

**BAB 10**

Teori Antrian

PENDAHULUAN

Antrian yang panjang sering kali kita lihat di bank saat nasabah mengantri di teller untuk melakukan transaksi, airport saat para calon penumpang melakukan check-in, di super market saat para pembeli antri untuk melakukan pembayaran, di tempat cuci mobil : mobil antri untuk dicuci dan masih banyak contoh lainnya. Di sektor jasa, bagi sebagian orang antri merupakan hal yang membosankan dan sebagai akibatnya terlalu lama antri, akan menyebabkan pelanggan kabur. Hal ini merupakan kerugian bagi organisasi tersebut.

Untuk mempertahankan pelanggan, sebuah organisasi selalu berusaha untuk memberikan pelayanan yang terbaik. Pelayanan yang terbaik tersebut diantaranya adalah memberikan pelayanan yang cepat sehingga pelanggan tidak dibiarkan menunggu (mengantri) terlalu lama. Namun demikian, dampak pemberian layanan yang cepat ini akan menimbulkan biaya bagi organisasi, karena harus menambah fasilitas layanan. Oleh karena itu, layanan yang cepat akan sangat membantu untuk mempertahankan pelanggan, yang dalam jangka panjang tentu saja akan meningkatkan keuntungan perusahaan.

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan anda dapat:

1. Mendefinisikan 4 model antrian
2. Memahami adanya tiga komponen dalam sistem antrian
3. Menjelaskan bagaimana melakukan analisis ekonomi sebuah antrian dengan model single channel queuing.

Karakteristik Sistik Antrian dan Perilaku Biaya

A. KARAKTERISTIK SISTIM ANTRIAN

Ada tiga komponen dalam sistim antrian yaitu :

1. Kedatangan , populasi yang akan dilayani (calling population)
2. Antrian
3. Fasilitas pelayanan

Masing-masing komponen dalam sistim antrian tersebut mempunyai karakteristik sendiri-sendiri. Karakteristik dari masing-masing komponen tersebut adalah :

Karakteristik Antrian adalah bahwa terdapat kedatangan, antrian, dan pelayanan.

1. Kedatangan Populasi yang akan Dilayani (calling population)

Karakteristik dari populasi yang akan dilayani (calling population) dapat dilihat menurut ukurannya, pola kedatangan, serta perilaku dari populasi yang akan dilayani. Menurut ukurannya, populasi yang akan dilayani bisa terbatas (finite) bisa juga tidak terbatas (infinite). Sebagai contoh jumlah mahasiswa yang antri untuk registrasi di sebuah perguruan tinggi sudah diketahui jumlahnya (finite), sedangkan jumlah nasabah bank yang antri untuk setor, menarik tabungan, maupun membuka rekening baru, bisa tak terbatas (infinte).

Pola kedatangan bisa teratur, bisa juga acak (random). Kedatangan yang teratur sering kita jumpai pada proses pembuatan/ pengemasan produk yang sudah distandardisasi. Pada proses semacam ini, kedatangan produk untuk diproses pada bagian selanjutnya biasanya sudah ditentukan waktunya, misalnya setiap 30 detik. Sedangkan pola kedatangan yang sifatnya acak (random) banyak kita jumpai misalnya kedatangan nasabah di bank. Pola kedatangan yang sifatnya acak dapat digambarkan dengan

distribusi statistik dan dapat ditentukan dua cara yaitu kedatangan per satuan waktu dan distribusi waktu antar kedatangan.

Contoh : Kedatangan digambarkan dalam jumlah satu waktu, dan bila kedatangan terjadi secara acak, informasi yang penting adalah Probabilitas n kedatangan dalam periode waktu tertentu, dimana $n = 0,1,2,..$

Jika kedatangan diasumsikan terjadi dengan kecepatan rata-rata yang konstan dan bebas satu sama lain disebut distribusi probabilitas Poisson Ahli matematika dan fisika, Simeon Poisson (1781 – 1840), menemukan sejumlah aplikasi manajerial, seperti kedatangan pasien di RS, sambungan telepon melalui central switching system, kedatangan kendaraan di pintu toll, dll. Semua kedatangan tersebut digambarkan dengan variabel acak yang terputus-putus dan nonnegative integer (0, 1, 2, 3, 4, 5, dst). Selama 10 menit mobil yang antri di pintu toll bisa 3, 5, 8, dst.

