

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Manajemen Operasi

Untuk mengelola sebuah organisasi dan perusahaan/instansi, maka di perlukan sebuah manajemen yang baik. Dalam sebuah manajemen tersebut dioerlukan beberapa divisi, diantaranya yaitu manajemen keuangan, manajemen sumber daya manusia, manajemen pemasaran, dan manajemen operasi. Divisi yang tidak kalah penting dengan divisi lain yaitu manajemen operasi. Manajemen operasi mempunyai dua asal kata manajemen dan operasi.

Sebagaimana dikemukakan oleh Menurut Heizer dan Render (2014:4), manajemen operasi adalah aktivitas yang berhubungan dengan barang dan jasa melalui proses transformasi dari input (masukan) ke output (hasil). Yang dimaksud dengan manajemen adalah ilmu dan kegiatan yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian untuk mengatur pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber-sumber daya lainnya secara efektif dan mengkoordinasikannya dengan kegiatan lainnya agar dapat mencapai tujuan organisasi atau perusahaan yang diharapkan dilaksanakannya secara efektif.

Operasi / produksi berkaitan dengan suatu usaha pengelolaan secara maksimal penggunaan semua faktor produksi yang ada baik itu tenaga kerja (SDM), mesin, peralatan, raw material (bahan mentah) dan faktor produksi yang lainnya dalam proses tranformasi untuk menjadi berbagai macam produk barang atau jasa. (Tampubolon, 2013;375)

Manajemen Operasi merupakan studi tentang pembuatan keputusan dalam fungsi operasi. Sebagian pengeluaran perusahaan terletak pada fungsi manajemen operasi, walaupun demikian manajemen operasi

memberikan peluang untuk meningkatkan keuntungan dan pelayanan terhadap masyarakat.

Berdasarkan pendapat diatas maka dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi merupakan proses pengolahan secara optimal penggunaan sumberdaya secara efektif dan efisien untuk menciptakan barang dan jasa yang sesuai dengan tujuan.

Manajemen operasi dalam prakteknya merupakan cara bekerja organisasi atau perusahaan untuk mengubah input sumber daya seperti manusia, modal (tanah, peralatan, bangunan), teknologi dan informasi yang di pengaruhi oleh lingkungan, sehingga menghasilkan barang dan jasa. Hal ini dapat digambarkan dalam sebuah model konseptual sistem operasional sebagai berikut :



Sumber : Heizer & Render (2012:377)

Gambar 2.1

Model Konseptual Operasional

Organisasi khususnya organisasi perusahaan dapat dipandang sebagai suatu sistem yaitu sekumpulan subsistem yang saling berhubungan dan berinteraksi yang menjadikan fungsinya berhubungan langsung untuk mencapai tujuan.

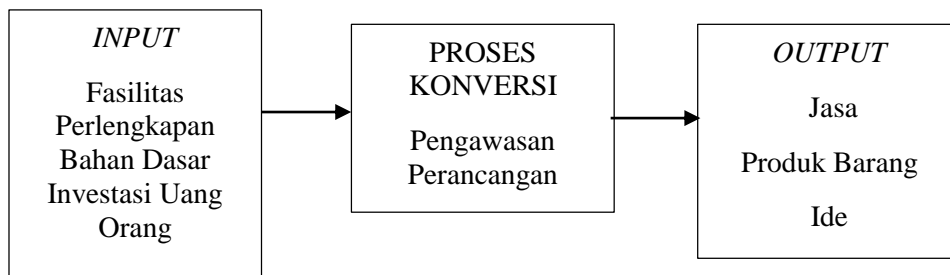
Dari model konseptual dalam organisasi perusahaan diatas, komponen-komponen subsistemnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Input terdiri dari:
 - a. Tenaga kerja / manusia.
 - b. Kapital yaitu uang yang dibutuhkan untuk membeli tanah, peralatan dan lain-lain.
 - c. Teknologi.
 - d. Informasi-informasi yang diperlukan.
2. Proses transformasi mengubah input menjadi output untuk setiap organisasi atau perusahaan:
 - a. Perusahaan produksi menggunakan transformasi fisik yaitu perubahan secara fisik bahan baku menjadi barang jadi;
 - b. Transportasi menggunakan transformasi lokasional;
 - c. Perusahaan dagang menggunakan transformasi uang dan barang;
 - d. Gudang di gunakan sebagai transformasi penyimpanan;
 - e. Transformasi informasi dari satu orang ke orang lain.
3. Lingkungan eksternal terdiri dari:

Lingkungan eksternal merupakan bagian dari sistem yang lebih besar seperti industry, sistem ekonomi dan masyarakat. Input dari lingkungan eksternal dapat berupa orang, capital, keahlian, manajerial, serta pengetahuan teknis. Pengaturan unsur-unsur tindakan langsung atau tidak langsung dari lingkungan seperti pemerintah, inflasi, supplier, dan nilai-nilai sosial.

4. *Output*

Output merupakan produk hasil produk akhir yang terdiri dari barang, jasa atau ide. Dibawah ini digambarkan model dengan manajemen operasional yang menggambarkan bagaimana input (barang, investasi, uang, bahan dasar, dan fasilitas perlengkapan) yang dikonversikan melalui perencanaan dan pengawasan dalam pelaksanaannya sehingga dapat menghasilkan *output* (barang, jasa, dan ide-ide), sebagai berikut:



Sumber : Heizer & Render (2012:377)

Gambar 2.2

Bagan Manajemen Operasi

2.1.2 Jasa & Pelayanan

Jasa adalah suatu kinerja penampilan, tidak berwujud dan cepat hilang, seperti dikemukakan oleh Gronroos (2000) dalam Fandy Tjiptono dan Gregorius Chandra dalam bukunya *Service, Quality and Satisfaction* (2007:38)

Jasa adalah proses yang terdiri dari atas serangkaian aktivitas *intangible* yang biasanya (namun tidak harus selalu) terjadi pada interaksi antara pelanggan dan karyawan, atau sumber daya fisik atau barang dan atau sistem penyedia jasa yang disediakan sebagai solusi atas masalah pelanggan.

Sebagaimana dikemukakan Kotler dan Keller (2009:42) dalam bukunya *Manajemen Pemasaran* bahwa: “Jasa adalah setiap tindakan yang ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun. Produksinya dapat dikaitkan atau tidak dengan suatu produk fisik”.

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa jasa merupakan suatu tindakan yang keluarannya bukan produk melainkan bersifat *intangible* (tidak berwujud fisik) dan tidak menghasilkan kepemilikan sesuatu, dimana konsumsi dan produksinya dilakukan secara bersamaan yang menghasilkan nilai tambah bagi pelanggan.

Karakteristik jasa menurut Kotler dan Keller (2009 : 227) dalam bukunya Manajemen Pemasaran adalah sebagai berikut :

1. Tidak berwujud

Jasa memang tidak nampak wujudnya, tidak dapat dirasakan atau dinikmati sebelum dilakukan pembelian atau layanan jasa itu telah selesai dilaksanakan.

