

RANCANGAN MODEL SIMULASI ANTRIAN UNTUK MENGURANGI KEMACETAN KENDARAAN DI PELABUHAN MERAK BANTEN

Sudradjat¹⁾, Diah Chaerani²⁾, Farida C. Kusuma³⁾

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran

Adjat03@yahoo.com, d_chaerani@yahoo.com, farida_keysuma21@yahoo.co.id

ABSTRAK

Transportasi yang tidak efisien akan menyebabkan kerugian bagi masyarakat pengguna transportasi, diantaranya kemacetan, kecelakaan, dan hambatan mobilitas. Hambatan-hambatan tersebut mengakibatkan besarnya ongkos yang harus ditanggung oleh masyarakat pengguna dan lebih-lebih ongkos kehilangan kepercayaan. Pada paper ini akan dibahas tentang model simulasi sistem antrian di Pelabuhan Penyeberangan Merak dengan tujuan untuk mengurangi timbulnya antrian yang menyebabkan kemacetan.

Kata Kunci : sistem antrian, transportasi, model, pelabuhan, distribusi, simulasi.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelago*) yang memiliki lebih dari 17.000 pulau yang tersebar di seluruh Indonesia. Oleh karena itu selain transportasi darat dan udara, transportasi laut masih sangat populer digunakan oleh sebagian besar penduduk Indonesia. Transportasi laut berperan penting dalam hal perdagangan dan perpindahan penduduk dari satu pulau menuju pulau lainnya.. Pelabuhan merupakan suatu pintu gerbang masuk ke suatu daerah tertentu dan sebagai prasarana penghubung antar pulau, bahkan antar negara [10]. Fasilitas pelabuhan dan mekanisme pelayanan yang digunakan oleh pelabuhan sangat mempengaruhi kinerja sistem di pelabuhan, seperti di Pelabuhan Merak Banten sering terjadi antrian kendaraan yang cukup panjang. Untuk meningkatkan pelayanan di pelabuhan perlu dirancang sistem pengelolaan fasilitas sehingga dapat meminimalkan kerugian.

Penelitian yang membahas tentang sistem antrian pelabuhan telah banyak dilakukan diantaranya, Sonderman dan Pourbabai (1987) [6], membahas tentang sistem stokastik resirkulasi, Borthakur dan Medhi (1987) [2], sistem antrian kontrol operasi kebijakan, Alattar, dkk (2006), membahas tentang simulasi antrian container untuk pengambilan keputusan investasi pelabuhan [1].

Paper ini membahas tentang rancangan model simulasi antrian untuk mengurangi kemacetan kendaraan di Pelabuhan Merak Banten mulai saat kendaraan memasuki pelabuhan sampai masuk di kapal.

Sistемаika penulisan, sesi 2 membahas tentang konsep dasar antrian, sesi 3 membahas tentang perancangan model, sesi 4 membahas tentang perhitungan numerik pemodelan, dan dilanjutkan dengan kesimpulan.

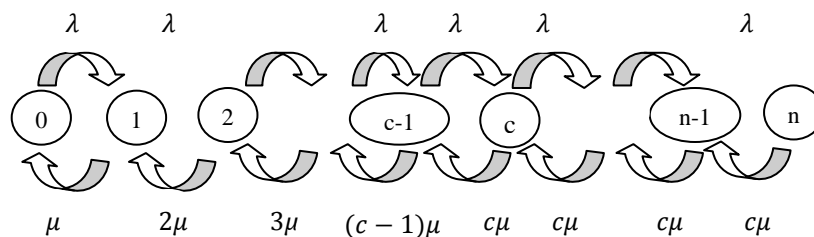
2. KONSEP DASAR ANTRIAN

Model antrian menyatakan bahwa kedatangan terjadi menurut input Poisson dengan parameter λ dan waktu pelayanan untuk masing – masing unit mempunyai distribusi eksponensial dengan rata- rata $\frac{1}{\mu}$, dengan jumlah c pemberi jasa (pelayan) yang

melakukan pelayanan untuk pelanggan [3], Tingkat pelayanan rata-rata untuk seluruh sistem antrian adalah tingkat rata-rata dimana pelanggan yang sudah dilayani meninggalkan sistem dan bergantung pada keadaan E_n [9]. Tingkat pelayanan rata-rata per pelayanan yang sibuk adalah μ , karena itu tingkat pelayanan keseluruhan adalah $\mu_n = n\mu$ jika $n \leq c$ [7]. Jika $n \geq c$ berarti semua pelayan sibuk sehingga $\mu_n = c\mu$. Jadi model ini adalah kasus dari proses kelahiran dan kematian dengan $\lambda_n = \lambda$ (untuk $n = 0,1,2,..$) dan

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & \text{jika } (1 \leq n < c) \\ c\mu & \text{jika } (n \geq c) \end{cases} \tag{1}$$

Jika n adalah jumlah pemakai jasa dan $c \leq n$, maka $\mu_n = n\mu$ dan dapat di gambarkan seperti pada Gambar 1[8].



