



## ANALISIS ANTRIAN SINGLE CHANNEL SINGLE PHASE PADA LOKET PENJUALAN TIKET KERETA API KALIGUNG DI STASIUN PONCOL

Annisa Ikrimah<sup>✉</sup>, Supriyono, dan Iqbal Kharisudin

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2012  
Disetujui Februari 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

*Keywords:*  
Teori Antrian  
Single Channel Single Phase  
Model Antrian  
(M/M/1/∞/∞)  
Model Antrian  
(M/G/1/∞/∞)

### Abstrak

Fenomena menunggu merupakan hal yang mendasari adanya suatu antrian untuk bisa mendapatkan pelayanan. Dalam artikel ini akan dikaji model antrian dan proses pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi pustaka, merumuskan masalah, pengambilan data, analisis dan pemecahan masalah, serta penarikan simpulan. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dengan metode observasi. Analisis data dilakukan dengan menentukan distribusi peluang dari data dengan uji kebaikan suai (goodness of fit test) – chi square, menentukan model antrian, dan menentukan efektifitas proses pelayanan pelanggan melalui perhitungan ukuran-ukuran kinerja dari model antrian. Diperoleh sistem antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung memiliki laju kedatangan yang berdistribusi Poisson, laju pelayanan yang berdistribusi general (umum), memiliki satu pelayan, dan kapasitas sistem serta sumber yang tak terbatas. Simpulan yang diperoleh adalah sistem antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang mengikuti model (M/G/1/∞/∞). Proses pelayanan pelanggan berlangsung efektif dilihat dari kriteria rata-rata waktu pelayanan standar untuk kapasitas maksimal kereta selama kurun waktu pelayanan loket.

### Abstract

The phenomenon of waiting is the reason for a queue to be served. In this article will be reviewed queuing models and customer service processes on a train ticket at the station Poncol Kaligung Semarang. The research method involves studying literatures, formulating the problem, data retrieval, analysis and problem solving, and taking conclusion. Data is collected for 3 days by observation method. They are analyzed by determining the probability distribution and doing data test with custom goodness (goodness of fit test) - chi square, defining a model queue, and determining the effectiveness of customer service process to calculate the performance measures of queuing models. We obtained that the queuing system at the ticket window Kaligung trains have Poisson distributed arrival rate, the rate of general distributed service (general), has a maid, and the capacity of the system as well as unlimited resources. The conclusion from this research is a system queue in the ticket window in the train station Kaligung Poncol Semarang follows the model (M/G/1 / ∞ / ∞). The effectiveness of customer service process is seen from the criteria of the average service time standard for the maximum capacity of trains during the period of service counters.

## Pendahuluan

Tidak dapat dipungkiri bahwa menunggu adalah pekerjaan paling membosankan dan memakan waktu yang tidak dapat diprediksi. Situasi menunggu juga merupakan bagian dari keadaan yang terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional yang bersifat random dalam suatu fasilitas pelayanan (Kakiay 2004: 1). Pelanggan datang ke tempat itu dengan waktu yang acak, tidak teratur, dan tidak dapat segera dilayani sehingga mereka harus menunggu cukup lama sebelum memperoleh pelayanan.

Fenomena menunggu merupakan hal yang mendasari adanya suatu antrian untuk bisa mendapatkan pelayanan. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan (Dimyati dan Dimyati 2004: 349). Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Dalam hal ini, apabila pelayanan terlalu banyak, maka akan memerlukan ongkos yang besar, sebaliknya jika kapasitas pelayanan kurang, maka akan terjadi baris penungguan dalam waktu yang cukup lama yang juga akan menimbulkan ongkos, baik berupa ongkos sosial, kehilangan langganan, ataupun pengangguran pekerja. Dengan demikian, yang menjadi tujuan utama teori antrian ini ialah mencapai keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu tersebut (Dimyati dan Dimyati 2004: 349).