2. Tidak terpisahkan

Antara jasa dan penjualnya tidak dapat dipisahkan baik itu orang maupun mesin.

3. Tidak tahan lama

Jasa tidak dapat disimpan untuk persediaan.

4. Keanekaragaman

Jasa Memiliki sifat keanekaragaman, yaitu tergantung siapa yang menyediakannya, kapan waktu pelayanannya, dan dimana tempat diberikannya layanan jasa tersebut.

Pelayanan adalah suatu kegiatan atau urutan kegiatan yang terjadi dalam interaksi langsung antara seseorang dengan orang lain atau mesin secara fisik dan menyediakan kepuasan pelanggan. Dalam kamus besar Bahasa Indonesia dijelaskan pelayanan sebagai usaha melayani kebutuhan orang lain. Sedangkan melayani adalah membantu menyiapkan (mengurus) apa yang diperlukan seseorang.

Menurut Soegito (2007:152) dalam bukunya *Marketing Research* mengemukakan bahwa:

Pelayanan adalah setiap kegiatan atau manfaat yang dapat memberikan suatu pihak kepada pihak lainnya yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak pula berakibat kepemilikan sesuatu dan produksinya dapat atau tidak dapat dikaitkan dengan suatu produk fisik.

Pelayanan merupakan salah satu strategi bisnis yang dapat menarik minat pelanggan, sebagaimana dikemukakan oleh Barat (2004:23) bahwa: “Pelayanan adalah daya tarik yang besar bagi para pelanggan, sehingga

korporat bisnis sering sekali mempergunakannya sebagai alat promosi untuk menarik minat pelanggan”.

Tingkat kualitas pelayanan tidak dapat dinilai berdasarkan sudut pandang perusahaan tetapi harus dipandang dari sudut pandang pelanggan. Karena itu, dalam merumuskan strategi dan program layanan, perusahaan harus berorientasi pada kepentingan pelanggan dengan memperhatikan komponen kualitas pelanggan.

2.1.3 Antrian

2.1.3.1 Definisi Antrian

Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh Agner Kraup Erlang, Seseorang ahli matematika dari Denmark yang pada tahun 1913 dalam bukunya *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. A.K Erlang mempelajari fluktuasi permintaan fasilitas telepon dan keterlambatan pelayanannya.

“Ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian, yang sering disebut sebagai teori antrian (queueing theory), merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga alat yang sangat berharga bagi manajer operasi” (Heizer dan Render, 2014:337)

Antrian dapat terjadi apabila orang, komponen mesin atau unit barang harus menunggu untuk mendapatkan pelayanan dari fasilitas pelayanan yang sedang beroperasi pada kapasitas tertentu sehingga tidak melayani mereka untuk sementara waktu.

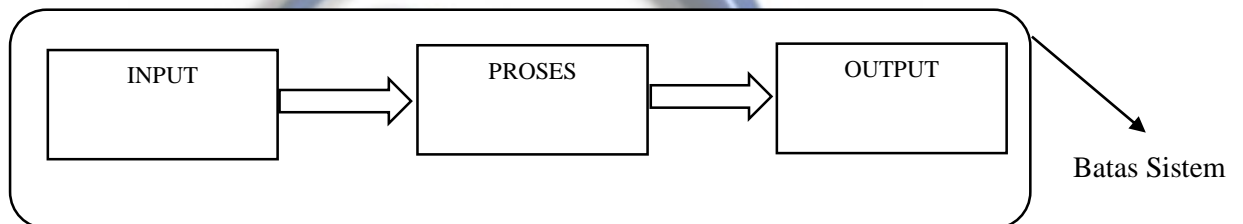
Frederick S Hiller and Giraldo J Lieberman dalam bukunya *Operation Research* (2013:765) mengemukakan bahwa, “*Queueing theory is the study of waiting in all these various guides. It uses queueing models to represent the various type queueing system (system that involve queues of kind) that arise in practice*”

Dan menurut Heizer dan Render (2014:772) dalam bukunya *Operation Management* mengemukakan bahwa, “*Waiting line (queue) is the items or people in a line a waiting service*”.

Antrian didefinisikan sebagai situasi barisan tunggu dimana sejumlah kesatuan fisik (pendatang) sedang berusaha untuk menerima pelayanan dari fasilitas terbatas (pemberi pelayanan), sehingga pematang harus menunggu beberapa waktu dalam barisan agar dilayani.

2.1.3.2 Sistem dan Parameter Antrian

Menurut Siswanto (2007:218) dalam bukunya *Operation Research*, dalam pendekatan sistem ada empat faktor yang dominan yaitu batasan sistem, input, proses, dan output. Visualisasi sebuah sistem digambarkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Sumber : Siswanto (2007:218)

Gambar 2.3

Visualisasi Sebuah Sistem

a. Batasan Sistem

Batasan batasan sistem yaitu mereka yang berada di garis tunggu kemudian keluar masih termasuk di observasi, demikian pula sejauh mana batasan proses pelayanan dimana fasilitas pelayan telah selesai dengan aktifitasnya.

b. *Input*

Input adalah mereka yang menghendaki pelayanan dari sebuah fasilitas yang menawarkan jenis pelayanan tertentu. Mereka yang membutuhkan proses pelayanan dimana terbentuk dari garis tunggu untuk memperoleh pelayanan, maka *input* itu adalah mereka yang berada di garis tunggu.

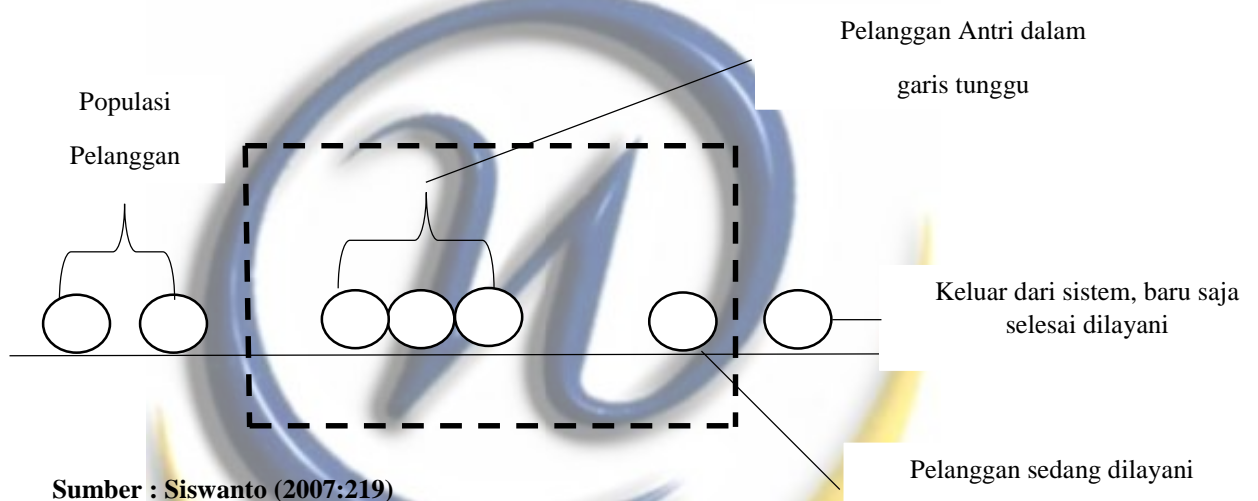
c. Proses

Proses adalah kegiatan tertentu untuk melayani permintaan pelanggan

d. *Output*

Output adalah pelanggan yang telah selesai dilayani dalam fasilitas.