Gambar 1 Sistem Antrian dengan Pelayanan Ganda

Kinerja sistem [4]

Taraf intensitas sistem (utilitas sistem) merupakan jumlah kedatangan yang diharapkan per rata-rata waktu pelayanan. Utilitas sistem dalam sistem antrian didefinisikan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \tag{2}$$

Rentang nilai utilitas sistem adalah $0 < \rho < 1$, semakin nilai ρ mendekati 1, maka semakin tinggi tingkat kesibukkan suatu sistem.

Kemungkinan *Server Mengganggu*, yakni tidak adanya pelanggan yang akan dilayani dalam sistem. Kemungkinan tidak adanya pelanggan dalam sistem dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} \right) + \left(\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)} \right)} \tag{3}$$

Rata-rata pengguna jasa dalam sistem adalah

$$L_q = \frac{\rho \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{c!(1-\rho)^2} P_0 \tag{4}$$

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem merupakan banyaknya pelanggan yang berada dalam system dan dinyatakan seperti persamaan berikut

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \tag{5}$$

Waktu menunggu rata-rata dalam antrian merupakan banyaknya waktu yang dihabiskan oleh pelanggan yang berada dalam antrian untuk mendapatkan pelayanan adalah

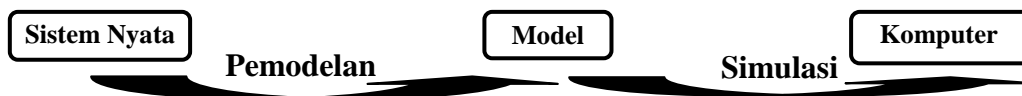
$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{6}$$

Waktu menunggu rata-rata dalam sistem merupakan banyaknya waktu yang dihabiskan pelanggan yang berada dalam sistem untuk mendapatkan pelayanan adalah

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \tag{7}$$

2.8 Teknik Simulasi

Simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata [5]. Elemen utama yang menjadi perhatian dalam model simulasi adalah sistem nyata, model, dan komputer, seperti dijelaskan pada Gambar 2 [8].



Gambar 2.6 Elemen Dasar dan Hubungan antara model dan Simulasi

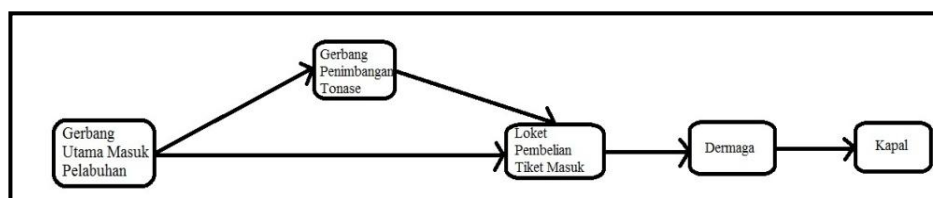
3. PERANCANGAN MODEL

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Pelabuhan Merak Banten, serta mekanisme pelayanan dalam sistem antrian yang digunakan oleh pelabuhan.

Mekanisme Pelayanan di Pelabuhan Merak

Ketentuan yang diterapkan oleh pengelola Pelabuhan Merak Banten, untuk dapat masuk ke kapal, kendaraan harus melewati beberapa titik/ gerbang pelayanan yang ada di lokasi pelabuhan, seperti dijelaskan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Mekanisme Pelayanan di Pelabuhan Merak Banten

Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini berisi tentang semua referensi yang diperlukan dalam pembahasan masalah pada penelitian ini.

Formulasi Masalah

Beberapa hal yang ditentukan dalam langkah ini adalah merancang model simulasi menggunakan program simulasi serta menentukan tingkat fasilitas pelayanan dan jumlah *server* optimal untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian.