Pelaku-pelaku utama dalam sebuah situasi antrian adalah pelanggan (*customer*) dan pelayan (*server*). Dalam model antrian, interaksi antara pelanggan dan pelayan adalah dalam kaitannya dengan periode waktu yang diperoleh pelanggan untuk menyelesaikan sebuah pelayanan. Jadi, dari sudut pandang kedatangan pelanggan yang diperhitungkan adalah interval waktu yang memisahkan kedatangan yang berturut-turut. Juga dalam pelayanan, yang diperhitungkan adalah waktu pelayanan per pelanggan. Dalam model-model antrian, kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diringkas dalam distribusi probabilitas yang umumnya disebut sebagai distribusi kedatangan (*arrival distribution*) dan distribusi waktu pelayanan (*service time distribution*). Pada umumnya kedatangan diasumsikan berdistribusi

Poisson sedangkan waktu pelayanan diasumsikan berdistribusi eksponensial, jika kedua asumsi tersebut tidak dipenuhi maka model antrian diasumsikan berdistribusi general (umum).

Dalam mengelompokkan model-model antrian yang berbeda-beda digunakan suatu notasi yang disebut notasi Kendall. Notasi ini sering digunakan karena beberapa alasan. Pertama, karena notasi tersebut merupakan alat yang efisien untuk mengidentifikasi tidak hanya model-model antrian tetapi juga asumsi-umsi yang harus dipenuhi. Kedua, hampir semua buku (*literature*) yang membahas teori antrian menggunakan notasi ini (Subagyo 2000: 273).

Kereta api penumpang merupakan salah satu segmen pelayanan produk inti PT. Kereta Api Indonesia (Persero) di luar kereta api barang dan kereta wisata. Kereta api penumpang sendiri terbagi atas tiga kelas, yaitu kelas ekonomi, kelas bisnis, dan kelas eksekutif. Di provinsi Jawa Tengah khususnya, kebutuhan akan transportasi menggunakan kereta api masih merupakan salah satu prioritas utama. Kereta api Kaligung adalah salah satu kereta api lokal yang digunakan sebagai penghubung Kota Semarang dengan Kota Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kota Tegal, Kabupaten Tegal, dan Kabupaten Brebes yang mana merupakan kota-kota besar di jalur pantura (pantai utara) ujung barat provinsi Jawa Tengah sehingga kereta api Kaligung merupakan kereta api yang sering digunakan dan memiliki banyak pelanggan selama pengoperasiannya. Kereta api Kaligung ini berangkat sebanyak empat kali dalam sehari, dua kali untuk kelas bisnis dan dua kali untuk kelas ekonomi.

Berdasarkan hasil wawancara dengan petugas di Stasiun Poncol, dari keempat jadwal tersebut, kereta api Kaligung kelas ekonomi yang memiliki kapasitas 425 penumpang dengan jadwal keberangkatan pukul 13.00 WIB merupakan kereta api lokal yang paling diminati. Loket penjualan tiket kereta api Kaligung ini dibuka mulai pukul 12.00 sampai dengan jadwal berangkatnya kereta. Hal ini menimbulkan proses antrian yang cukup panjang karena banyaknya calon penumpang yang ingin segera mendapatkan tiket meskipun tanpa nomor tempat duduk.

Dalam artikel ini data berupa banyaknya kedatangan selama interval waktu penelitian dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing pelanggan sejak memasuki

antrian hingga keluar dari antrian diperoleh dengan menggunakan metode observasi. Data diambil secara langsung pada sistem antrian yang ada pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang selama 3 hari pada pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Dalam penelitian ini kedatangan pelanggan diuji apakah berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Distribusi Poisson memberi jawaban tentang berapa peluang banyak kedatangan dalam suatu interval waktu, jika kedatangan itu mengikuti proses Poisson yang mempunyai ciri-ciri: (1) tingkat kedatangan rata-rata dapat diduga berdasar data masa lalu; (2) tingkat kedatangan rata-rata per satuan waktu adalah konstan (berarti jika dalam satu jam ada 100 kedatangan maka dalam 30 menit terjadi 50 kedatangan); (3) banyak kedatangan dalam suatu selang waktu tidak dipengaruhi oleh apa yang terjadi dalam selang waktu sebelumnya; dan (4) peluang suatu kedatangan dalam selang waktu yang sangat pendek adalah sangat kecil sehingga peluang lebih dari satu kedatangan dalam selang waktu yang pendek akan mendekati nol (Mulyono 2004: 230 – 231).

Untuk menguji kebenarannya dilakukan uji kebaikan suai (*goodness of fit test*) – *chi square*. Hipotesis tentang kedatangan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

$H_0$ : Kedatangan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang berdistribusi Poisson.

$H_a$ : Kedatangan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang tidak berdistribusi Poisson.