Dan Untuk memperlihatkan konfigurasi dasar model antrian dijelaskan pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4

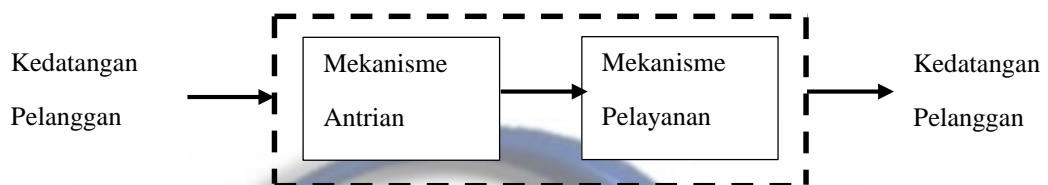
Sistem Dasar Antrian

Pada gambar 2.4 memberikan gambaran mengenai terbentuknya antrian atau garis tunggu. Ketika fasilitas pelayanan sedang sibuk untuk melayani pelanggan maka setiap pelanggan yang baru datang harus menunggu untuk memperoleh giliran untuk dilayani. Sekali pelanggan telah selesai, mereka akan segera keluar dan langsung keluar dari sistem dimana fasilitas yang kosong akan segera diisi oleh pelanggan yang sudah menunggu di garis tunggu.

Proses suatu antrian terjadi pada saat sejumlah pelanggan dari suatu sumber populasi membutuhkan pelayanan suatu fasilitas pelayanan tertentu. Untuk mendapatkan pelayanan, pelanggan di dalam antrian

dipilih dengan aturan tertentu untuk mendapatkan pelayanan yang disebut sebagai disiplin antrian. Setelah dipilih dari antrian, maka pelanggan dilayani oleh fasilitas pelayanan dengan suatu mekanisme tertentu, kemudian pelanggan meninggalkan sistem antrian.

Proses sistem antrian ini digambarkan pada gambar di bawah ini :



Sumber : Hiller & Lieberman (2005:766)

Gambar 2.5

Proses Sistem Antrian

Sumber input yang mendatangkan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki tiga karakteristik sebagai berikut :

a. Ukuran Populasi

Merupakan sumber konsumen atau sumber kedatangan dalam system antrian yang meliputi :

- a. Populasi yang tidak terbatas (*unlimited, or infinite, population*) : jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari semua kedatangan yang potensial.
- b. Populasi yang terbatas (*limited, or finite, Population*) : sebuah antrian ketika ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.

b. Perilaku kedatangan

Perilaku konsumen berbeda-beda dalam memperoleh pelayanan, ada tiga karakteristik perilaku kedatangan yaitu :

- a. Pelanggan yang sabar adalah mesin atau orang-orang yang menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah dalam garis antrian.

- b. Pelanggan yang menolak tidak mau bergabung dalam antrian karena merasa terlalu lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan mereka.
 - c. Pelanggan yang membelot adalah pelanggan yang berada dalam antrian akan tetapi menjadi tidak sabar dan meninggalkan antrian tanpa melengkapi transaksi mereka.
- c. Pola kedatangan
- Menggambarkan bagaimana distribusi pelanggan memasuki sistem. Distribusi kedatangan terdiri dari :
- a. *Constraint arrival distribution*: pelanggan yang datang setiap periode tertentu.
 - b. *Arrival pattern random*: pelanggan yang datang secara acak bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat.
1. Garis antrian menurut Heizer dan Render (2014:774) adalah sebagai berikut:
 - a. Panjang antrian terbatas, sebuah antrian disebut terbatas jika antrian tersebut tidak bias, baik adanya peraturan maupun keterbatasan fisik, tidak dapat meningkat lagi tanpa batas.
 - b. Panjang antrian tidak terbatas. Sebuah antrian disebut tidak terbatas ketika sebuah antrian tersebut tidak dibatasi.
 2. Disiplin antrian. Disiplin antrian adalah urutan, dimana para pelanggan yang menunggu dilayani. Karakteristik disiplin antrian adalah dapat dilihat menurut :
 - a. *First Come – First Served* (FSCS) atau *First In – First Out* (FIFO) artinya orang lebih datang (sampai) lebih dahulu dilayani (keluar).
 - b. *Last Come – First Served* (LCFS) atau *Last In – First Out* (LIFO) artinya yang tiba terakhir yang lebih dahulu keluar.

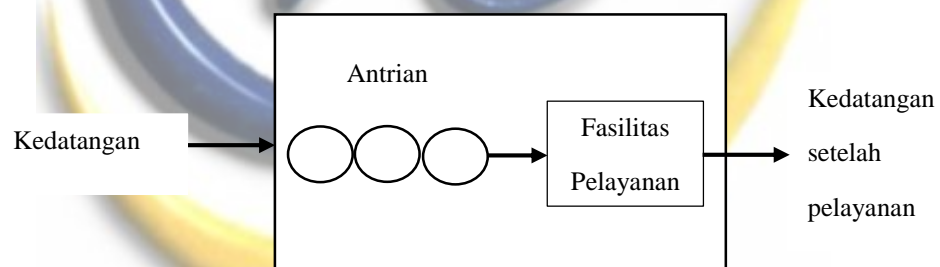
- c. *Server In Random Order* (SIRO) artinya panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dahulu tiba.
- d. *Priority Service* (PS) artinya, prioritas layanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas, lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu.

Komponen ketiga dari setiap sistem antrian adalah karakteristik pelayanan. Dua hal penting dalam karakteristik pelayanan yaitu desain sistem pelayanan dan distribusi waktu pelayanan.

