



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

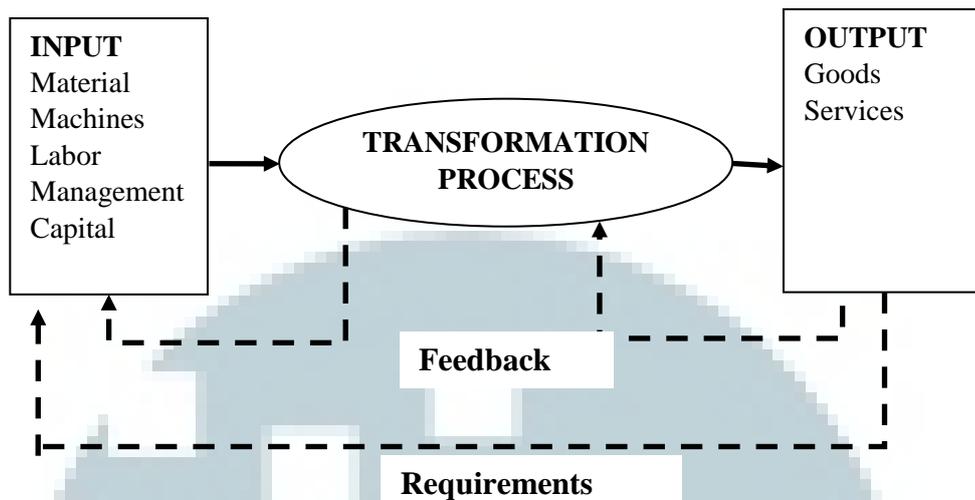
Pada bab ini penulis akan menjabarkan beberapa teori yang bersangkutan dengan penelitian ini, sebagai berikut:

##### **2.1.1 Operation Management**

Menurut Heizer (2014:40), manajemen operasi adalah serangkaian aktivitas yang menghasilkan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah input menjadi output.

Sedangkan Schroeder (2008:16) mendefinisikan manajemen operasi, yakni memberikan *value* kepada konsumen dengan biaya terkecil, didukung pengambilan keputusan untuk fungsi operasi dan pengelolaan proses transformasi.

Kemudian Russell (2009:2) menjelaskan manajemen operasi adalah kegiatan untuk merancang, mengoperasikan dan mengembangkan sistem yang produktif untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Sehingga di sini manajemen operasi tidak hanya perencanaan dan pengawasan, namun juga melibatkan pelaksanaan.