Hipotesis tentang waktu pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

$H_0$ : Waktu pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang berdistribusi eksponensial.

$H_a$ : Waktu pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang tidak berdistribusi eksponensial.

Langkah selanjutnya adalah penentuan model antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang, penentuan efektifitas proses pelayanan pelanggan dengan menghitung jumlah

pelanggan rata-rata dalam sistem dan antrian, penghitungan waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dan antrian, serta menghitung peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan, kemudian penarikan simpulan tentang efektifitas proses pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang.

## Hasil dan Pembahasan

A. Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit Test*) – *Chi Square* terhadap Kedatangan Pelanggan

Kedatangan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung diasumsikan berdistribusi Poisson. Untuk mengetahui kebenarannya maka dilakukan pengujian kebaikan suai dengan menggunakan uji *chi square*. Dari data hasil penelitian, dibuat rekapitulasi kedatangan pengunjung per interval waktu tiga menit. Selanjutnya dilakukan uji kebaikan suai (*goodness of fit test*) – *chi square* terhadap kedatangan pelanggan dengan hasil sebagai berikut.

1. Kamis, 10 Februari 2011

Rata-rata kedatangan ( $\lambda$ ) sebesar 11,05 pelanggan setiap tiga menit (3,683 pelanggan per menit). Diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung} = 29,45493$ . Berdasarkan tabel chi square dengan  $dk = m - k - 1 = 21 - 1 - 1 = 19$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{19;0.95} = 30,1$ . Dengan demikian  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ . Jadi kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.

2. Jum'at, 11 Februari 2011

Rata-rata kedatangan ( $\lambda$ ) sebesar 11,3 pelanggan setiap tiga menit (3,767 pelanggan per menit) dan diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung} = 20,42584$ . Berdasarkan tabel chi square dengan  $dk = m - k - 1 = 22 - 1 - 1 = 20$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{20;0.95} = 31,4$ . Dengan demikian  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ . Jadi kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.

3. Sabtu, 12 Februari 2011

Rata-rata kedatangan ( $\lambda$ ) sebesar 13 pelanggan setiap tiga menit (4,333 pelanggan per menit) dan diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung} = 20,42584$ . Berdasarkan tabel chi square dengan  $dk = m - k - 1 = 22 - 1 - 1 = 20$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{20;0.95} = 31,4$ . Dengan demikian  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ . Jadi kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.

B. Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit Test*) – *Chi Square* terhadap Waktu Pelayanan Pelanggan

Dari hasil pengamatan sistem antrian pada loket

penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang diperoleh waktu pelayanan  $t$ , yaitu waktu yang diperlukan untuk melayani satu orang pelanggan. Untuk menentukan rata-rata waktu pelayanan dapat dihitung dengan

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^m x_i f_i \quad \text{dengan } i \text{ adalah batas-batas interval}$$

$[I_{i-1}, I_i]$  dan  $x_i$  adalah nilai tengah dari interval ke- $i$ , serta  $f_i$  adalah frekuensi relatif yaitu frekuensi observasi ( $f_o$ ) pada interval  $i$  dibagi dengan jumlah frekuensi keseluruhan ( $n$ ). Laju pelayanan pelanggan ( $\mu$ ) adalah rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani per satuan waktu. Dengan demikian harga  $\mu = \frac{1}{\bar{t}}$ .

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data waktu pelayanan dan diuji dengan uji kebaikan suai (*goodness of fit test*) – *chi square* sebagai berikut.

#### 1. Kamis, 10 Februari 2011

Diperoleh rata-rata waktu pelayanan sebesar 16,07919 detik untuk setiap pelanggan, sehingga laju pelayanan rata-rata ( $\mu$ ) adalah 0,062 pelanggan per detik (3,73152 pelanggan per menit) dan nilai  $\chi^2_{\text{hitung}} = 37,47217$ .

Berdasarkan tabel chi square dengan  $dk = m-k-1 = 7 - 1 - 1 = 5$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{7;0,95} = 11,1$ . Dengan demikian  $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ .

Jadi kedatangan pelanggan tidak berdistribusi eksponensial.