1. Desain Sistem Antrian

Ada beberapa jenis desain sistem antrian, yaitu sebagai berikut:

- a. Sistem jalur tunggal, satu tahap (*Single server, single phase system*)

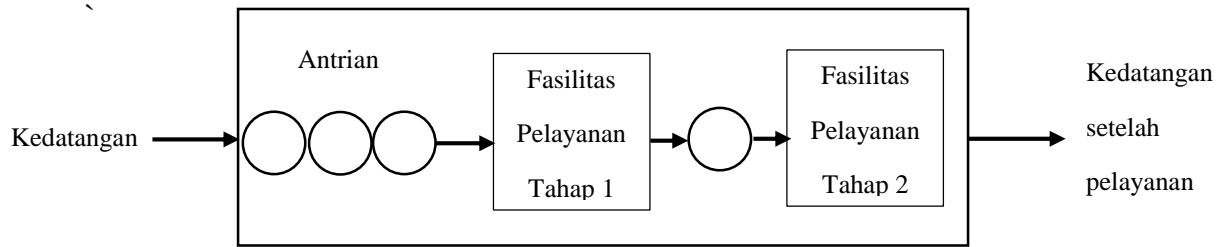


Sumber: Heizer & Render (2014:775)

Gambar 2.6

Single server, single phase system

- b. Sistem jalur tunggal, tahapan berganda (*Single server, multiphase system*)

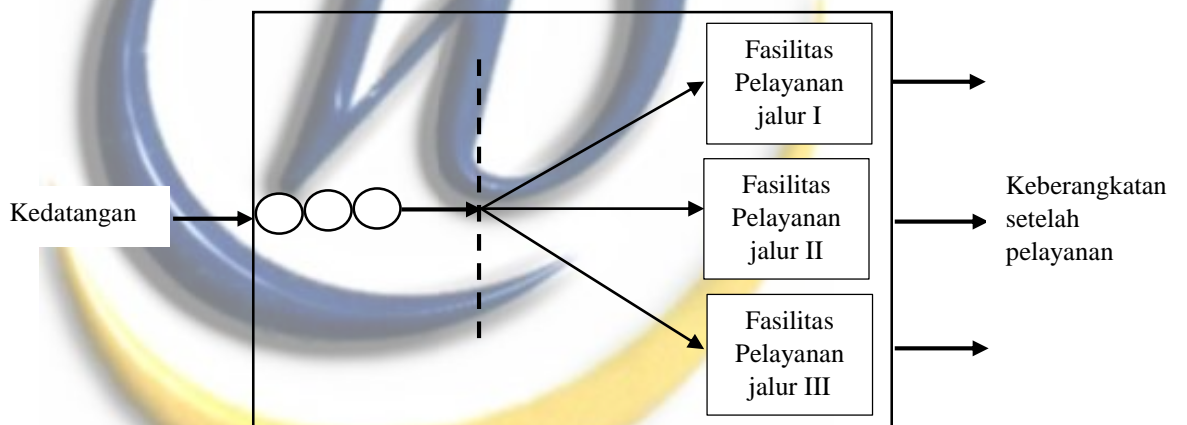


Sumber: Heizer & Render (2014:775)

Gambar 2.7

Single server, Multiphase system

- c. Sistem jalur berganda, satu tahap (*Multiple server, single phase*)

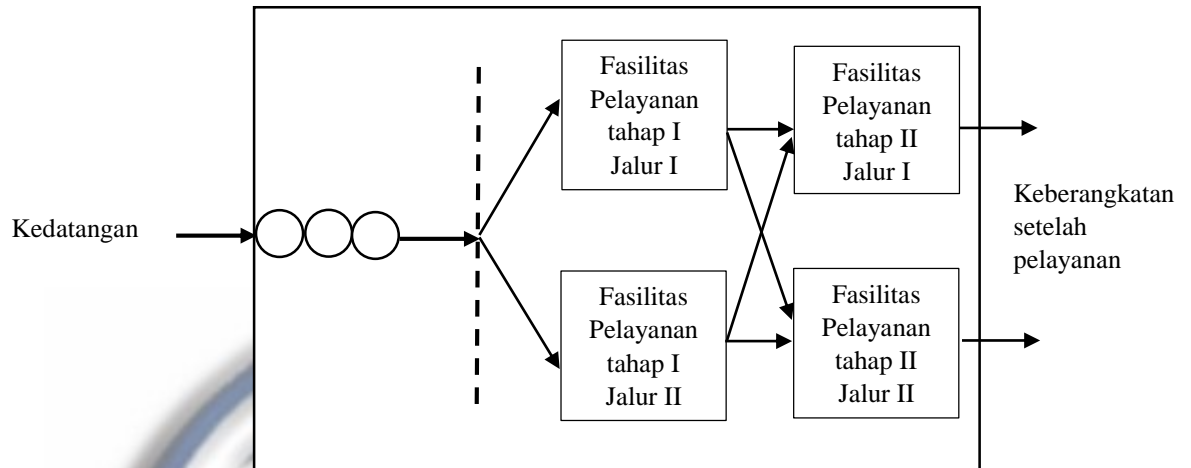


Sumber : Heizer & Render (2014 : 775)

Gambar 2.8

Multiple server, single phase system

- d. Sistem jalur berganda, tahapan berganda (*Multiple server, multiphase system*)



Sumber : Heizer & Render (2014 : 775)

Gambar 2.9

Multiple server, multiphase system

2. Distribusi waktu pelayanan

Pola pelayanan bias serupa dengan pola kedatangan dimana pada pola ini bias konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Diasumsikan bahwa waktu pelayanan acak, dijelaskan dengan oleh distribusi probabilitas eksponensial negatif (*negative exponential probability distribution*). Distribusi probabilitas yang kontinu yang sering digunakan untuk menjelaskan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial negatif, maka kecil probabilitas terjadinya waktu pelayanan yang panjang.

Model antrian membantu para manajer untuk membuat keputusan. Dengan menganalisis antrian akan dapat diperoleh banyak ukuran kinerja sebuah antrian yang dikemukakan oleh Heizer dan Render (2014:776), meliputi hal berikut :

1. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrian;
2. Panjang antrian rata-rata ;

3. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem (waktu tunggu ditambah waktu pelayanan);
4. Jumlah pelanggan rata rata dalam sistem;
5. Probabilitas fasilitas pelayan akan kosong;
6. Faktor utilisasi;
7. Probabilitas sejumlah pelanggan berada dalam sistem.