Ciri distribusi poisson:

1. rata-rata jumlah kedatangan setiap interval bisa diestimasi dari data sebelumnya
2. bila interval waktu diperkecil misalnya dari 10 menit menjadi 5 menit, maka pernyataan ini benar
 - a. probabilita bahwa seorang pasien datang merupakan angka yang sangat kecil dan konstan untuk setiap interval
 - b. probabilita bahwa 2 atau lebih pasien akan datang dalam waktu interval sangat kecil sehingga probabilita untuk 2 atau lebih dikatakan nol (0).
 - c. Jumlah pasien yang datang pada interval waktu bersifat independent
 - d. Jumlah pasien yang datang pada satu interval tidak tergantung pada interval yang lain.

Probabilitas n kedatangan dalam waktu T ditentukan dengan rumus :

$$P(n,T) = \frac{e^{-\lambda T} (\lambda T)^n}{n!} \quad \text{dimana } n = 0, 1, 2, \dots$$

dimana :

λ = rata-rata kedatangn persatuan waktu

T = periode waktu

n = jumlah kedatangan dalam waktu T

$P(n, T)$ = probabilitas n kedatangan dalam waktu T

Jika kedatangan mengikuti Distribusi Poisson dapat ditunjukkan secara matematis bahwa waktu antar kedatangan akan terdistribusi sesuai dengan distribusi eksponensial .

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad 0 \leq t \leq \infty$$

dimana

$P(T \leq t)$ = probabilitas di mana waktu antar kedatangan $T \leq$ suatu waktu tertentu

λ = rata - rata kedatangan persatuan waktu

t = suatu waktu tertentu

Suatu faktor yang mempengaruhi penilaian distribusi kedatangan adalah ukuran populasi panggilan .

Contoh : jika seorang tukang reparasi sedang memperbaiki enam buah mesin, populasi panggilan dibatasi sampai dengan enam buah mesin. Dalam hal ini tidak mungkin bahwa kedatangan mengikuti distribusi Poisson sebab tingkat kecepatan kerusakan tidak konstan. Jika lima buah mesin telah rusak, tingkat kedatangan lebih rendah daripada bila seluruh mesin dalam keadaan operasi.

Perilaku kedatangan. Populasi yang akan dilayani mempunyai perilaku yang berbeda-beda dalam membentuk antrian. Ada tiga jenis perilaku: reneging, balking, dan jockeying. Reneging menggambarkan situasi dimana seseorang masuk dalam antrian, namun belum memperoleh pelayanan, kemudian meninggalkan antrian tersebut. Balking menggambarkan orang yang tidak masuk dalam antrian dan langsung meninggalkan tempat antrian. Jockeying menggambarkan orang yang pindah-pindah antrian.

2. Antrian

Batasan panjang antrian bisa terbatas (limited) bisa juga tidak terbatas (unlimited). Sebagai contoh antrian di jalan tol masuk dalam kategori panjang antrian yang tidak terbatas. Sementara antrian di rumah makan, masuk kategori panjang antrian yang terbatas karena keterbatasan tempat. Dalam kasus batasan panjang antrian yang tertentu (*definite line-length*) dapat menyebabkan penundaan kedatangan antrian bila batasan telah tercapai. Contoh : sejumlah tertentu pesawat pada landasan telah melebihi suatu kapasitas bandara, kedatangan pesawat yang baru dialihkan ke bandara yang lain.

3. Fasilitas Pelayanan

Karakteristik fasilitas pelayanan dapat dilihat dari tiga hal, yaitu tata letak (lay out) secara fisik dari sistem antrian, disiplin antrian, waktu pelayanan.

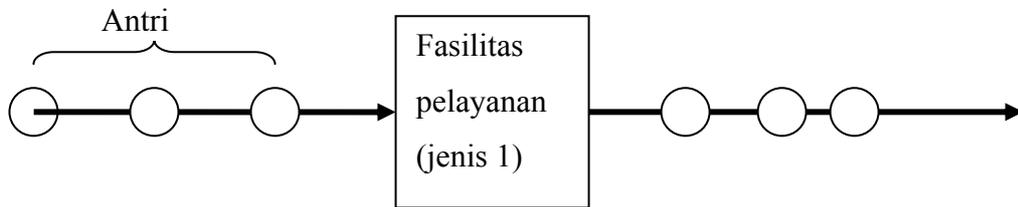
Tata letak

Tata letak fisik dari sistem antrian digambarkan dengan jumlah saluran, juga disebut sebagai jumlah pelayan. Sistem antrian jalur tunggal (single channel, single server) berarti bahwa dalam sistem antrian tersebut hanya terdapat satu pemberi layanan serta satu jenis layanan yang diberikan. Sementara sistem antrian jalur tunggal tahapan berganda (single channel multi server) berarti dalam sistem antrian tersebut terdapat lebih dari satu jenis layanan yang diberikan, tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan.