#### 2. Jum'at, 11 Februari 2011

Diperoleh rata-rata waktu pelayanan sebesar 13,75664 detik untuk setiap pelanggan, sehingga laju pelayanan rata-rata ( $\mu$ ) adalah 0,073 pelanggan per detik (4,3614 pelanggan per menit) dan nilai  $\chi^2_{\text{hitung}} = 59,64374$ .

Berdasarkan tabel chi square dengan

$dk = m-k-1 = 10 - 1 - 1 = 8$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{8;0,95} = 15,5$ . Dengan demikian  $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ .

Jadi kedatangan pelanggan tidak berdistribusi eksponensial.

#### 3. Sabtu, 12 Februari 2011

Diperoleh rata-rata waktu pelayanan sebesar 13,35 detik untuk setiap pelanggan, sehingga laju pelayanan rata-rata ( $\mu$ ) adalah 0,075 pelanggan per detik (4,494 pelanggan per menit) dan nilai  $\chi^2_{\text{hitung}} = 45,13329$ . Dari tabel chi square dengan  $dk = m-k-1$

$= 10 - 1 - 1 = 8$  dan taraf kesalahan  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\chi^2_{8;0,95} = 15,5$ . Dengan demikian  $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{m-k-1;1-\alpha}$ .

Jadi kedatangan pelanggan tidak berdistribusi eksponensial.

#### C. Penentuan Model Antrian

Dari hasil pengujian pada data penelitian yang dilakukan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang diperoleh pola kedatangan berdistribusi Poisson sedangkan waktu pelayanan tidak berdistribusi eksponensial. Pelanggan dilayani oleh satu orang pelayan dengan peraturan pelanggan yang pertama datang dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas. Berdasarkan notasi Kendall, maka sistem antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang mengikuti model antrian (M/ G/ 1/  $\infty$ /  $\infty$ ).

#### D. Penentuan Efektifitas Proses Pelayanan Pelanggan

Efektifitas proses pelayanan ditentukan dengan menghitung jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem dan antrian, menghitung waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dan antrian, serta menghitung peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan.

#### 1. Kamis, 10 Februari 2011

Diperoleh  $\lambda = 0,061$  pelanggan per detik,  $\mu = 0,062$  pelanggan per detik, dan  $\sigma^2 = 114,281$  detik. Jadi dapat dihitung

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,061}{0,062} = 0,984.$$

##### a. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus  $L = \rho + \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1-\rho)} = 0,984 + \left[ \frac{(0,061)^2 \times 114,281 + (0,984)^2}{2(1-0,984)} \right] = 44,5465$ .

(Bhat, 2008; Taha, 1997).

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah 44,5465 pelanggan.

##### b. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian

Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1-\rho)} = 43,5625.$$

(Bhat, 2008; Taha, 1997)

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian adalah 43,5625 pelanggan.

c. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 714,139.$$

(Bhat, 2008; Taha, 1997)

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 714,139 detik.

d. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus

$$W = W_q + \frac{1}{\lambda} = 714,139 + \frac{1}{0,061} = 730,532.$$

(Bhat, 2008; Taha, 1997)

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 730,532 detik.

e. Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan

Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan dihitung dengan menggunakan rumus (Hillier dan Lieberman 2001)

$$P_0 = 1 - \rho = 0,016.$$

Jadi peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan adalah sebesar 0,016 atau 1,6% dari waktunya.

2. Jum'at, 11 Februari 2011

Diperoleh  $\lambda = 0,063$  pelanggan per detik,  $\mu = 0,073$  pelanggan per detik, dan  $\sigma^2 = 99,285$  detik. Jadi dapat dihitung

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,063}{0,073} = 0,863.$$

a. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus

$$L = \rho + \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1 - \rho)} = 0,863 + \left[ \frac{(0,063)^2 \times 99,285 + (0,863)^2}{2(1 - 0,863)} \right] = 5,02$$

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian adalah 5,02 pelanggan.

b. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian

Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1 - \rho)} = \frac{(0,063)^2 \times 99,285 + (0,863)^2}{2(1 - 0,863)} = 4,157.$$

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah 4,157 pelanggan.

c. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{4,157}{0,063} = 65,984.$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 65,984 detik.

d. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus

$$W = W_q + \frac{1}{\lambda} = 65,984 + \frac{1}{0,063} = 81,857.$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 81,857 detik.

e. Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan

Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan dihitung dengan menggunakan rumus (Hillier dan Lieberman 2001)

$$P_0 = 1 - \rho = 1 - 0,863 = 0,137.$$

Jadi peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan adalah sebesar 0,137 atau 13,7% dari waktunya.