2.1.3.3 Ragam Model Antrian

Untuk mengoptimalkan waktu pelayanan, kita dapat menentukan waktu pelayanan, jumlah saluran antrian, jumlah pelayan yang tepat menggunakan model-model antrian. Menurut Heizer & Render (2014:778) terdapat empat model yang digunakan dalam manajemen operasi yang sering digunakan yaitu :

Tabel 2.1
Model Antrian

Model	Nama (Nama Teknis dalam kurung)	Jumlah Jalur	Jumlah Tahapan	Pola Tingkat Kedatangan	Waktu Pelayanan	Ukuran Antrian	Aturan
A.	Sistem Sederhana (M/M/I)	Tunggal	Tunggal	Poisson	Eksponensial	Tidak Terbatas	FIFO
B.	Jalur Berganda (M/M/S)	Ganda	Tunggal	Poisson	Eksponensial	Tidak Terbatas	FIFO
C.	Pelayanan Konstan (M/D/I)	Tunggal	Tunggal	Poisson	Konstan	Tidak Terbatas	FIFO
D.	Populasi Terbatas	Tunggal	Tunggal	Poisson	Eksponensial	Tidak Terbatas	FIFO

Sumber : Heizer dan Render (2014:778)

Keempat model di atas menggunakan asumsi sebagai berikut :

1. Kedatangan distribusi poisson
2. Penggunaan aturan FIFO
3. Pelayanan satu tahap.

Menurut Heizer dan Render (2014:778), penjabaran dari keempat model ditabel sebagai berikut :

1. Model A : M/M/I (*Single Server Queueing Model with Poisson Arrivals and Exponential Service Times*) atau model antrian jalur tunggal untuk dilayani oleh satu stasiun tunggal. Diasumsikan sistem beradaptasi pada kondisi sebagai berikut :
 - a. Kedatangan dilayani atas dasar *first-in, first out* (FIFO) dan setiap kedatangan menunggu untuk dilayani, terlepas dari panjang antrian.
 - b. Kedatangan tidak terikat pada kedatangan sebelumnya, hanya saja jumlah rata-rata kedatangan tidak berubah menurut waktu.
 - c. Kedatangan digambarkan dengan distribusi probabilitas poisson dan datang dari sebuah populasi yang tidak terbatas (atau sangat besar).
 - d. Waktu pelayanan bervariasi dari satu pelanggan dengan pelanggan yang berikutnya dan terikat satu sama lain, tetapi tingkat rata-rata pelayanan diketahui.
 - e. Waktu pelayanan sesuai dengan distribusi probabilitas eksponensial negatif.
 - f. Tingkat pelayanan lebih cepat daripada tingkat kedatangan.

Rumus antrian untuk model A adalah sebagai berikut:

λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = Jumlah orang yang dilayani per satuan waktu

- a. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem (yang sedang menunggu untuk dilayani),

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

- b. Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (waktu menunggu ditambah waktu pelayanan),

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

c. Rata-rata jumlah pelanggan dalam barisan antrian,

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

d. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan untuk menunggu dalam antrian sampai dilayani,

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

e. Faktor utilisasi sistem (populasi fasilitas pelayanan sibuk),

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

f. Probabilitas terdapat 0 unit dalam sistem (yaitu unit pelanggan kosong),

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

g. Probabilitas terdapat lebih dari sejumlah k unit dalam sistem, dimana n adalah jumlah unit dalam sistem,

$$P_n > k = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$$

2. Model B: M/M/S (*Multiple Server Queueing Model* atau model antrian jalur berganda)

Pada model ini terdapat dua atau lebih jalur atau sistem pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang datang. Asumsi bahwa pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur akan dilayani pada stasiun pelayanan yang tersedia pertama kali

pada saat itu. Model ini juga mengasumsikan bahwa pola kedatangan mengikuti distribusi eksponensial negatif. Pelayanan dilakukan FCFS, dan semua stasiun pelayanan diasumsikan memiliki tingkat pelayanan yang sama. Asumsi lain yang terdapat pada model A juga yang berlaku pada model ini. Rumus antrian untuk model B adalah sebagai berikut:

M = Jumlah jalur yang terbuka

λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan

μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur

a. Probabilitas pelayan sedang sibuk / Faktor utilisasi pelayan,

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

b. Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem (tidak adanya pelanggan dalam sistem),

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \text{ untuk } M\mu > \lambda$$

c. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem,

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

d. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian atau sedang dilayani (dalam sistem),

$$W_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! \cdot (M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

e. Jumlah orang atau unit rata-rata yang menunggu dalam antrian,

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

f. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seseorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian,

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

3. Model C: M/D/1 (*Constraint Service Time Model* atau model waktu pelayanan konstan)

a. Panjang antrian rata-rata,

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

b. Waktu menunggu rata-rata dalam antrian,

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

c. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem,

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

d. Waktu tunggu rata-rata dalam sistem,

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

4. Model D: (*Limited Population Model* atau model populasi yang terbatas) Model populasi terbatas, sebuah model dengan populasi pelanggan potensial yang terbatas. Terdapat hubungan saling ketergantungan antara panjang antrian dengan tingkat kedatangan.

Rumus antrian model populasi terbatas adalah :

- a. Faktor pelayanan,

$$X = \frac{T}{T + U}$$

- b. Jumlah antrian rata-rata,

$$Lq = N(1 - F)$$

- c. Waktu tunggu rata-rata,

$$Wq = \frac{Lq(T+U)}{N-Lq} = \frac{T(1-F)}{XF}$$

- d. Jumlah pelayanan rata-rata,

$$J = NF (1 - X)$$

- e. Jumlah dalam pelayanan rata-rata,

$$H = F N X$$

- f. Populasi,

$$N = J + Lq + H$$

Dimana:

D = Probabilitas sebuah unit harus menunggu di dalam antrian.

F = Faktor efisiensi.

- H = Rata-rata jumlah unit yang sedang dilayani.
- Lq = Panjang antrian rata-rata.
- M = Jumlah jalur pelayanan.
- N = Jumlah pelanggan potensial.
- T = Waktu pelayanan rata-rata.
- U = Waktu rata-rata antara unit yang membutuhkan pelayanan.
- Wq = Waktu rata-rata sebuah unit menunggu dalam antrian.
- X = Faktor Pelayanan.

2.1.3.4 Model Keputusan Antrian

Menurut Hamdy A. Taha (2008:234), ada dua macam model keputusan antrian, yaitu :

1. *Cost Model* (Model Keputusan Biaya)

Cost Model adalah suatu model keputusan untuk menentukan tingkat pelayanan yang menyeimbangkan dua macam biaya, yaitu:

- a. *Cost offering the service* (biaya penawaran pelayanan) atau biaya operasi fasilitas pelayanan.
- b. *Cost resulting from delay in offering the service* (biaya dari penundaan pelayanan konsumen) atau biaya menunggu.

Jika tingkat pelayanan yang disediakan sedikit, maka biaya menunggu yang dikeluarkan akan semakin tinggi, demikian sebaliknya. Tingkat pelayanan optimum akan tercapai pada saat biaya operasi fasilitas pelayanan berpotongan dengan biaya menunggu.

2. *Aspiration Level Model* (Model Tingkat Aspirasi)

Model tingkat aspirasi ini timbul karena menyadari akan adanya kesulitan yang dihadapi dalam mengukur biaya, baik biaya operasi

fasilitas pelayanan maupun biaya menunggu, sehingga dengan model tingkat aspirasi ini menggunakan analisis yang sederhana.

