

OPTIMALISASI JUMLAH TENAGA MUAT BARANG DENGAN MODEL ANTRIAN DI PT. MANDIRI PASURUAN

¹⁾Mujiono, ²⁾Agus subagio

^{1) 2)}Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa system antrian pemuatan barang dan menentukan jumlah tenaga muat yang optimal dalam system antrian pemuatan barang di PT. Mandiri. Apakah perlu penambahan tenaga muat untuk mengurangi antrian pemuatan atau pengurangan tenaga muat untuk mengurangi biaya operasional.

Data diambil langsung observasi di PT Mandiri dan hasilnya di checklist. Sedangkan data yang diperlukan adalah data kedatangan mobil, waktu muat barang, biaya fasilitas dan pendapatan pemuatan. Pemecahan masalah menggunakan pendekatan metode antrian *Multi Channel Single Phase* dengan disiplin antrian *First Come First Service* Notasi model antrian (M/M/S) : $(GD/\infty/\infty)$ atau Populasi tak terbatas dengan pelayanan majemuk.

Berdasarkan perhitungan dengan jumlah muatan antara 80.000 sampai dengan 90.000 carton perhari dengan menggunakan program *Arena 5.0* diperoleh hasil penelitian dengan tenaga muat yang optimal adalah jumlah 4 server (8 orang tenaga muat) dengan $L_s = 0,7044$ artinya terdapat 70,44 %, rata-rata jumlah mobil muat dalam system. $\rho = 0,1758$ artinya tingkat kegunaan fasilitas pemuatan sebesar 17,58 %. dan $TC = Rp.56,263,-$ per jam artinya total biaya Rp. 56.263,- per jam

Kata kunci : Antrian, model, optimasi

Semakin banyak perusahaan dibangun maka semakin ketat persaingan antar perusahaan tersebut, untuk itu membuat para pengusaha semakin meningkatkan kredibilitasnya ditengah-tengah pangsa pasar. Perusahaan didirikan dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan sebanyak mungkin, salah satu factor yang mendukung hal tersebut antara lain kecepatan dan ketepatan pengiriman barang baik dari segi ketepatan jumlah , waktu , biaya peniriman, maupun segi kualitas barang sehingga tidak sampai terjadi kekosongan barang di pasar.

Antrian adalah fenomena yang biasa terjadi manakala kebutuhan pelayanan melebihi kapasitas yang disediakan untuk melayani kebutuhan tersebut. Hanya saja Teori Antrian tidak langsung memecahkan permasalahan tersebut di atas, tetapi hanya memberikan informasi-informasi penting untuk mengambil keputusan dengan melakukan prediksi pada beberapa karakteristik yang menjadi ukuran performansi dari sistem pelayanan yang kita pelajari.

Kecepatan dan ketepatan dalam mengirim barang tentu bukanlah hal yang mudah , karena kecepatan maupun ketepatan harus didasari dulu dengan system pemuatan yang benar. Pelayanan bisa dilakukan dengan satu atau lebih tenaga muat masing-masing mempunyai satu

atau lebih saluran atau tempat pelayanan yang disebut tempat pemuatan. Apabila terdapat lebih dari satu fasilitas pemuatan, maka mobil dapat menerima pelayanan melalui suatu urutan tertentu atau fase tertentu (kakiay, 2004:11).

Tujuan Penelitian :

- Untuk mengetahui system antrian pemuatan barang yang ada di PT.Mandiri
- Untuk menentukan jumlah tenaga muat yang optimal dalam system antrian pemuatan barang.
- Untuk mengetahui alternative lain yang lebih optimal untuk tenaga muat.

Tinjauan Pustaka

Karakteristik Sistem Antrian

Karakteristik system antrian akan mempengaruhi jenis / model system antrian, yaitu :

1. Populasi/sumber/ input

Adalah sesuatu yang datang pada system untuk mendapatkan pelayanan. Ada dua macam yaitu :

- a. Tak terbatas : jika populasi tersebut lebih besar dibandingkan dengan kapasitas system pelayanan
- b. Terbatas : misalkan reparasi mobil, motor mesin dll

2. Pola kedatangan

Pola kedatangan adalah suatu pola dimana suatu unit dari populasi datang memasuki system untuk minta dilayani. Unit – unit tersebut datang dengan tingkat kedatangan konstan atau acak.