Pengambilan Data

Untuk menganalisis dan mensimulasikan sistem antrian agar dapat mendekati keadaan sebenarnya, diperlukan pengambilan data melalui observasi langsung di Pelabuhan Merak Banten.

Menentukan Model Antrian

Langkah-langkah analisis yang harus dilakukan sebelum menentukan model antrian adalah menentukan rata-rata jumlah kendaraan yang datang dalam satu waktu, menentukan rata-rata waktu pelayanan yang dibutuhkan oleh kendaraan, menentukan disiplin antrian dalam sistem, menghitung jumlah sistem pelayanan, dan menentukan notasi Kendall dari model antrian yang diperoleh.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahapan yang didukung dengan teori antrian. Tahapan dalam pengolahan data terdiri dari analisis statistik dan analisis sistem antrian.

Pembuatan Program

Pemilihan perangkat lunak mempengaruhi keakuratan model, waktu eksekusi dan waktu penyelesaian penelitian secara keseluruhan. Maka dalam penelitian ini, penulis memilih untuk menggunakan *software C#*.

Uji Coba Program

Setelah program selesai dibuat, perlu dilakukan uji coba program untuk melihat apakah program tersebut dapat berjalan dengan baik.

Verifikasi dan Validasi Program

Hasil uji coba program diteliti kembali untuk mendeteksi apakah ada kesalahan dalam program dan jika ada yang perlu dimodifikasi.

Analisis Model

Analisis model meliputi tingkat kepadatan sistem atau *traffic intensity*, rata-rata jumlah kendaraan dalam sistem, rata-rata waktu tunggu kendaraan dalam antrian, jumlah loket pelayanan, dan *time service* optimal.

4. PEMBAHASAN

4.1 Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan di pelabuhan Merak Banten adalah sebagai berikut :

1. Gerbang/ pos penimbangan tonase kendaraan, dimana berat kendaraan pengangkut barang (truk) tidak lebih dari 30 ton.
2. Gerbang pembelian tiket masuk menuju dermaga, dimana terdapat delapan loket pembayaran untuk kendaraan roda empat atau lebih, dan satu loket pembayaran untuk kendaraan roda dua.
3. Setelah melewati kedua gerbang/ pos tersebut maka kendaraan akan menuju dermaga dimana kapal berlabuh. Sistem pencarian dermaga tidak ditentukan langsung oleh pihak pelabuhan, melainkan kendaraan akan mencari dengan sendirinya dermaga mana yang akan dimasuki.
4. Jika kendaraan sudah masuk ke areal dermaga maka selanjutnya kendaraan tersebut dapat bersiap menunggu giliran untuk masuk ke kapal.
5. Ketika kendaraan sudah berada di dalam kapal maka saat itu kendaraan tersebut dikatakan keluar sistem.

4.2 Studi Kasus

Studi kasus yang diamati yaitu sistem dan mekanisme antrian yang terjadi di Pelabuhan Merak Banten. Pengamatan dilakukan dalam satu hari selama kurang lebih satu jam, yakni pada tanggal 18 April 2012, mulai pukul 15.25 sampai dengan pukul 16.25. Data studi kasus yang telah diperoleh dipisahkan menjadi waktu kedatangan dan waktu pelayanan, kemudian dimasukkan ke dalam interval kelas berikut.

4.3 Pengolahan Data

Berdasarkan uji distribusi data yang telah diperoleh, maka model untuk sistem antrian di Pelabuhan Merak adalah $(M/M/c):(FCFS/\infty/\infty)$, dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Waktu antar kedatangan berdistribusi Poisson
2. Waktu pelayanan berdistribusi Poisson
3. Jumlah saluran pelayanan dalam sistem sebanyak 4 server
4. Disiplin pelayanan yang digunakan dalam sistem adalah *First Come First Service* (FCFS)
5. Jumlah pelanggan yang diperkenankan dalam sistem tak berhingga
6. Sumber input / besarnya populasi masukan juga tak berhingga

Analisis sistem antrian di Pelabuhan Merak akan dilakukan dengan model $(M/M/c):(FCFS/\infty/\infty)$. Analisis sistem antrian dilakukan dengan menghitung nilai karakteristik berdasarkan model yang telah ditentukan. Adapun nilai karakteristik yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Menghitung parameter λ
2. Menghitung parameter μ

Data hasil perhitungan parameter λ dan μ dapat dijelaskan melalui tabel di bawah ini :