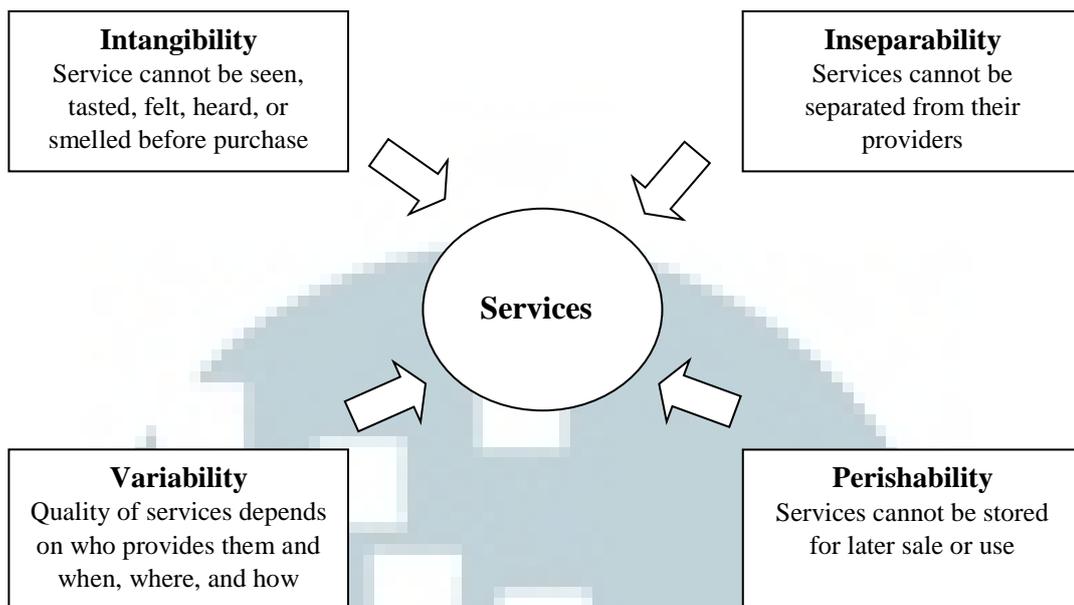
Sumber: Russel, 2009

**Gambar 2.1 Operations as a Transformation Process**

### 2.1.2 Pelayanan (*Service*)

Menurut Lovelock (2011:37), *service* adalah kegiatan ekonomi yang ditawarkan oleh salah satu pihak ke pihak lain, biasanya tanpa pemindahan kepemilikan, menciptakan nilai dari sewa, atau akses ke barang, tenaga kerja, keahlian profesional, fasilitas, jaringan atau sistem, baik tunggal maupun dalam kombinasi.

Sedangkan Kotler & Armstrong (2012:248) berpendapat *service* sebagai suatu kegiatan, manfaat, atau kepuasan yang ditawarkan untuk dijual yang pada dasarnya tidak berbentuk dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun. Terdapat empat karakteristik *service* menurut Kotler dan Armstrong yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Sumber: Kolter & Armstrong, 2012

**Gambar 2.2 Karakteristik Service**

Dari gambar di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Service intangibility* adalah *service* yang tidak dapat dilihat, dirasakan, didengar atau dicium sebelum kita membelinya.
2. *Service inseparability* adalah *service* yang diproduksi dan dikonsumsi pada saat yang sama dan tidak dapat dipisahkan dari penyediaannya.
3. *Service variability* adalah kualitas *service* dapat bervariasi berdasarkan siapa yang menyediakan, kapan, dimana, dan bagaimana.
4. *Service perishability* adalah *service* tidak dapat disimpan untuk pembelian atau penggunaan di kemudian hari.

### 2.1.3 Process Design

Menurut Heizer (2014:308), *process strategy* merupakan pendekatan yang dilakukan organisasi untuk mengolah sumber daya yang ada menjadi produk

maupun jasa. Tujuan utama dari merancang proses adalah menciptakan sebuah proses yang mampu memproduksi barang sesuai kebutuhan dan keinginan konsumen dengan memperhatikan biaya dan kendala manajerial lainnya. Terdapat empat strategi proses yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa, sebagai berikut:

*A. Process Focus*

Dalam strategi proses ini, barang dan jasa yang diproduksi jumlahnya sedikit namun memiliki tingkat variasi yang tinggi. Sehingga fasilitas produksi diatur dan disesuaikan pada sekumpulan proses atau aktivitas yang spesifik. Contoh, pada pabrik yang mempunyai beberapa proses seperti pemotongan, pengecatan, dan pemasangan.

*B. Repetitive Focus*

Proses produksi yang memiliki orientasi pada barang yang diproduksi dengan menggunakan modul. Strategi proses ini banyak digunakan pada pabrik-pabrik yang merakit mobil maupun peralatan rumah tangga. Strategi ini lebih terstruktur karena dengan adanya modul, dan akibatnya fleksibilitas cenderung lebih rendah.

*C. Product Focus*

Strategi proses ini memproduksi barang dalam jumlah besar dengan variasi proses yang sedikit. Fasilitas yang ada diatur dan disesuaikan dengan sekumpulan produk atau berorientasi pada produk. Contoh, produksi kertas, bir, dan kaca yang berskala besar.

#### D. Mass Customization

Strategi ini memproduksi barang dan jasa dengan cepat dengan biaya produksi yang rendah untuk barang dan jasa sehingga mampu memenuhi keinginan konsumen yang semakin unik. *Mass customization* tidak hanya berfokus pada variasi, tetapi ketepatan dalam arti produk apa yang sedang diinginkan konsumen ketika konsumen menginginkannya secara ekonomis. Contoh, Dell Computer yang memproduksi berbagai model komputer maupun *notebook*.