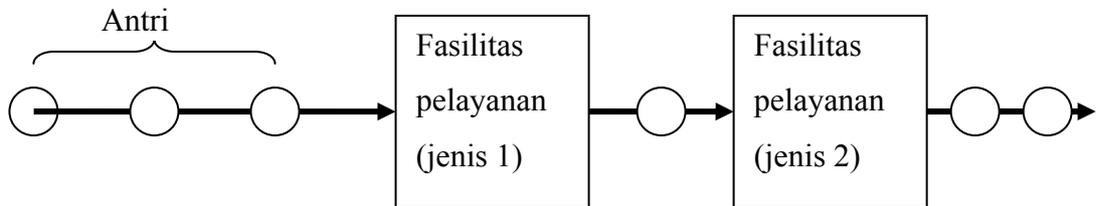
Sistem antrian jalur berganda satu tahap (multi channel single server) adalah terdapat satu jenis layanan dalam sistem antrian tersebut , namun terdapat lebih dari satu pemberi layanan. Sedangkan sistem antrian jalur berganda dengan tahapan berganda (multi channel, multi server) adalah sistem antrian dimana terdapat lebih dari satu jenis layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanan.

Gambar 10.1. Desain Sistem Antrian

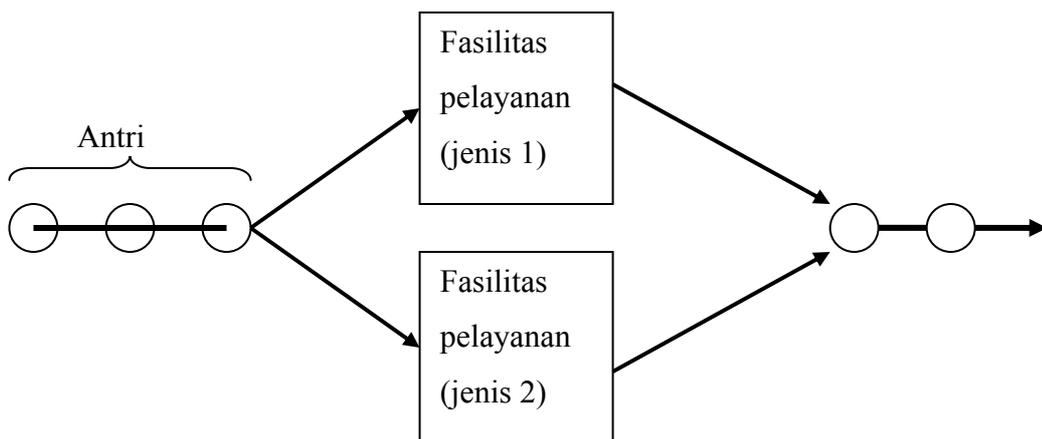
A. SINGLE CHANNEL, SINGLE SERVER



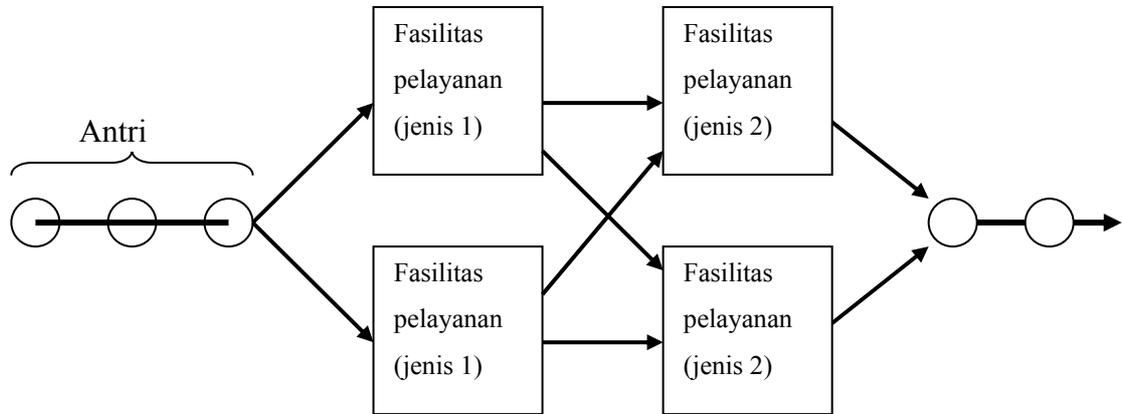
B. SINGLE CHANNEL, MULTISERVER



C. MULTICHANNEL, SINGLE SERVER



D. MULTICHANNEL, MULTISERVER



Disiplin antrian

Ada dua klasifikasi yaitu prioritas dan first come first serve. Disiplin prioritas dikelompokkan menjadi dua, yaitu preemptive dan non preemptive. Disiplin preemptive menggambarkan situasi dimana pelayan sedang melayani seseorang, kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan meskipun belum selesai melayani orang sebelumnya. Sementara disiplin non preemptive menggambarkan situasi dimana pelayan akan menyelesaikan pelayanannya baru kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan. Sedangkan disiplin first come first serve menggambarkan bahwa orang yang lebih dahulu datang akan dilayani terlebih dahulu.