Misalkan :

- a. Tingkat kedatanagn suatu produk yang bergerak sepanjang lini adalah konstan
- b. Panggilan telp. Merupakan contoh tingkat kedatangan yang mengikuti distribusi Poisson.

Jika pola kedatangan mengikuti suatu distribusi poisson, maka antar waktu kedatangan.
interarrival time (waktu antar kedatangan setiap unit) adalah random dan mengikuti distribusi eksponensial.

3. Kondisi antrian

Kondisi antrian ada dua yaitu :

- a. Panjang antrian
 - Terbatas : misalkan parkir mobil, dimana pelayanan akan dibatasi oleh luas parker
 - Tak terbatas : misalkan pembelian tiket Kereta Api, dimana setiap orang yang antri untuk membeli tiket tidak dibatasi.
- b. Jumlah antrian
Jumlah antrian bisa tunggal (single) atau jamak (multiple), tergantung dari kondisi yang ada.

4. Disiplin antrian

Disiplin antrian merupakan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi unit-unit yang memasuki antrian untuk dilayani lebih dahulu (prioritas).

- FCFS : First Come First Service
- LCFS : Last Come First Service
- LIFO : Last In First Out
- SIRO : Sevice In Random Order
- P S : Priority Service

5. Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan ada tiga aspek yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Tersedianya Pelayanan : Mekanisme pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat. Misalkan loket penjualan karcis hiburan, yang hanya dibuka pada saat pertunjukkan akan berlangsung.

- b. Kapasitas Pelayanan : di ukur berdasarkan jumlah unit yang dapat dilayani secara bersamaan. Kapasitas pelayanan tidak selalu sama untuk setiap saat, ada yang tetap, akan tetapi ada juga yang berubah-ubah. Oleh karena itu fasilitas pelayanan dapat memiliki satu atau lebih saluran.

- c. Pola Pelayanan : adalah cara bagaimana unit-unit dilayani oleh pelayan. Jika pola / waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial, maka tingkat pelayanan akan berdistribusi Poisson.

- d. Struktur Pelayanan :

Proses antrian pada umumnya dikelompok kedalam empat struktur dasar menurut sifat – sifat fasilitas pelayanan yaitu :

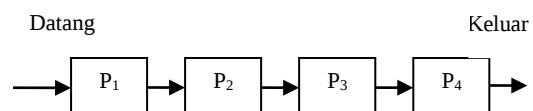
- 1) Single channel, single phase

Contoh : Pelayanan toko, tukang cukur, pemuatan barang, dsb



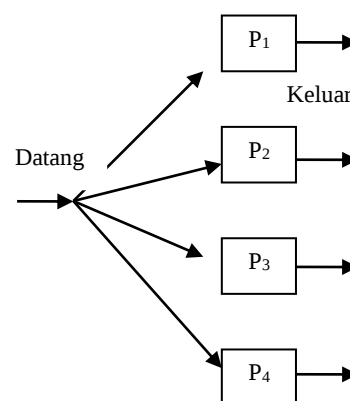
- 2) Single channel, multi-phase

Contoh : tukang cat mobil



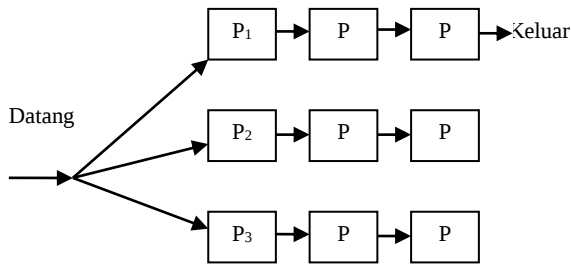
- 3) Multi channel, single – phase

Contoh : loket bioskop, potong rambut dll



4) Multi channel, multi phase

Contoh : Rumah sakit



Unit yang sudah dilayani, akan keluar meninggalkan system antrian. Setelah keluar dari sistem unit-unit ini akan kembali lagi menjadi populasi dan merupakan sumber/input yang baru. Misalkan : service mobil, pasien rumah sakit.

