Santony, and Sumijan. 2019. “Model Antrian Multi Channel Single Phase Berdasarkan Pola Kedatangan Pasien Untuk Pengambilan Obat Di Apotik.” *Jurnal Informasi & Teknologi* 1(4):7–11. doi: 10.37034/jidt.v1i4.12.