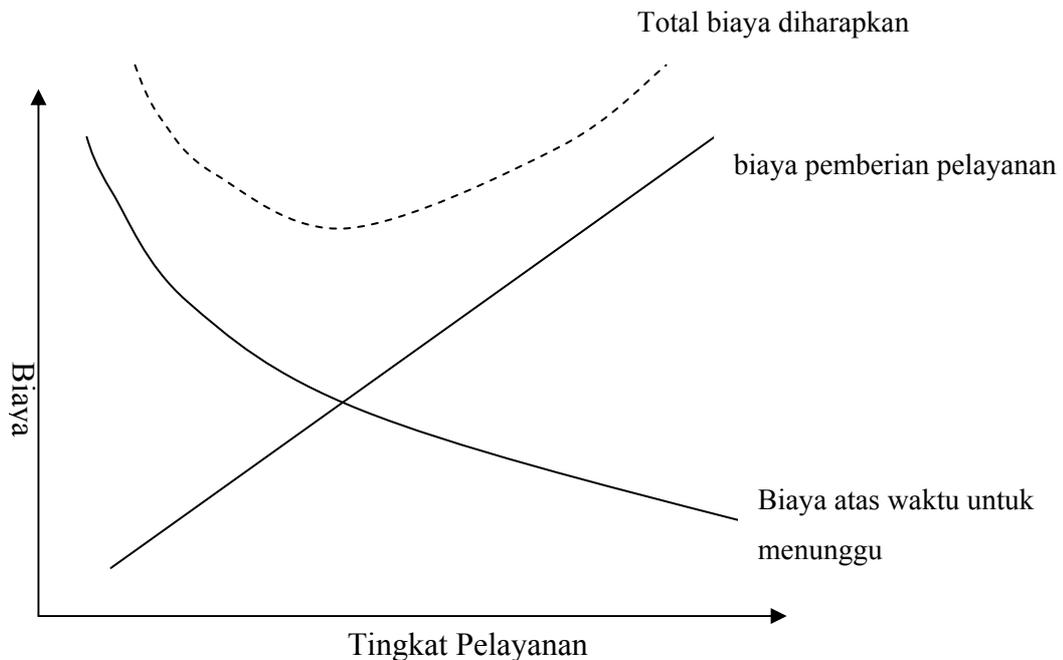
Dalam kenyataannya sering dijumpai kombinasi dari kedua jenis disiplin antrian tersebut. Yaitu prioritas dan first come first serve. Sebagai contoh, para pembeli yang akan melakukan pembayaran di kasir untuk pembelian kurang dari sepuluh jenis barang (dengan keranjang) di super market disediakan counter tersendiri.

Karakteristik waktu pelayanan. Waktu yang dibutuhkan untuk melayani bisa dikategorikan sebagai konstan dan acak. Waktu pelayanan konstan, jika waktu yang dibutuhkan untuk melayani sama untuk setiap pelanggan. Sedangkan waktu pelayanan acak, jika waktu yang dibutuhkan untuk melayani berbeda-beda untuk setiap pelanggan. Jika waktu pelayanan acak, diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial.

B. PERILAKU BIAYA

Dalam sistem antrian ada dua jenis biaya yang timbul. Yaitu biaya karena orang mengantri, dan di sisi lain biaya karena menambah fasilitas layanan. Biaya yang terjadi karena orang mengantri, antara lain berupa waktu yang hilang karena menunggu. Sementara biaya menambah fasilitas layanan berupa penambahan fasilitas layanan serta gaji tenaga kerja yang memberi pelayanan. Tujuan dari sistem antrian adalah meminimalkan biaya total, yaitu biaya karena mengantri dan biaya karena menambah fasilitas layanan.

Gambar 10.2 Total Biaya untuk fasilitas pelayanan



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan anda mengerjakan latihan berikut ini !