Simbul dan Model Antrian

1. Simbul/Notasi Antrian

Simbul/notasi antrian yang biasa digunakan adalah :

λ = tingkat kedatangan rata-rata (unit/jam)

$1/\lambda$ = waktu antar kedatangan rata-rata (jam/unit)

μ = tingkat pelayanan rata-rata (unit/jam)

$1/\mu$ = waktu antar pelayanan rata-rata (jam/unit)

ρ = tingkat kegunaan fasilita (%) eksptasi perbandingan waktu sibuk pelayanan

s = jumlah fasilitas pelayanan (unit)

n = jumlah unit dalam antrian pada saat

P_n = Prob. Ada n unit dalam system pada waktu t

p_0 = Prob. Tidak ada unit dalam system (unit langsung mendapat pelayanan)

P_w = Prob. Menunggu dalam antrian

$P_{n \geq k}$ = Probabilitas terdapat k atau lebih pengantri dalam sistem

I = proporsi waktu menganggur

L_s = jumlah unit rata-rata konsumen dalam system

L_q = jumlah unit rata-rata konsumen dalam antrian

W_s = waktu rata-rata dalam system

W_q = waktu rata-rata dalam system antrian

2. Model Antrian

Suatu model yang dapat ditulis dengan symbol yang bentuk bakunya adalah :

(a/b/c) : (d/e/f)

dimana :

a = bentuk distribusi kedatangan

b = bentuk distribusi waktu pelayanan

isian a,, b adalah :

M = Distribusi kedatangan Poisson dan distribusi pelayanan eksponensial atau distribusi waktu antar kedatangan eksponensial dan distribusi unit yang dilayani Poisson

D = Antar kedatangan/waktu pelayanan tetap

G = Distribusi umum

C = jumlah pelayanan parallel dalam system (1,2,...)

d = disiplin antrian

FIFO/FCFS;LIFO/LCFS;SIRO;GD

e = jumlah maksimum unit yang diperbolehkan dalam system

$N \sim$ terbatas

$\infty \sim$ tak terbatas

f = besarnya populasi / sumber

$N \sim$ terbatas

$\infty \sim$ tak terbatas

3. Model antrian M/M/1

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

$$I = 1 - \rho$$

$$L_s = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$P_n = (1 - \rho)\rho^n$$

$$P_{n \geq k} = \rho^k$$

4. Model antrian M/M/C

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda / \mu)s}{s!(1 - \mu / s \cdot \mu)}}$$

$$L_q = \frac{\lambda \cdot \mu (\lambda / \mu)^s}{(s-1)! (s \cdot \mu - \lambda)^2} \times P_0$$

$$W_q = \frac{P_0}{\mu \cdot s (s!) [(1-\lambda)/(\mu \cdot s)]^2} \times (\lambda / \mu)^s$$

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

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

5. Model pembiayaan

Model pembiayaan dengan cara menyeimbangkan 2 biaya yang bertentangan yaitu biaya fasilitas pelayanan (gaji pegawai, pemeliharaan alat danlainnya) dengan biaya menunggu pelanggan.

Menentukan jumlah stasiun atau fasilitas pelayanan yang optimal dengan menggunakan persamaan:

$$TC = C \times C_1 + C_2 \times L_s$$

dimana :

TC = total biaya

C = jumlah stasiun pelayanan

C1 = biaya penambahan fasilitas

C2 = biaya menunggu

Ls = rata-rata konsumen dalam system.

Metodologi Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa system pemuatan barang yang terjadi dibagian pemuatan dan untuk menentukan jumlah tenaga muat yang optimal dalam system antrian pada pemuatan barang di PT. Mandiri. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yang berupa angka-angka, semua hasil penampilannya akan disimpulkan dengan data penelitian yang lebih baik.

Teknik pengambilan data

Data yang diambil adalah data primer, artinya data yang dikumpulkan adalah melalui observasi langsung, dan hasilnya diolah langsung oleh peneliti dari obyeknya. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data tingkat kedatangan mobil, data tenaga muat, data waktu pelayanan muat, data biaya pengadaan fasilitas muat dan data biaya muat.