Tingkat aspirasi didefinisikan sebagai suatu batas yang ingin dicapai oleh pembuat keputusan dalam mengukur kinerja antrian yang berhubungan dengan:

- a. Waktu tunggu yang diharapkan pelanggan ketika berada dalam sistem (Wq)
- b. Persentase waktu layanan atau fasilitas pelayanan tidak menggunakan (P_0)

Kedua ukuran ini bersifat berlawanan yang terlihat pada saat dilakukan penambahan fasilitas M , penambahan jumlah fasilitas M akan menyebabkan pengurangan waktu dalam antrian tetapi, tetapi persentase waktu mengganggu fasilitas pelayanan akan meningkat. Dan jika terjadi pengurangan jumlah fasilitas M akan menyebabkan penambahan waktu tunggu dalam antrian, tetapi persentase waktu mengganggu fasilitas pelayanan akan menurun.

Dengan melokalisir tingkat aspirasi waktu tunggu dalam antrian yang dinyatakan dalam α dan tingkat aspirasi persentase waktu mengganggu fasilitas layanan yang dinyatakan dalam β , dapat diketahui daerah fasilitas c yang diperkenankan dan sekaligus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan. Tahapan dalam menentukan jumlah operator optimum c berdasarkan model tingkat aspirasi adalah sebagai berikut:

1. Tentukan perkiraan jumlah pelanggan dalam sistem (Ls) dan perkiraan waktu menunggu dalam sistem (Ws);
2. Tentukan persentasi waktu mengganggu operator dengan menghitung:

$$\left(X = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (c - n) \rho_n = 100 \left(1 - \frac{\rho}{c} \right) \right)$$

3. Tentukan tingkat aspirasi (batas atas) untuk Ws dan X

4. Tentukan kisaran jumlah operator yang optimum berdasarkan batas atas W_s dan X

Keputusan model tingkat aspirasi dapat diketahui jumlah gardu yang optimal yang ditunjukkan oleh pertemuan garis W_s dan $X\%$ diketahui α dan β , sehingga dapat dibandingkan hasil optimal yang ditunjukkan oleh grafik keputusan dengan data ketersediaan gardu saat ini. Maka metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara sistematis dengan menentukan jumlah pelayanan sedemikian rupa sehingga $W_s \leq \alpha$ dan $X\% = \leq \beta$. Untuk menentukan W_s ditentukan dari analisis yang telah dilakukan dengan perhitungan manual model antrian M/M/S dan komputerisasi POM QM *For Windows* 3. Selain dengan menggunakan grafik dalam penghitungan keputusan model tingkat aspirasi juga bias ditentukan dengan rumus $S = \frac{\lambda}{\mu X (100 - \beta)}$. Untuk perhitungan dengan rumus tersebut, maka langkah pertama adalah menghitung β (Peresentase waktu menganggur petugas gardu). β ditentukan dengan menghitung

$$\beta = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (c - n) \rho_n = 100 \left(1 - \frac{\rho}{c} \right).$$

2.2 Kajian Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.2

Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sumber	Hasil Penelitian
1.	Irma Yolanda	Estimasi Jumlah Gardu Keluar Tol Pateur yang optimal menggunakan model tingkat aspirasi	Jurnal	Pada Kondisi <i>weekday shift</i> 1 dibutuhkan 7 sampai dengan 10 gardu yang dibuka, untuk kondisi <i>weekday shift</i> 2, dan <i>weekend shift</i> 1, serta <i>weekend shift</i> 2 dibutuhkan 6 sampai dengan 9 gardu yang dibuka,

				sedangkan pada kondisi <i>weekday shift</i> 3 dibutuhkan 2 sampai dengan 3 gardu yang dibuka. Jumlah fasilitas pelayanan dibutuhkan penambahan 2 gardu sehingga total gardu yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan kebutuhan konsumen adalah sebanyak 10 gardu.
2.	Syed Shujauddin Sameer	<i>Simulation: Analysis of Single Server Queuing Model</i>	<i>International Journal</i>	<i>Matlab provides a simulink events library to model a system and also execute the various parameters as required by the application .The Library has different blocks that we require to model a discrete based system. We assume the customers as entities in of the system. Entities can be defined as discrete items to be used to model the system. The entity generator library of sim events in Matlab provides different blocks for the representation of entities. A Time based Generator is used as it provides the time between the generation of Two entities .This generator is connected with the Instantaneous Entity Scope .A signal scope provides the required result by connecting with the necessary parameter .Here we find the average waiting time in the model as</i>

			<p>depicted in Fig.3.The Simulation time is stated to 200 ms .The model on when simulated generates points indicating the creation of entities as in Fig.4.We observe that the entities are generated randomly based on the time events .Fig. 5 displays the average waiting time of the entities created. A uniform rise in the generation of the entities as the simulation time increases. A FIFO queue is a first in first out queue we use this queue to be connected to the entity counting scope. A single server block is connected from the out end of the FIFO queue block .The arrow marks represents the flow of events in the model.Fig. 6 depicts the model of single server with a FIFO queue Implementation. The number of entities is set to 5 in the FIFO queue. The service time is set to 40 ms for he single server to service the entities .The parameter w indicating the average waiting time is connected to the signal scope block. When the model is simulated we observer that the entities arrive in a sequential order one after the other based on the FIFO queue as shown in Fig.7.We observe a time gap of 40 ms sequentially for all the</p>
--	--	--	---

			<p>entities. A signal scope block is connected the average waiting time parameter of the single server. The entity sink block is connected with the out field of the single server. We can change the parameter as per the requirement from the single server block and connect to the signal scope block. Fig.8 displays the output when we analyze the entity departed parameter of single server block. We observe that the entities exit after the service by the server with a time interval of 40 ms sequentially. The average waiting time is same for all the entities during this process as in Fig. 9. In some cases we may require a priority based queue to service special entities priority queue assigns a number to an attribute set in the priority queue block. A start timer, read timer is required before and after the priority queue, to set the timings of the queue, we set an attribute by name customers and initialize to priority of 1 i.e. high priority. We observe the average waiting time is almost the same for all with random arrival of entities as they are set for high priority as in Fig.11. A priority queue is modeled before the single server, instead of</p>
--	--	--	---

				<p>signal scope to be connected to the output of single server we connect a read timer to start the event. The signal scope and entity sink and connected to it to analyze the results. Similarly when the priority is set to low we observe a large time gap between the service of each entity as in Fig.12. Simulink allows setting various parameters on the basis of the model and as per the requirement of the application.</p>
3.	Wallace Agyei, Christian Asare-Darko, Frank Odilon	<p><i>Modeling and Analysis of Queuing Systems in Banks: (A case study of Ghana Commercial Bank Ltd. Kumasi Main Branch)</i></p>	<p><i>International Journal</i></p>	<p>The multiple channel queuing system at Ghana Commercial Bank Ltd. Kumasi Main Branch with mean arrival rate (λ) = 75 customers/hr., service rate (μ) = 26 customers/hr. and with number of Tellers (k) = 3 has been solved using TORA optimization software to evaluate the measures of From the queue performance measures, increasing the number of teller points to 4 from the table 1 show a decrease in the waiting time in the queue and system would reduce to 0.0159 hours and 0.0544 hours respectively as against the present situation where each customer has to in the queue and system for 0.3094 and</p>