1. Sebutkan tiga komponen yang terdapat dalam sistem antrian?
2. Jelaskan karakteristik dari setiap komponen dalam sistem antrian.
3. Jelaskan jenis biaya dalam kaitannya dengan sistem antrian.
4. jelaskan perbedaan antara disiplin antrian, prioritas yang preemptive dan non preemptive.
5. berikan contoh dalam kehidupan sehari-hari yang menggambarkan keempat desain sistem antrian

RANGKUMAN

Dalam sistem antrian terdapat tiga komponen utama, yaitu: kedatangan populasi yang akan dilayani, antrian, dan fasilitas pelayanan. Setiap komponen memiliki karakteristik yang berbeda.

Desain tata letak dalam sistem antrian bisa dibedakan menjadi empat, yaitu single channel single server, single channel multi server, multi channel single server, dan multi channel multi server.

Tujuan dari sistem antrian adalah meminimalkan biaya total, yang merupakan penjumlahan dari biaya yang timbul karena menunggu dan biaya yang timbul karena menambah fasilitas layanan.

TES FORMATIF 1

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dari beberapa alternatif jawaban yang disediakan!

- 1). Di bawah ini merupakan komponen dalam sistem antrian, kecuali
 - A. kedatangan populasi yang akan dilayani
 - B. antrian
 - C. pemberi layanan*
 - D. fasilitas pelayanan
- 2) Sistem antrian pada sebuah bank dimana terdapat beberapa teller dan beberapa customer service, biasanya termasuk dalam desain sistem antrian
 - A. single channel single server atau single channel multi server
 - B. single channel single server atau multi channel multi server
 - C. multi channel single server atau multi channel multi server*
 - D. multi channel single server atau single channel multi server
- 3) Dilihat dari ukuran kedatangan, populasi mobil yang antri untuk membayar jalan tol termasuk populasi yang
 - A. terbatas
 - B. tidak terbatas*
 - C. acak
 - D. teratur
- 4) Dilihat dari pola kedatangan, populasi mobil yang masuk jalan tol termasuk
 - A. terbatas
 - B. tidak terbatas
 - C. acak*
 - D. teratur
- 5) Situasi yang menggambarkan orang yang tidak masuk dalam antrian dan langsung meninggalkan tempat antrian
 - A. Reneging

- B. Balking*
 - C. Jockeying
 - D. Jumping
- 6) Desain sistem antrian multi channel single server berarti dalam sistem antrian tersebut terdapat :
- A. lebih dari satu pemberi layanan
 - B. lebih dari satu jenis layanan
 - C. satu jenis layanan
 - D. lebih dari satu saluran dan hanya satu jenis layanan*
- 7) Dengan semakin meningkatnya kualitas pelayanan, maka biaya penyediaan fasilitas pelayanan akan:
- A. menurun
 - B. tetap
 - C. meningkat*
 - D. tidak ada jawaban yang benar
- 8) Dengan semakin meningkatnya kualitas pelayanan, maka biaya waktu menunggu akan:
- A. menurun*
 - B. tetap
 - C. meningkat
 - D. tidak ada jawaban yang benar
- 9) Biaya total dalam sistem antrian akan minimum pada saat:
- A. biaya pemberian pelayanan $>$ biaya karena menunggu
 - B. biaya pemberian pelayanan $<$ biaya karena menunggu
 - C. biaya pemberian pelayanan = biaya karena menunggu*
 - D. semua jawaban benar
- 10) Manakah dari berikut ini yang bukan merupakan aplikasi dari teori antrian
- A. klinik dokter kandungan
 - B. wawancara pekerjaan
 - C. daftar ulang mahasiswa baru
 - D. tidak ada jawaban yang benar *

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini, dan hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda dalam materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90 % - 100 % = baik sekali

80 % - 89 % = baik

70 % - 79 % = sedang

< 70 % = baik sekali

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 80 % ke atas, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Tetapi kalau nilai Anda di bawah 80 %, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama yang belum Anda kuasai.

Single-channel Queuing Model :

Poisson distributed Arrivals and exponentially distributed service time

A. MERUMUSKAN MASALAH ANTRIAN

Perkiraan prestasi dari sistem antrian dapat digambarkan dengan misalnya : rata-rata jumlah kedatangan dalam antrian, rata-rata waktu tunggu dari suatu kedatangan dan persentase waktu luang dari pelayanan.

Ukuran prestasi ini dapat digunakan untuk memutuskan jumlah pelayanan yang harus diberikan, perubahan yang harus dilakukan dalam kecepatan pelayanan atau perubahan lain dalam sistem antrian. Dengan sasaran pelayanan, jumlah pelayan dapat ditentukan tanpa berpatokan pada biaya waktu tunggu.