Hasil dan Pembahasan :

Dari hasil penelitian diperoleh :

$$\lambda = 0,9$$

$$\mu = 1,28$$

$$C_1 = Rp.13.260,-$$

$$C_2 = Rp.4.575,-$$

Maka hasil perhitungannya adalah :

1. Dengan menggunakan 4 Server (8 orang tenaga muat)

$$a. L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s \mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{0,9 \times 1,28 \left(\frac{0,9}{1,28} \right)^4}{(4-1)! (4 \times 1,28 - 0,9)^2} \times 0,49510 + \left(\frac{0,9}{1,28} \right)$$

$$L_s = 0,7044$$

artinya terdapat 70,44 %, rata-rata jumlah mobil muat dalam system.

$$b. \rho = \frac{\lambda}{s \times \mu} = \frac{0,9}{4 \times 1,28} = 0,1758$$

artinya tingkat kegunaan fasilitas pemuatan sebesar 17,58 %.

$$c. TC = s \times C_1 + C_2 \times L_s$$

$$TC = (4 \times Rp.13.260) + (Rp.4.575 \times 0,7044)$$

$$TC = Rp.56.263,- \text{ per jam}$$

artinya total biaya Rp. 56.263,- per jam

2. Dengan menggunakan 5 Server (10 orang tenaga muat)

$$a. L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s \mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{0,9 \times 1,28 \left(\frac{0,9}{1,28} \right)^4}{(5-1)! (5 \times 1,28 - 0,9)^2} \times 0,49505 + \left(\frac{0,9}{1,28} \right)$$

$$L_s = 0,7033$$

artinya terdapat 70,44 %, rata-rata jumlah mobil muat dalam system.

$$b. \rho = \frac{\lambda}{s \times \mu} = \frac{0,9}{5 \times 1,28} = 0,1406$$

artinya tingkat kegunaan fasilitas pemuatan sebesar 14,06 %.

$$c. TC = s \times C_1 + C_2 \times L_s$$

$$TC = (5 \times Rp.13.260) + (Rp.4.575 \times 0,7044)$$

$$TC = Rp.69.519,- \text{ per jam}$$

artinya total biaya Rp. 69.519,- per jam

3. Dengan menggunakan 6 Server (12 orang tenaga muat)

$$a. L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{0,9 \times 1,28 \left(\frac{0,9}{1,28} \right)^4}{(6-1)!(6 \times 1,28 - 0,9)^2} \times 0,49504 + \left(\frac{0,9}{1,28} \right)$$

$$L_s = 0,7031$$

artinya terdapat 70,44 %, rata-rata jumlah mobil muat dalam system.

$$b. \rho = \frac{\lambda}{s \times \mu} = \frac{0,9}{6 \times 1,28} = 0,1172$$

artinya tingkat kegunaan fasilitas pemuatan sebesar 11,72 %.

$$c. TC = s \times C_1 + C_2 \times L_s$$

$$TC = (6 \times Rp.13.260) + (Rp.4.575 \times 0,7044)$$

$$TC = Rp.82.778,- \text{ per jam}$$

artinya total biaya Rp. 82.778,- per jam

Tabel Perhitungan Karakteristik Operasi

No	Perhitungan Karakteristik Operasi	Lambang	Server			Server Optimal
			4 Server (8 Orang)	5 Server (10 Orang)	6 Server (12 Orang)	
1	Probabilitas tidak ada mobil muat dalam antrian	P_0	0,49510	0,49505	0,49504	6
2	Probabilitas mobil muat menubggu dalam antrian	P_w	0,0176	0,0034	0,0005	6

3	Rata-rata jumlah mobil muat dalam system	L_s	0,7044	0,7033	0,7031	4
4	Rata-rata jumlah mobil muat dalam antrian	L_q	0,0013	0,0001	0,00002	6
5	Rata-rata waktu menunggu dalam antrian	W_q	0,085	0,012	0,00014	6
6	Rata-rata waktu menunggu dalam sistem	W_s	46,96	46,89	46,88	6
7	Tingkat kegunaan fasilitas	ρ	0,1758	0,1406	0,1172	4
8	Total biaya / jam	TC	Rp.56.263	Rp.69.519	Rp.82.778	4