3. Sabtu, 12 Februari 2011

Diperoleh  $\lambda = 0,072$  pelanggan per detik,  $\mu = 0,075$  pelanggan per detik, dan  $\sigma^2 = 112,066$  detik. Jadi dapat dihitung

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,072}{0,075} = 0,96.$$

a. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus

$$L = \rho + \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1 - \rho)} = 0,96 + \left[ \frac{(0,072)^2 \times 112,066 + (0,96)^2}{2(1 - 0,96)} \right] = 19,7475.$$

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah 19,7475 pelanggan.

b. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian

Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1 - \rho)} = \frac{(0,072)^2 \times 112,066 + (0,96)^2}{2(1 - 0,96)} = 18,7875.$$

Jadi rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian adalah 18,7875 pelanggan.

c. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian

Rata-rata waktu yang dihabiskan

seorang pelanggan dalam antrian dihitung dengan menggunakan rumus

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{18,7875}{0,072} = 260,9375.$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian adalah 260,9375 detik.

d. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem

Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dihitung dengan menggunakan rumus

$$W = W_q + \frac{1}{\lambda} = 260,9375 + \frac{1}{0,072} = 274,8265.$$

Jadi rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem adalah 274,8265 detik.

e. Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan

Peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan dihitung dengan menggunakan rumus (Hillier dan Lieberman 2001)

$$P_0 = 1 - p = 1 - 0,96 = 0,04.$$

Jadi peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan adalah sebesar 0,04 atau 4% dari waktunya.

Dalam model-model antrian, kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diringkas dalam distribusi probabilitas yang umumnya disebut sebagai distribusi kedatangan (arrival distribution) dan distribusi waktu pelayanan (service time distribution). Pada umumnya kedatangan diasumsikan berdistribusi Poisson sedangkan waktu pelayanan diasumsikan berdistribusi eksponensial, jika kedua asumsi tersebut tidak dipenuhi maka model antrian diasumsikan berdistribusi general (umum).

Dari hasil pengujian pada data penelitian yang diperoleh dari pengamatan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang diperoleh pola kedatangan berdistribusi Poisson sedangkan waktu pelayanan tidak berdistribusi eksponensial. Pelanggan dilayani oleh satu orang pelayan dengan peraturan pelanggan yang pertama datang dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas. Berdasarkan notasi Kendall, maka antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang mengikuti model antrian (M/ G/ 1/ ∞/ ∞).

Efektifitas proses pelayanan pelanggan dapat ditentukan dengan menghitung jumlah

pelanggan rata-rata dalam sistem dan antrian, menghitung waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem dan antrian, serta menghitung peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan.

### 1. Kamis, 10 Februari 2011

Pada hari Kamis, 10 Februari 2011 terdapat antrian terpadat dengan waktu sibuk pelayan sebesar 0,984 atau sebesar 98,4% dari waktunya, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian sebanyak 43,5625 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem sebanyak 44,5465 pelanggan, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian sebanyak 714,139 detik, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem sebanyak 730,532 detik, peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan sebesar 0,016 atau 1,6% dari waktunya.

### 2. Jum'at, 11 Februari 2011

Pada hari Jum'at, 11 Februari 2011 terdapat antrian yang cukup lengang dengan waktu sibuk pelayan sebesar 0,836 atau sebesar 83,6% dari waktunya, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian sebanyak 4,157 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem sebanyak 5,02 pelanggan, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian sebanyak 65,984 detik, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem sebanyak 81,857 detik, peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan sebesar 0,137 atau 13,7% dari waktunya.

### 3. Sabtu, 12 Februari 2011

Pada hari Sabtu, 12 Februari 2011 terdapat antrian dimana pelanggan yang datang adalah yang terbanyak dibandingkan hari-hari sebelumnya dengan waktu sibuk pelayan sebesar 0,96 atau sebesar 96% dari waktunya, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian sebanyak 14,7875 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem sebanyak 19,7475 pelanggan, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian sebanyak 260,9375 detik, rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem sebanyak 274,8265 detik, peluang pelayan tidak sedang melayani pelanggan sebesar 0,04 atau 4% dari waktunya.