Ukuran prestasi dan parameter model antrian ditentukan dengan notasi sebagai berikut:

λ = rata-rata kecepatan kedatangan (jumlah kedatangan persatuan waktu)

$1/\lambda$ = rata-rata waktu antar kedatangan

μ = rata-rata kecepatan pelayanan (jumlah satuan yang dilayani persatuan waktu bila pelayan sibuk).

$1/\mu$ = rata-rata waktu yang dibutuhkan pelayan

ρ = faktor penggunaan pelayan (proporsi waktu pelayan ketika sedang sibuk)

P_n = probabilita bahwa n satuan (kedatangan) dalam sistem

L_q = rata-rata jumlah satuan dalam antrian (rata-rata panjang antrian)

L_s = rata-rata jumlah satuan dalam sistem

w_q = rata-rata waktu tunggu dalam antrian

W_s = rata-rata waktu tunggu dalam sistem

Dalam topik ini akan dibahas permasalahan antrian yang didasarkan pada asumsi berikut :

- 1) Satu pelayanan dan satu tahap.
- 2) Jumlah kedatangan per unit waktu digambarkan oleh Distribusi Poisson dengan λ = rata-rata kecepatan kedatangan
- 3) Waktu pelayanan eksponensial dengan μ = rata-rata kecepatan pelayanan
- 4) Disiplin antrian adalah first come first served (Aturan antrian pertama datang-pertama dilayani) seluruh kedatangan dalam barisan hingga dilayani,
- 5) dimungkinkan panjang barisan yang tak terhingga.
- 6) populasi yang dilayani tidak terbatas
- 7) rata-rata kedatangan lebih kecil dari rata-rata waktu pelayanan

Dari asumsi tersebut dapat diperoleh hasil secara statistik sebagai berikut :

$$P_w = \text{probabilitas fasilitas layanan sibuk atau faktor utilisasi fasilitas}$$

$$= \lambda / \mu$$

L_q = jumlah rata-rata dalam antrian

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

L_s = jumlah rata-rata di dalam sistem (yang antri dan yang sedang dilayani)

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

W_q = waktu rata-rata di dalam antrian

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

W_s = waktu rata-rata di dalam sistem

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

B. APLIKASI MODEL ANTRIAN SINGLE CHANNEL

Sebuah perusahaan yang menyewakan furniture mempunyai satu gudang dengan satu mesin pengangkut yang dioperasikan oleh satu kelompok yang terdiri dari tiga orang tenaga kerja. Pemimpin perusahaan melihat pada jam-jam tertentu terjadi antrian

truk tetapi di saat lain, petugas yang mengoperasikan mesin menganggur. Dari data yang telah lalu, diketahui rata-rata kedatangan 4 truk per jam, dan rata-rata pelayanan 6 truk per jam. Untuk mengatasi masalah tersebut, pimpinan perusahaan merencanakan untuk menambah kelompok tenaga kerja untuk mengoperasikan mesin. Bagaimana dampak penambahan kelompok tenaga kerja terhadap biaya total yang dikeluarkan perusahaan jika biaya sewa truk \$ 20 per jam, sedang upah tenaga kerja untuk mengoperasikan mesin \$6 per orang per jam. Diasumsukan jika perusahaan menggunakan dua kelompok tenaga kerja maka rata-rata pelayanan menjadi 12 truk per jam dan jika perusahaan menggunakan tiga kelompok tenaga kerja maka rata-rata pelayanan menjadi 18 truk per jam. 1 hari 8 jam kerja.

Jumlah rata-rata dalam antrian

1 kelompok kerja

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{4^2}{6(6 - 4)} = 1,332$$

2 kelompok kerja

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{4^2}{12(12 - 4)} = 0,167$$

3 kelompok kerja

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{4^2}{18(18 - 4)} = 0,063$$

Jumlah rata-rata di dalam sistem (yang antri dan yang sedang dilayani)