				<p>0.3479 hours respectively. As a result each teller will be busy 72.1% that is 27.9% of the time it is idle. Furthermore, the total economic cost will also decrease from GH¢1010.90 with 3 tellers to GH¢715.80 with 4 tellers. Introduction of additional teller point at the Bank to 5 will also decrease the waiting time in the queue and system to 0.0038 and 0.0423 hours respectively which indicates little or no queue would be experienced as a customer would only have wait for 12.96 seconds in a queue and 2.54 minutes in the system with each teller only busy for 57.7%. Likewise the total economic cost incurred by the system decreases to GH¢631.69 which is economically optimal. Moreover, multiple channels with 6 and 7 teller points at the Bank will also reduce the time customers have to wait in the queue and the system significantly, however this will increase the total economic cost to GH¢704.63 and GH¢779.07 respectively with each teller idle for 51.9% and 58.8% meaning the tellers will be under-utilized. From the analysis, it can observe that the number of tellers necessary to serve</p>
--	--	--	--	--

				<p>customers in the case study of Ghana Commercial Bank, Kumasi Main Branch is 5 teller points. This was proved in table 1 and 2 above. This is the appropriate number of tellers that can serve the customers as and at when due without waiting for long before customers are been served at the actual time necessary for the service.</p>
4.	Dr. Ahmed S. A. AL-Jumaily	Automatic Queuing Model for Banking Applications	International Journal	<p>Simulations were carried to test the performance of the new proposed system. A database of two standard scheduling algorithms was developed to systematically evaluate the proposed system. For the purpose of illustrations, a comparison between the new system and the ordinary system (FCFS) that is used usually in most of the banks queuing systems. In the proposed system, two scheduling algorithms are used (FCFS, SPF). For the purpose of calculation and reality a random number generation is used to generate a sequence of customers' arrival time and to choose randomly between three different services: open an account, transaction, and balance, with different period of time for each service: 15, 10, and 5 respectively. The</p>

			<p><i>proposed system will test the queuing system using testing algorithm every specific period of time, let's conceder it 15 time unit, to select the appropriate scheduling algorithm i.e. either FCFS or SPF according to the average waiting time. To test the proposed system we implement two case studies: Case 1: After executing the random generator, a simulation snapshot for the queuing system is generated, the result are 20 customers with different arrival time starting from zero, and different service time as shown in table 1. After implementing the ordinary queuing system and the proposed queuing system on the above snapshot, the resulted Gantt chart for the ordinary queuing bank system that uses only FCFS algorithm, as shown in figure 3. The new queuing system calculates the waiting time for each customer, then calculates the total waiting time and the average waiting time according to the two algorithms (FCFS, SPF) each 15 time unit as shown in figure 4, it can switch between the two algorithms at the end of the time unit by selecting the algorithm with the minimum average waiting time.</i></p>
--	--	--	---

5.	Fajar Ajeng Siti Solikhah	ANALISIS ANTRIAN PELAYANAN PEMBELIAN BENSIN PREMIUM PADA STASIUN POMPA BENSIN UMUM (SPBU) 54.662.28 TULUNGAGUNG	Jurnal	<p>Dari analisis model antrian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa: Model antrian pada tanggal 1 Februari di SPBU ini yaitu $(M/M/c):(FCFS/\infty/\infty)$ dapat diartikan bahwa model menyatakan tingkat kedatangan pelanggan mengikuti sebaran Poisson, tingkat waktu pelayanan antar pelanggan mengikuti sebaran Eksponensial dengan 2 orang pelayan dan disiplin antrian yang digunakan adalah FCFS yaitu First Come First Served dengan kapasitas maksimal antrian dan banyaknya sumber masukan adalah tak terhingga atau dapat dikatakan jumlah pelanggan yang masuk dalam antrian tak terhingga dan ukuran/besarnya populasi masukan adalah tak terhingga. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada SPBU 54.662.28 Tulungagung pada tanggal 1 Februari dengan waktu observasi selama 3 jam dapat dikatakan bahwa sistem antrian yang terjadi pada SPBU tersebut sudah efektif. Karena selama kurun waktu dalam 3 jam tersebut didapatkan rata-rata banyaknya pelanggan dalam</p>

				sistem adalah 1 pelanggan dan rata-rata banyaknya pelanggan dalam antrian adalah 0 pelanggan
6.	Dian Kusuma Negara	ANALISIS MODEL ANTRIAN PADA LOKET PEMBERIAN SURAT JALAN (Studi Kasus PT. Central Proteinaprima Tbk. Sidoarjo)	Jurnal	Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa model antrian pada PT. Central Proteinaprima Tbk. Sidoarjo merupakan model Single Channel Single Phase yang merupakan model tunggal, dimana jumlah loket yang disediakan untuk melayani truk yang datang, yaitu terdapat satu loket pelayanan dengan disiplin antrian FCFS (First Come First Serve). Berdasarkan hal yang diperoleh di PT. Central Proteinaprima Tbk. Sidoarjo tidak terjadi antrian.

2.3 Kerangka Pemikiran

Manajemen operasi merupakan studi tentang pembuatan keputusan dalam fungsi operasi. Dimana manajemen operasi dapat meminimalis biaya dan memaksimalkan keuntungan dengan mengambil keputusan yang tepat. Salah satu teori dalam manajemen operasi yang dapat membuat perusahaan mencapai tujuan dengan efektif dan efisien adalah teori antrian, dimana teori antrian merupakan, situasi barisan tunggu dimana sejumlah kesatuan fisik (pendatang) sedang berusaha untuk menerima pelayanan dari fasilitas terbatas (Pemberi pelayanan), sehingga pendatang harus menunggu beberapa waktu dalam barisan agar dilayani.

Salah satu perusahaan yang selalu berhubungan langsung antara produsen

dengan konsumen dan membutuhkan teori antrian yang tepat adalah PT. Jasamarga (Persero) Tbk. Cabang Purbaleunyi. Salah satu tol yang dikelola PT. Jasamarga (Persero) Tbk. adalah tol Pasteur. Pada gerbang tol Pasteur terdapat dua gerbang yaitu gerbang *entrance* dan *exit*. Gerbang *entrance* digunakan untuk pengambilan karcis dan gerbang *exit* digunakan untuk membayar karcis. Pada gerbang *exit* tol inilah selalu terjadi antrian kendaraan untuk membayar karcis yang dapat menimbulkan kemacetan kendaraan yang panjang.

