

IDENTIFIKASI MODEL ANTRIAN PADA ANTRIAN BUS KAMPUS UNIVERSITAS ANDALAS PADANG

ZUL AHMAD ERSYAD, DODI DEVIANTO

*Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia
ersyadzulahmad@yahoo.com, ddevianto@yahoo.com*

Abstrak. Proses antrian merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani. Proses ini lazim dijumpai di tempat-tempat pelayanan umum, salah satu contohnya adalah antrian bus di halte. Untuk menganalisis permasalahan antrian bus di halte ini digunakan aplikasi teori antrian pada sistem di terminal tersebut. Langkah yang perlu dilakukan adalah dengan mengadakan suatu penelitian di mana antrian tersebut terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan model antrian untuk antrian bus kampus Universitas Andalas Padang.

Model antrian kedatangan bus dan keberangkatan bus yang diperoleh adalah $(M/G/1) : (FIFO/\sim/\sim)$. Tingkat kedatangan dan tingkat keberangkatan berdistribusi Poisson. Waktu antar kedatangan dan waktu antar bersifat umum. Disiplin antrian yang digunakan adalah bus yang pertama datang adalah bus yang pertama dilayani.

Kata Kunci: Antrian bus, distribusi Poisson.

1. Pendahuluan

Teori Antrian (*queueing theory*) merupakan studi matematika dari antrian atau kejadian garis tunggu (*waiting lines*), yakni suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari sistem pelayanan yang ada. Hal ini sering kita jumpai dalam kegiatan sehari-hari. Rata-rata lamanya waktu untuk menunggu sangat bergantung pada rata-rata tingkat kecepatan layanan. Menunggu dapat terjadi karenan kebutuhan akan layanan yang melebihi kapasitas pelayanan yang ada, akan mengakibatkan konsumen yang datang tidak segera terlayani [3]. Proses antrian merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani. Proses ini lazim dijumpai di tempat-tempat pelayanan umum, salah satu contohnya adalah antrian bus di halte.

Untuk menganalisis permasalahan antrian bus di halte ini digunakan aplikasi teori antrian pada sistem di terminal tersebut. Langkah yang perlu dilakukan adalah dengan mengadakan suatu penelitian di mana antrian tersebut terjadi. Antrian juga terjadi di terminal bus kampus Universitas Andalas, Pasar Baru kota Padang, Sumatera Barat. Terminal bus kampus Pasar Baru yang menjadi obyek penelitian,

mempunyai satu jalur kedatangan dan keberangkatan yaitu Pasar Baru-Kampus Universitas Andalas yang berjarak sekitar 3 KM. Ini menunjukkan bahwa satu-satunya loket pelayanan adalah terminal Pasar Baru. Bus yang menjadi obyek penelitian adalah unit bus kampus milik Universitas Andalas. Hal ini karena di kampus Universitas Andalas, bus yang diizinkan beroperasi hanya bus kampus milik Universitas Andalas

2. Teori Antrian

2.1. Pengertian Teori Antrian

Teori Antrian (*queueing theory*) merupakan studi matematika dari antrian atau kejadian garis tunggu (*waiting lines*), yakni suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari sistem pelayanan yang ada. Hal ini sering kita jumpai dalam kegiatan sehari-hari.

Pada model antrian, hubungan antara bus dan penumpang adalah berkaitan dengan periode waktu yang diperoleh bus untuk menyelesaikan sebuah antrian. Dalam kaitannya dengan antrian keberangkatan bus seharusnya dapat dibagi menjadi distribusi keberangkatan dan distribusi waktu antar keberangkatan.

2.2. Sistem Antrian

Bus yang tiba dapat bersifat tetap atau tidak tetap untuk memperoleh antrian. Apabila bus yang tiba dapat masuk langsung kedalam sistem antrian maka bus tersebut akan segera dilayani, sebaliknya jika harus menunggu maka mereka harus membentuk antrian hingga tiba waktu keberangkatan [2].

2.3. Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah konsep yang membahas mengenai kebijakan dimana para pelanggan dipilih dari antrian untuk dilayani. Menurut Thomas J Kakiay berdasarkan urutan kedatangan pelanggan. Terdapat empat bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan dalam praktek yaitu *First Come First Served (FCFS)* atau *First In First out (FIFO)*, *Last Come First Served (LCFS)* atau *Last In First Out (LIFO)*, *Service In Random Order (SIRO)*, dan *Priority Service (PS)*.