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

1 kelompok kerja

$$Ls = \frac{4}{6 - 4} = 2$$

2 kelompok kerja

$$L_s = \frac{4}{12-4} = 0,5$$

3 kelompok kerja

$$L_s = \frac{4}{18-4} = 0,286$$

Waktu rata-rata di dalam antrian

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

1 kelompok

$$W_q = \frac{4}{6(6-4)} = 0,333$$

2 kelompok

$$W_q = \frac{4}{12(12-4)} = 0,0422$$

3 kelompok

$$W_q = \frac{4}{18(18-4)} = 0,016$$

Waktu rata-rata di dalam sistem

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

1 kelompok

$$W_s = \frac{1}{6-4} = 0,5$$

2 kelompok

$$W_s = \frac{1}{12-4} = 0,125$$

3 kelompok

$$W_s = \frac{1}{18-4} = 0,071$$

Probabilitas fasilitas layanan sibuk atau faktor utilisasi fasilitas

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

1 kelompok

$$P_w = \frac{4}{6} = 0,667$$

2 kelompok

$$P_w = \frac{4}{12} = 0,333$$

3 kelompok

$$P_w = \frac{4}{18} = 0,222$$

Tabel 10.1 Perbandingan penggunaan 1, 2, dan 3 kelompok

| | 1 kelompok | 2 kelompok | 3 kelompok |
|--|------------|------------|------------|
| Rata-rata jumlah truk dalam antrian (Lq) | 1.333 | 0.167 | 0.063 |
| Rata-rata jumlah truk dalam sistem (Ls) | 2.000 | 0.500 | 0.286 |
| Rata-rata waktu truk dalam antrian (Wq) | 0.333 | 0.042 | 0.016 |
| Rata-rata waktu truk dalam sistem (Ws) | 0.500 | 0.125 | 0.071 |
| Probabilitas fasilitas jasa sibuk (Pw) | 0.667 | 0.333 | 0.222 |

Tabel 10.2 Perbandingan Biaya Total Penggunaan 1, 2 dan 3 Kelompok

| | Biaya Truk per hari | Biaya tenaga kerja per hari | Biaya total |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-------------|
| 1 kelompok | 2 x 8 jam x \$20 = \$320 | 3 x \$6 x 8 jam = \$144 | \$464 |
| 2 kelompok | 0,5 x 8 jam x \$20 = \$ 80 | 6 x \$6 x 8 jam = \$288 | \$368 |
| 3 kelompok | 0,286 x 8 jam x \$20 = 46 | 9 x \$6 x 8 jam = \$432 | \$478 |

Dari perhitungan biaya total seperti tampak pada tabel 10.2 terlihat bahwa biaya total paling rendah jika perusahaan mempekerjakan 2 kelompok tenaga kerja. Dengan demikian disarankan agar perusahaan tersebut menambah satu kelompok tenaga kerja.

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan anda mengerjakan latihan berikut ini !

1. Jelaskan perbedaan antara L_q dan L_s .
2. Jelaskan perbedaan antara W_q dan W_s .
3. Apa yang dimaksud dengan P_w .
4. Sebutkan asumsi dasar dalam single channel queuing model

RANGKUMAN

Ada tujuh asumsi yang harus dipenuhi dalam single channel queuing model dimana kedatangan populasi diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponen sial, yaitu: Satu pelayanan dan satu tahap, Jumlah kedatangan per unit waktu digambarkan oleh Distribusi Poisson, Waktu pelayanan eksponensial, Disiplin antrian adalah first come first served, dimungkinkan panjang barisan yang tak terhingga, populasi yang dilayani tidak terbatas, rata-rata kedatangan lebih kecil dari rata-rata waktu pelayanan.

Sistem antrian mengungkap utilisasi fasilitas, rata-rata waktu dalam sistem dan antrian, serta rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem dan antrian.

TES FORMATIF 2

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dari beberapa alternatif jawaban yang disediakan !

- 1). Manakah dari hal berikut ini yang bukan merupakan asumsi dari single channel queuing model dengan kedatangan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
 - A. Disiplin antrian adalah first come first served,
 - B. Dimungkinkan panjang barisan yang tak terhingga,
 - C. **Populasi yang dilayani terbatas***,
 - D. rata-rata kedatangan lebih kecil dari rata-rata waktu pelayanan.
- 2) Dari persamaan single channel queuing model dengan kedatangan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial kita peroleh
 - A. $L_s < L_q$
 - B. $W_s < W_q$
 - C. **$W_q < W_s$ ***
 - D. $L_s = (\lambda/\mu * L_q)$
- 3) Di dalam sistem antrian dimana seorang kasir membutuhkan waktu 5 menit untuk melayani seorang pelanggan, berarti
 - A. $\lambda = 5$ orang per jam
 - B. $\mu = 5$ orang per jam
 - C. $\lambda = 12$ orang per jam
 - D. **$\mu = 12$ orang per jam***
- 4) Di dalam sistem antrian dimana setiap 10 menit datang seorang pelanggan, berarti
 - A. $\lambda = 10$ orang per jam
 - B. $\mu = 10$ orang per jam
 - C. **$\lambda = 6$ orang per jam***
 - D. $\mu = 6$ orang per jam

Manajer personalia pada PT Bintang Timur yang menawarkan jasa perbaikan komputer sedang mempertimbangkan untuk menerima pegawai baru. Diketahui bahwa rata-rata

tingkat kedatangan komputer yang rusak 3 per hari mengikuti distribusi Poisson. Diperkirakan biaya yang dikeluarkan perusahaan karena komputer sedang antri untuk diperbaiki atau pun yang sedang diperbaiki \$80 per hari.