Tabel 6. Data Parameter λ dan μ pada Setiap Gerbang Masuk Pelabuhan

Gerbang	λ	μ	Total Waktu Pelayanan (detik)
Penimbangan Tonase Kendaraan	0,55	5,44	364
Gerbang Masuk No. 2	1,65	2	2681
Gerbang Masuk No. 3	1,7	2,65	2311
Gerbang Masuk No. 7	1,57	2,84	1982
Gerbang Masuk No. 8	1,3	2,9	1649

Keterangan :

- λ : Jumlah rata-rata pemakai jasa yang datang persatuan waktu (kendaraan/menit)
 μ : Jumlah rata-rata pemakai jasa yang dilayani persatuan waktu (kendaraan/menit)

3. Taraf intesitas sistem (ρ)

Untuk menghitung taraf instensitas (tingkat kesibukkan sistem), maka dapat menggunakan persamaan (2). Nilai ρ dihitung untuk setiap gerbang sebagai berikut:

Tabel 7. Taraf Intensitas Sistem

Gerbang	Taraf Intensitas Sistem (ρ)	Keterangan
Penimbangan Tonase Kendaraan	0,11	Sangat tidak sibuk
Gerbang Masuk No. 2	0,83	Sibuk
Gerbang Masuk No. 3	0,64	Normal
Gerbang Masuk No. 7	0,55	Cukup Sibuk
Gerbang Masuk No. 8	0,45	Tidak Sibuk
ρ Keseluruhan	0,62	Normal

Nilai $\rho = 0,62$ menyatakan bahwa secara keseluruhan sistem pelayanan di Pelabuhan Merak Banten dalam keadaan normal. Maka untuk perhitungan nilai karakteristik antrian selanjutnya akan digunakan taraf intensitas akumulatif.

4. Karakteristik Antrian

Karakteristik antrian di Pelabuhan Merak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) – (7), sehingga hasilnya disajikan dalam tabel 8.

Tabel 8. Nilai Hitung Karakteristik Antrian

Karakteristik Antrian	Hasil Perhitungan	
	Gerbang Penimbangan Tonase Kendaraan	Gerbang Masuk Dermaga
Kemungkinan <i>Server</i> Menanggur	4,3	0,67
Rata-Rata Pengguna Jasa Dalam Antrian	0,05	0,02
Rata-Rata Pengguna Jasa Dalam Sistem	0,16	0,64
Rata-Rata Waktu Menunggu Dalam Antrian	0,45	0,01
Rata-Rata Waktu Menunggu Dalam Sistem	0,63	0,38

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Model antrian di Pelabuhan Merak Banten berdasarkan hasil analisis adalah $(M/M/4) : (FCFS/\infty/\infty)$.
2. Sistem di Pelabuhan Merak Banten dapat dikatakan normal pada hari-hari biasa, sehingga sistem yang diterapkan oleh PT. ASDP, khususnya cabang Merak, sudah optimal.
3. Permasalahan antrian yang sering terjadi adalah ketika kendaraan mencari dan menunggu giliran untuk masuk ke kapal dari dermaga.
4. Keadaan alam sangat berpengaruh dalam kecepatan proses keluar masuk kendaraan dari dermaga ke dalam kapal dan sebaliknya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alattar, Mohammad Ali, Karkare, Bilaviar, and Rajhans, Neela. 2006. *Simulation of Container Queues for Port Investment Decisions*. China : ISORA'06.
- [2] Borthakur A. And Medhi, J., 1987, Poisson input queueing system with startup time and under control-operating policy, *J. Comp. Opns Res.* V. 14 No. 1, pp. 33-40.
- [3] Gross, Donald dan Harris, Carl, M. 1974. *Fundamentals of Queuing Theory*. New York.
- [4] Hilier, F.S dan Liberman, G.J. 1980. *Introduction to Operation Research*. Holden Day, Inc : San Fransisco.
- [5] Siagian, P. 2006. *Penelitian Operasional*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [6] Sonderman D. And Pourbabai, B., 1987. Single server stochastic recirculation system, *J. Comp. Opns Res.* V. 14 No. 1, pp. 75-84

-
- [7] Subagyo, Pangestu. 2000. *Dasar-dasar Operation Research*. Yogyakarta : BPFE.
- [8] Sudradjat. 2011. *Model dan Simulasi*. Diklat belum diterbitkan, Bandung.
- [9] Taha, Hamdy .A. 1987. *Operation Research : An Introduction*. New York : Mac Millan Publishing Company.
- [10] Triadmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.