2.4. Elemen-Elemen Dasar Teori Antrian

Adapun elemen-elemen dasar dalam teori antrian adalah Sumber Masukan (*Input*), Pola Kedatangan, Mekanisme Pelayanan, Proses Poisson, Barisan Antri Keluar (*Exit*), dan Waktu Pelayanan.

2.5. Model-Model Antrian

Adapun model-model antrian adalah

- (1) *Single Chanel* berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan. *Single Phase* menunjukan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrian.
- (2) *Multi Phase* berarti ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam *phase-phase*.
- (3) *Sistem Multi Chanel-Single Phase* terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal.
- (4) *Multi Channel-Multi Phase* terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan pada lebih dari satu *phase*.

2.6. Terminologi dan Notasi

Terminologi yang biasa digunakan dalam sistem antrian adalah sebagai berikut:

- (1) Keadaan sistem adalah jumlah atau banyaknya aktifitas pelayanan yang melayani satuan bus dalam sistem.
- (2) Panjang antrian adalah banyaknya satuan yang berada dalam sistem dikurangi dengan jumlah satuan yang sedang beroperasi.

Notasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

n	=	jumlah objek dalam sistem antrian pada waktu t
c	=	jumlah stasiun
$P_n(t)$	=	peluang bahwa ada objek yang masuk dalam antrian dalam waktu t
λ	=	tingkat kedatangan objek
$1/\lambda$	=	rata-rata kedatangan objek
$\lambda\Delta t$	=	peluang bahwa ada satu satuan objek yang masuk dalam antrian selama waktu t
μ	=	tingkat pelayanan
$1/\mu$	=	rata-rata waktu pelayanan
$\mu\Delta t$	=	peluang bahwa ada satu objek yang selesai dilayani selama waktu t
ρ	=	tingkat kesibukan sistem
$c\mu$	=	faktor untuk fasilitas satuan pelayanan
L	=	ekspektasi panjang garis
Lq	=	ekspektasi panjang antrian
W	=	ekspektasi waktu menunggu dalam sistem
Wq	=	ekspektasi obyek menunggu dalam antrian

2.7. Pola Keberangkatan dan Lama Waktu Antar Keberangkatan

- (1) Pola Keberangkatan
Distribusi Poisson digunakan untuk menggambarkan pola distribusi data. Probabilitas tepat terjadinya x kedatangan dalam distribusi Poisson dapat diketahui dengan menggunakan rumus

$$P(x) = \frac{\lambda^x x^{-\lambda}}{x!}, x = 0, 1, 2, \dots$$

Untuk menghitung nilai χ^2 dari data pengamatan pada x_1, x_2 sampai x_n terlebih dahulu diuji nilai ekspektasi kedatangan bus dengan menggunakan rumus

distribusi Poisson. Untuk menentukan nilai χ^2 maka digunakan rumus

$$\chi^2 = \frac{(f(x) - E(x))^2}{E(x)}.$$

Kriteria keputusan dilakukan dengan terima rata-rata pelayanan berdistribusi Poisson apabila $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$. Jika sebaliknya, maka rata-rata pelayanan tidak dapat dikatakan berdistribusi Poisson.

(2) **Lama Waktu Antar Keberangkatan**

Lama pelayanan yang dihitung sejak keberangkatan bus dalam sistem antrian sampai selesai pelayanan mengikuti distribusi eksponensial. Ini bisa dilakukan dengan membandingkan sampel waktu keberangkatan yang sebenarnya dengan waktu keberangkatan yang diharapkan berdasarkan rumus

$$f(x) = \mu e^{-\mu x}.$$

Untuk menentukan nilai χ^2 maka digunakan rumus

$$\chi^2 = \frac{(f(x) - E(x))^2}{E(x)}.$$

Kriteria keputusan dilakukan dengan terima rata-rata pelayanan berdistribusi Poisson apabila $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$. Jika sebaliknya, maka rata-rata pelayanan tidak dapat dikatakan berdistribusi eksponensial.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi dan waktu penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah

Lokasi : Halte Bus Kampus Universitas Andalas Pasar Baru Padang
Jl. Pasar Baru Padang - Sumatera Barat

Waktu : Senin, 06 Februari 2012 pukul 06.00 - 12.00 WIB

Penelitian ini dilakukan pada waktu tersebut karena pengoperasian bus dari jam 06.00 - 12.00 berjalan normal dan karena hari senin merupakan hari awal kegiatan kemahasiswaan berlangsung.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan sehingga menggambarkan realitas masalah antrian yang sebenarnya. Adapun data yang diambil adalah data primer yaitu dengan menghitung jumlah antrian dan lama waktu antar keberangkatan bus kampus di halte Pasar Baru Padang yang sedang beroperasi pada halte tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan mempelajari dan menelaah buku-buku, jurnal, dan tulisan yang berhubungan dengan penelitian ini.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stopwatch* yang digunakan untuk perhitungan lama waktu antar kedatangan.