Ada dua pelamar. Pelamar pertama dapat memperbaiki komputer dengan rata-rata 5 komputer per hari mengikuti distribusi eksponensial dengan upah \$18 per hari. Pelamar kedua dapat memperbaiki komputer rata-rata 4 komputer per hari mengikuti distribusi eksponensial dengan upah \$10 per hari.

- 5) Probabilitas fasilitas layanan mengganggu jika yang diterima Pelamar 1, adalah
- A. 0,6
 - B. 0,4*
 - C. 0,75
 - D. 0,25
- 6) Rata-rata jumlah komputer yang sedang diperbaiki maupun menunggu untuk diperbaiki jika Pelamar 2 yang diterima, adalah
- A. 0,9
 - B. 01,5
 - C. 2,25
 - D. 3*
- 7) Jika diasumsikan jam kerja per hari adalah 8 jam, maka rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu sebelum diperbaiki jika Pelamar 2 yang diterima, adalah
- A. 0,75 jam
 - B. 1 jam
 - C. 6 jam*
 - D. 8 jam
- 8) Jika diasumsikan jam kerja per hari adalah 8 jam, maka rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu dan diperbaiki jika Pelamar 1 yang diterima, adalah
- A. 0,3 jam
 - B. 30 menit
 - C. 4 jam*
 - D. 20 menit

- 9) Besarnya biaya total (biaya karena menunggu dan biaya tenaga kerja) jika Pelamar 1 yang diterima adalah
- A. \$90
 - B. \$138*
 - C. \$190
 - D. \$250
- 10) Besarnya biaya total (biaya karena menunggu dan biaya tenaga kerja) jika Pelamar 2 yang diterima adalah
- A. \$90
 - B. \$138
 - C. \$190
 - D. \$250*

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini, dan hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda dalam materi Kegiatan Belajar 2.

Rumus

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

- 90 % - 100 % = baik sekali
- 80 % - 89 % = baik
- 70 % - 79 % = sedang
- < 70 % = baik sekali

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 80 % ke atas, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Tetapi kalau nilai Anda di bawah 80 %, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama yang belum Anda kuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) C
- 2) C
- 3) B
- 4) C
- 5) B
- 6) D
- 7) C
- 8) A
- 9) C
- 10) D

Tes Formatif 2

- 1) C
- 2) C
- 3) D
- 4) C
- 5) B
- 6) D
- 7) C
- 8) C
- 9) B
- 10) D

INDEX

| | | | |
|---------------------------|----------|----------------------|----------|
| | A | konstan, 9 | L |
| acak, 3, 4, 9 | | | |
| antrian, 3 | | lay out, 6 | |
| | B | limited, 6 | |
| | | Lq, 15, 16 | |
| balking, 6 | | Ls, 15, 16 | |
| | C | | M |
| calling population, 3 | | multi channel, 7 | |
| | D | multi server, 6, 7 | |
| | | | N |
| disiplin antrian, 6, 8 | | non preemptive, 9 | |
| | F | | P |
| fasilitas pelayanan, 6 | | panjang antrian, 6 | |
| finite, 3 | I | pelanggan, 1 | |
| first come first serve, 8 | | pelayanan, 3 | |
| | | pelayanan terbaik, 1 | |
| | J | perilaku populasi, 3 | |
| infinite, 3 | | Poisson, 4 | |
| | | pola kedatangan, 3 | |
| | | preemptive, 8 | |
| jenis biaya, 9 | | prioritas, 8 | |
| jockeying, 6 | | profit, 1 | |
| | K | Pw, 15, 18 | |
| | | | R |
| kedatangan, 3, 5 | | random, 3 | |
| komponen antrian, 3 | | reneging, 5 | |

S

single channel, 6
single server, 6
sistem antrian, 14

T

tata letak, 6
teratur, 3
terbatas, 3, 6
tidak terbatas, 3, 6

U

ukuran populasi, 3
unlimited, 6
utilisasi, 15

W

waktu pelayanan, 6, 9
 W_q , 15, 17
 W_s , 15, 17

Daftar Kepustakaan

Toha, Hamdy A. (1997). *Operations Research: an introduction*, Prentice Hall, NJ.

Levin, Richard I., et al. (1992). *Quantitative Approaches to Management*, eight edition, New York, McGraw-Hill International Editions.