Sistem antrian yang digunakan pada gerbang tol Pasteur adalah antrian system jalur berganda, satu tahap pelayanan (*multiple server, single phase system*) dimana terdapat satu antrian kendaraan yang dapat memilih antrian yang paling sedikit antrian pada gardu dengan pelayanan ganda yang terdapat lebih dari satu gardu.

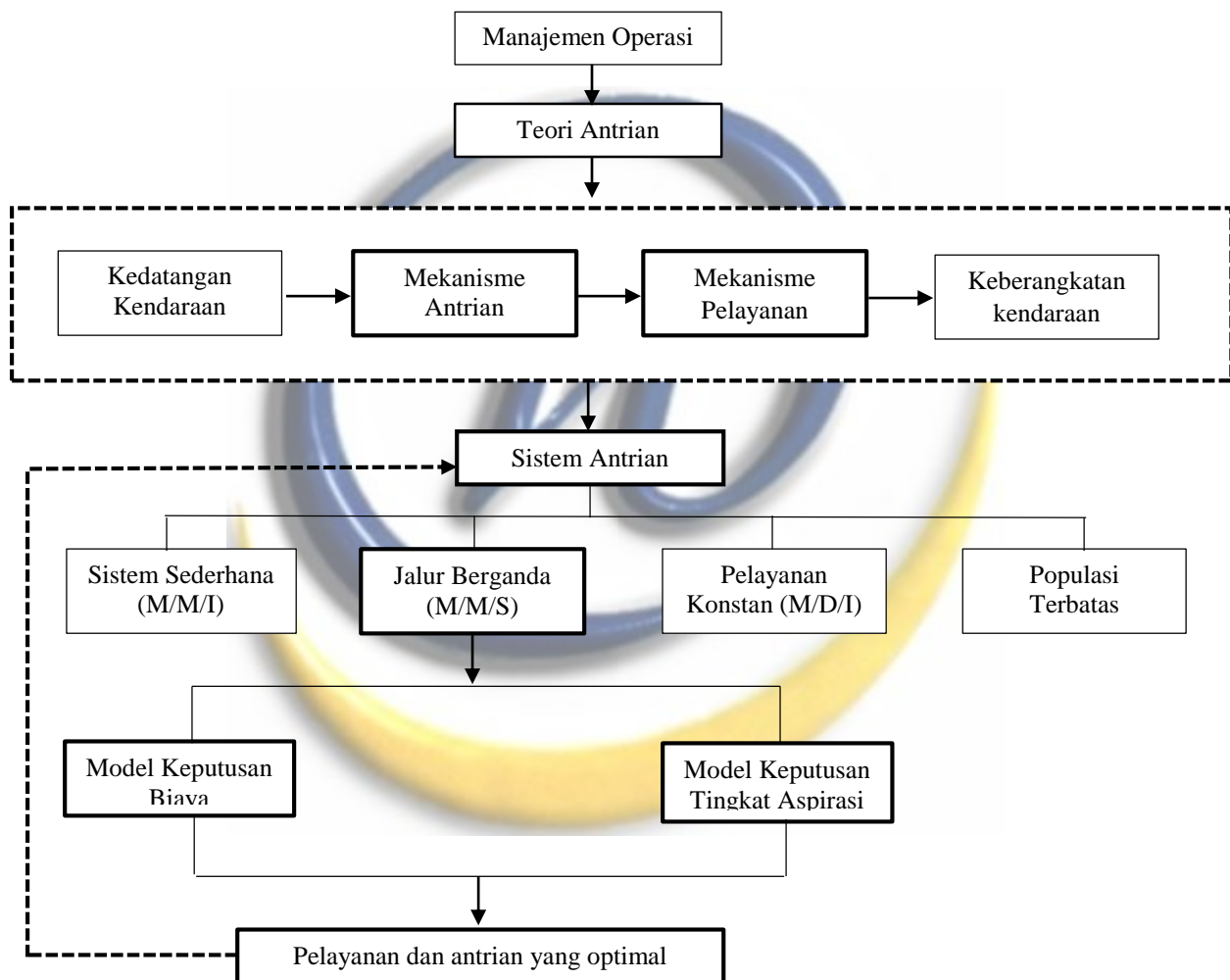
Menurut Heizer dan Render dalam bukunya *Operation Management* (2014:778) menyebutkan bahwa terdapat empat model antrian yaitu *Single server queuing model with poisson arrivals and exponential service time* atau model antrian jalur tunggal dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan eksponensial, *multiple server queuing model* atau model antrian jalur berganda (M/M/S) , yang artinya adalah pada model ini terdapat dua atau lebih jalur atau system pelayanan yang tersedia untuk melayani pelanggan yang datang. Asumsi bahwa pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur akan dilayani pada stasiun pelayanan yang tersedia pertama kali pada saat itu. Model ini juga mengasumsikan bahwa pola kedatangan mengikuti distribusi eksponensial negatif.

Setelah melakukan penghitungan dengan menggunakan rumus manual, maka penghitungan selanjutnya menggunakan komputerisasi POM QM For Windows 3. Sehingga, hasil penghitungan yang dilakukan pun akurat karena

menggunakan dua metode.

Setelah dilakukan analisis data dengan ukuran system antrian tersebut, maka akan menghasilkan solusi yang tepat mengenai jumlah gardu yang optimal pada jam sibuk atau jam tidak sibuk dengan menggunakan model keputusan tingkat aspirasi. Pada model ini tidak menggunakan biaya dalam penghitungannya. Data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan model antrian ini yaitu nilai waktu tunggu rata-rata (W_s) yang didapat dari hasil perhitungan variabel model antrian, Metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara sistematis dengan menentukan jumlah pelayanan sedemikian rupa sehingga $W_s \leq \alpha$ dan $X\% = \leq \beta$. Untuk menentukan W_s di tentukan dari analisis yang telah dilakukan dengan perhitungan manual model antrian M/M/S dan komputerisasi POM QM For Windows 3. Selain dengan menggunakan grafik dalam penghitungan keputusan model tingkat aspirasi, analisis keputusan dengan model tingkat aspirasi juga bisa ditentukan dengan rumus $S = \frac{\lambda}{\mu X (100 - \beta)}$ Untuk perhitungan dengan rumus tersebut, maka langkah pertama adalah menghitung β (persentase waktu menganggur petugas gardu). β ditentukan dengan menghitung $\beta = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (c - n) p_{n=100(1-\frac{p}{c})}$. Sehingga jika solusi berapa jumlah gardu yang optimal sudah digunakan, ini akan mempengaruhi sistem antrian yang terdapat pada gerbang *exit* tol Pasteur. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis menggambarkan model kerangka pemikiran adalah sebagai berikut :

Gambar 2.10
Kerangka Pemikiran
Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Gardu Yang Optimal Dengan
Menggunakan Model M/M/S



Keterangan :

: Variabel yang tidak diteliti

: Variabel yang diteliti