3.3. Alur Pengolahan data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang bersifat primer yaitu mengambil data dan melakukan penelitian langsung pada halte Pasar Baru Padang. Jenis penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kuantitatif yang terdiri atas perumusan masalah, menyusun model, mendapatkan data, mencari solusi, menguji solusi, menganalisis hasil dan mengimplementasikan hasil.

4. Pembahasan

4.1. Gambaran Umum Antrian Pada Terminal Bus Kampus Universitas Andalas Padang

Model struktur antrian yang diterapkan oleh unit pengelola bus kampus Universitas Andalas pada halte bus Pasar Baru adalah *single channel-single phase*. Ini berarti bus yang pertama masuk kedalam halte adalah bus yang pertama dilayani untuk berangkat menuju kampus.

Sistem antrian *single channel-single phase* mempunyai antrian tunggal dengan melalui hanya satu fasilitas pelayanan pada model antrian. Model antrian tunggal yang dimaksudkan adalah dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberian layanan, sehingga bus yang telah antri dapat langsung keluar (berangkat) dari sistem antrian satu persatu.

4.2. Model Antrian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung pada pengoperasian bus kampus Universitas Andalas di terminal Pasar Baru Padang. Pengamatan dilakukan pada tanggal 06 Februari 2012 selama 1 hari, yaitu mulai dari jam 06.00 WIB sampai dengan jam 12.00 WIB. Pencatatan lama waktu-waktu tersebut berdasarkan perhitungan dengan memakai *stopwatch* yaitu mulai dari bus datang, bus dilayani, sampai bus selesai dilayani.

(1) Data Kedatangan

Dari pengumpulan data di lapangan maka diperoleh jumlah kedatangan bus tiap 15 menit selama 360 menit, sebagai berikut

No. Observasi (i)	Waktu Observasi	x_i	Frekuensi Kedatangan ($f(x_i)$)
1	06.00 - 06.15	0	0
2	06.15 - 06.30	1	0
3	06.30 - 06.45	2	1
4	06.45 - 07.00	3	2
5	07.00 - 07.15	4	4
6	07.15 - 07.30	5	9
7	07.30 - 07.45	6	15
8	07.45 - 08.00	7	20
9	08.00 - 08.15	8	20
10	08.15 - 08.30	9	19

No. Observasi (i)	Waktu Observasi	x_i	Frekuensi Kedatangan ($f(x_i)$)
11	08.30 - 08.45	10	13
12	08.45 - 09.00	11	10
13	09.00 - 09.15	12	9
14	09.15 - 09.30	13	7
15	09.30 - 09.45	14	7
16	09.45 - 10.00	15	3
17	10.00 - 10.15	16	3
18	10.15 - 10.30	17	2
19	10.30 - 10.45	18	2
20	10.45 - 11.00	19	1
21	11.00 - 11.15	20	1
22	11.15 - 11.30	21	1
23	11.30 - 11.45	22	0
24	11.45 - 12.00	23	0

Banyak bus yang datang memasuki halte Pasar Baru selama 360 menit adalah sebanyak 149 unit.

(2) Data Keberangkatan

Dari pengumpulan data di lapangan maka diperoleh jumlah keberangkatan bus tiap 15 menit selama 360 menit, sebagai berikut

No. Observasi (i)	Waktu Observasi	y_i	Frekuensi Kedatangan ($f(y_i)$)
1	06.00 - 06.15	0	0
2	06.15 - 06.30	1	0
3	06.30 - 06.45	2	0
4	06.45 - 07.00	3	2
5	07.00 - 07.15	4	4
6	07.15 - 07.30	5	9
7	07.30 - 07.45	6	15
8	07.45 - 08.00	7	18
9	08.00 - 08.15	8	16
10	08.15 - 08.30	9	18
11	08.30 - 08.45	10	11
12	08.45 - 09.00	11	10
13	09.00 - 09.15	12	8
14	09.15 - 09.30	13	7
15	09.30 - 09.45	14	7
16	09.45 - 10.00	15	3
17	10.00 - 10.15	16	3
18	10.15 - 10.30	17	2
19	10.30 - 10.45	18	2
20	10.45 - 11.00	19	1

No. Observasi (i)	Waktu Observasi	y_i	Frekuensi Kedatangan ($f(y_i)$)
21	11.00 - 11.15	20	1
22	11.15 - 11.30	21	1
23	11.30 - 11.45	22	0
24	11.45 - 12.00	23	0

Banyaknya bus yang berangkat keluar dari halte bus Pasar Baru selama 360 menit adalah sebanyak 138 unit.