Sumber : Hasil perhitungan dengan software Arena 5.1

Pembahasan

1. Persentase kemungkinan tidak ada mobil muat dalam antrian, untuk 4 server 49,510 %, 5 server 49,505 % dan untuk 6 server 49,504, artinya semakin tinggi persentasenya maka semakin tinggi kemungkinan tenaga muat mengganggu, server yang optimal adalah server 6.
2. Kemungkinan tidak ada mobil muat menunggu dalam antrian terendah adalah 6 server 0,05%, lalu 5 server 0,34 % kemudian 4 server 1,76 %. Jadi semakin rendah persentasenya semakin kecil waktu yang diperlukan untuk menunggu, sehingga server yang optimal adalah 6 server.
3. Persentase rata-rata jumlah mobil muat dalam system (L_s) adalah untuk 4 server 70,44 %, 5 server 70,33 % dan 6 server 70,31 %. Jadi semakin tinggi persentasenya maka mobil yang terlayani semakin banyak sehingga server yang optimal adalah 4 server.
4. Persentase tingkat kegunaan fasilitas (ρ) adalah untuk 4 server 17,58 %, 5 server 14,06 dan 6 server 11,72% . Jadi semakin tinggi persentasenya maka fasilitas yang telah disediakan untuk mendukung

pelayanan tersebut berfungsi dengan optimal sehingga server yang optimal adalah 4 server.

5. Total biaya (TC) terendah untuk 4 server Rp. 56.263,- / jam, 5 server adalah Rp. 69.519 ,- / jam dan untuk 6 server adalah Rp. 82,778,- / jam. Jadi semakin rendah total biaya yang dikeluarkan maka semakin optimal, karena total biaya telah mempertimbangkan keseimbangan biaya yang harus dikeluarkan untuk menunggu dan biaya yang harus dikeluarkan untuk penambahan fasilitas, sehingga server yang optimal adalah 4 server.

Kesimpulan

Bersasarkan perhitungan yang dilakukan dengan jumlah pemuatan antara 80.000 sampai dengan 90.000 carton perhari dapat disimpulkan

- Persentase rata-rata jumlah mobil muat dalam system (L_s) adalah untuk 4 server 70,44 %, 5 server 70,33 % dan 6 server 70,31 %. Jadi semakin tinggi persentasenya maka mobil yang terlayani semakin banyak sehingga server yang optimal adalah 4 server.
- Persentase tingkat kegunaan fasilitas (ρ) adalah untuk 4 server 17,58 %, 5 server 14,06 dan 6 server 11,72% . Jadi semakin tinggi persentasenya maka fasilitas yang telah disediakan untuk mendukung pelayanan tersebut berfungsi dengan optimal sehingga server yang optimal adalah 4 server.

- Total biaya (TC) terendah untuk 4 server Rp. 56.263,- / jam, 5 server adalah Rp. 69.519 ,- / jam dan untuk 6 server adalah Rp. 82,778,- / jam. Jadi semakin rendah total biaya yang dikeluarkan maka semakin optimal, karena total biaya telah mempertimbangkan keseimbangan biaya yang harus dikeluarkan untuk menunggu dan biaya yang harus dikeluarkan untuk penambahan fasilitas, sehingga server yang optimal adalah 4 server.

Saran

- Diharapkan pihak perusahaan tidak mengurangi jumlah karyawan saat ini.
- Kedua pihak untuk kedepannya tetap memperhatikan peluang-peluang alternative lain untuk lebih mengoptimalkan jumlah tenaga muat.
- Sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan

Daftar Pustaka

- Aminudin , 2005, *Prinsip-prinsip Riset Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Kakiay, Thomas J, 2004, *Dasar Teori Antrian untuk kehidupan Nyata*, Andi, Yogyakarta
- Supranto, J, 2000, *Statistika Teori dan Aplikasi*, Edisi ke-6, Erlangga, Jakarta
- Taha, H.A, 1996, *Riset Operasi Suatu Pengantar*, Edisi ke-5 Binarupa Aksara Bandung
- Walpole, Ronald, E, 1995, *Pengantar Statistika*, Gramedia, Jakarta