Berdasarkan tabel 1 diperoleh rata-rata tiket yang dibeli pelanggan dihitung dengan

$$T_P = \frac{\bar{T}}{\bar{p}} = \frac{441,67}{235,67} = 1,87.$$

Jadi rata-rata tiket yang dibeli pelanggan selama

tiga hari adalah 1,87 tiket tiap pelanggan. Selanjutnya dihitung untuk kapasitas maksimal rangkaian kereta, yaitu 425 penumpang (Sumber: PT. Kereta Api Indonesia (Persero)), dengan rata-rata tiket yang dibeli tiap pelanggan sebanyak 1,87 tiket diperoleh estimasi banyak pelanggan yang dilayani adalah

$$P_q = \frac{425}{T_p} = \frac{425}{1,87} = 227,27.$$

yang pertama datang dilayani terlebih dahulu, serta kapasitas sistem dan sumber yang tak terbatas dan (2) Efektifitas proses pelayanan pelanggan pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang dapat tercapai dilihat dari kriteria rata-rata waktu pelayanan standar untuk kapasitas maksimal kereta selama kurun waktu pelayanan loket. Pada hari Kamis, 10 Februari 2011 terdapat antrian terpadat, pada hari Jum'at, 11 Februari

**Tabel 1.** Jumlah Tiket Terjual, Banyak Pelanggan, dan Rata-rata Waktu Pelayanan

Hari/ Tanggal	Jumlah Tiket Terjual ( $T$ )	Banyak Pelanggan ( $P$ )	Rata-rata Waktu Pelayanan ( $\frac{1}{\mu}$ )
Kamis, 10 Februari 2011	316	221	16,393
Jum'at, 11 Februari 2011	515	226	15,873
Sabtu, 12 Februari 2011	494	260	13,889
Rata-rata	$\bar{T} = 441,67$	$\bar{P} = 235,67$	$\left(\frac{1}{\mu}\right) = 15,385$

Jadi banyak pelanggan yang dilayani adalah 227,27 pelanggan. Rata-rata waktu pelayanan standar untuk kapasitas maksimal kereta ( $\frac{1}{\mu}$ ) selama kurun waktu pelayanan loket (pukul 12.00 – 13.00 WIB), dihitung dengan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{3600}{P_q} = \frac{3600}{227,27} = 15,84.$$

Jadi rata-rata waktu pelayanan standar untuk kapasitas maksimal kereta adalah 15,84 detik untuk setiap pelanggan.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata waktu pelayanan pelanggan untuk tiga hari (tabel 1) adalah 15,385 detik. Jadi disimpulkan bahwa sistem antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang sudah optimal dilihat dari kriteria rata-rata waktu pelayanan standar untuk kapasitas maksimal kereta selama kurun waktu pelayanan loket.

### Simpulan

Berdasarkan uraian dari hasil penelitian, diperoleh simpulan : (1) Antrian pada loket penjualan tiket kereta api Kaligung di Stasiun Poncol Semarang mengikuti model (M/ G/ 1/  $\infty$  /  $\infty$ ). Ini berarti antrian memiliki pola kedatangan berdistribusi Poisson sedangkan waktu pelayanan berdistribusi general (umum), pelanggan dilayani oleh satu orang pelayan dengan peraturan pelanggan

2011 terdapat antrian yang cukup lengang, dan pada hari Sabtu, 12 Februari 2011 terdapat antrian di mana pelanggan yang datang adalah yang terbanyak dibandingkan hari-hari sebelumnya.

### Daftar Pustaka

Bhat, U.N. 2008. An Introduction to Queueing Theory, Modeling and Analysis in Applications. Dallas: Birkhauser Boston.

Dimyati, T.T. dan Dimyati, A. 2004. Operation Research, Model-model Pengambilan Keputusan. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Hillier, F.S dan Lieberman G.J. 2001. Introduction to Operation Research. New York: McGraw-Hill.

Kakiay, T.J. 2004. Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata. Yogyakarta: Andi.

Mulyono, S. 2004. Riset Operasi. Jakarta: Badan Penerbit Fakultas Ekonomi, UI.

Subagyo, P. dkk. 2000. Dasar-dasar Operation Research. Yogyakarta: BPFE.

Taha, H.A. 1997. Riset Operasi, Suatu Pengantar, Jilid Dua. Jakarta: Binarupa Aksara