(3) Pengolahan Data

- Pola Kedatangan Bus

Berdasarkan nilai batas kritis χ^2 dengan taraf nyata $\alpha = 0.05$ dan $k = 24$, maka nilai $\chi^2_{(1-\alpha)(k-1)} = \chi^2_{(0.95)(23)} = 35,172$. Sehingga diperoleh $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ yakni $33,531629 \leq 35,172$ yang berarti jumlah keberangkatan bus berdistribusi Poisson.

- Waktu Antar Kedatangan Bus

Berdasarkan nilai batas kritis χ^2 dengan taraf nyata $\alpha = 0.05$ dan $k = 8$, maka nilai $\chi^2(1 - \alpha)(k - 1) = \chi^2(0.95)(7) = 14,067$. Sehingga dapat diperoleh $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ yakni $1058,792 \geq 14,067$ yang berarti waktu antar keberangkatan bus tidak berdistribusi eksponensial.

- Pola Keberangkatan Bus

Berdasarkan nilai batas kritis χ^2 dengan taraf nyata $\alpha = 0.05$ dan $k = 24$, maka nilai $\chi^2(1 - \alpha)(k - 1) = \chi^2(0.95)(23) = 35,172$. Sehingga diperoleh $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ yakni $34,2948309 \leq 35,172$ yang berarti jumlah keberangkatan bus berdistribusi Poisson.

- Waktu Antar Keberangkatan Bus

Berdasarkan nilai batas kritis χ^2 dengan taraf nyata $\alpha = 0.05$ dan $k = 8$, maka nilai $\chi^2(1 - \alpha)(k - 1) = \chi^2(0.95)(7) = 14,067$. Sehingga dapat diperoleh $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ yakni $1052,004 \geq 14,067$ yang berarti waktu antar keberangkatan bus tidak berdistribusi eksponensial.

Model antrian yang diperoleh adalah (M/G/1) : (FIFO/~/~). Tingkat keberangkatan berdistribusi Poisson. Waktu antar keberangkatan bersifat umum. Disiplin antrian yang digunakan adalah bus yang pertama datang yang pertama dilayani. Jumlah bus dalam sistem antrian dan ukuran populasi pada sumber masukan adalah tak berhingga.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah disajikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa

- Model antrian kedatangan bus dan keberangkatan bus yang diperoleh adalah (M/G/1) : (FIFO/~/~). Tingkat kedatangan dan tingkat keberangkatan berdistribusi Poisson. Waktu antar kedatangan dan waktu antar bersifat umum. Disiplin antrian yang digunakan adalah bus yang pertama datang adalah bus yang pertama dilayani. Jumlah bus dalam sistem antrian dan ukuran populasi pada sumber masukan adalah tak berhingga.

- Dari analisis data pada waktu kedatangan bus, diperoleh nilai kedatangan rata-rata (λ) = 0,41 bus per menit, ekspektasi kecepatan pelayanan rata-rata (μ) = 0,107 bus per menit. Dari analisis data pada waktu keberangkatan bus, diperoleh nilai keberangkatan rata-rata (λ) = 0,383 bus per menit, ekspektasi pelayanan keberangkatan rata-rata (μ) = 0,106 bus per menit. Hal ini bahwasanya bus yang sudah datang memasuki halte, yang seharusnya berangkat tetapi masih berada di halte sehingga menyebabkan adanya antrian bus.

Daftar Pustaka

- [1] Brzezniak, Z. and Zastawniak, T. 1998. *Basic Stochastic Processes*. Springer, London
- [2] Kuntjoro, M. 2004. *Metode Kuantitatif: Teori dan Aplikasi Untuk Bisnis dan Ekonomi. Edisi 2*. YKPN, Yogyakarta
- [3] Ross, S.M. 2009. *Introduction to Probability Models*. Academic Press, New York