Jacobs (2014:367) menyebutkan bahwa proses yang terdiri dari beberapa tahapan (*multi-stage process*), dikenal empat istilah atau permasalahan yang sering terjadi yakni, *buffering*, *blocking*, *starving*, dan *bottleneck*. *Buffering* merupakan tempat penyimpanan yang berada di antara dua tahapan proses dimana *output* disimpan sebelum digunakan untuk tahapan berikutnya. *Blocking* yaitu aktivitas dalam suatu proses yang harus berhenti karena tidak adanya tempat untuk menyimpan *output* yang telah dihasilkan tersebut. *Starving* merupakan aktivitas yang harus berhenti karena tidak adanya pekerjaan yang bisa dilakukan. *Bottleneck* diartikan ketika sumber daya yang tersedia terbatas terhadap kapasitas atau maksimum *output* yang dihasilkan.

#### 2.1.4 Drive-Thru

*Drive-through* atau lebih dikenal di Indonesia dengan sebutan *drive-thru* muncul sebagai terobosan dari restoran *fast food* sebagai salah satu differensiasi dalam layanan mereka. *Drive-through* atau *drive-thru* adalah jenis layanan yang disediakan oleh bisnis yang memungkinkan pelanggan untuk membeli produk

tanpa meninggalkan mobil mereka. Format ini pertama kali dirintis di Amerika Serikat pada tahun 1930-an dan telah menyebar ke negara-negara lain.

Penggunaan pertama tercatat dari sebuah bank yang menggunakan *drive up teller* jendela adalah Grand National Bank of Louis, Missouri pada tahun 1930. *Drive up teller* hanya diperbolehkan deposito pada jangka waktu tersebut. Pesanan umumnya ditempatkan menggunakan mikrofon dan mengambilnya secara pribadi di jendela.

Di Indonesia sendiri, *drive-through* diubah namanya menjadi *drive-thru*, oleh seorang birokrat bernama Ir. Nabil Fauzan. Akan tetapi, tak ada informasi lebih lanjut mengenai birokrat tersebut sehingga pencetus *drive-thru* di Indonesia masih semi-anonim (Widjoyo,2013).

#### **2.1.5 Antrian (*Waiting Line / Queue*)**

Teori antrian merupakan suatu barang atau orang-orang yang sedang berada di barisan antrian untuk menunggu dilayani. Model antrian dapat diterapkan dan berguna dalam ruang lingkup jasa maupun manufaktur. Analisis antrian berkaitan dengan panjang suatu barisan antrian, rata-rata waktu tunggu, dan faktor lainnya (Heizer, 2014:772)

Russel (2009:193) menyatakan antrian dianalisis dengan serangkaian formula matematika yang meliputi suatu bidang studi yaitu teori antrian (*queuing theory*). Model antrian dan formula matematika yang berbeda digunakan untuk menyelesaikan permasalahan perbedaan sistem antrian.

Sedangkan menurut Kembe (2012) dalam *Journal of Scientific and Technology Research*, antrian terjadi ketika permintaan terhadap suatu jasa

melebihi dari penawaran sehingga adanya waktu tunggu antrian. Waktu tunggu tersebut dipengaruhi oleh konsumen atau objek dalam antrian, jumlah server yang melayani antrian, dan jumlah waktu pelayanan terhadap setiap konsumen.

Dalam *Journal of Business Management*, Muhammad Imran Qureshi (2014) menjelaskan antrian dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi konsumen dan menimbulkan biaya ekonomi terhadap individual dan organisasi.

### **2.1.6 Karakteristik Sistem Antrian**

Menurut Heizer (2014:773), karakteristik sistem antrian terdiri dari tiga bagian, yakni *arrival or inputs to the system*, *queue discipline*, or the waiting line itself, dan *the service facility*.

#### **2.1.6.1 Karakteristik Kedatangan (*Arrival Characteristics*)**

Kedatangan menjadi komponen pertama dalam sistem antrian. Kedatangan memiliki karakteristik yakni ukuran populasi, perilaku, dan distribusi kedatangan (Heizer, 2014:773).

##### **A. Ukuran Populasi Kedatangan**

Ukuran populasi terbagi menjadi dua jenis yaitu populasi tidak terbatas (*infinite population*) dan populasi terbatas (*finite population*).

##### **1. Populasi Tidak Terbatas (*Infinite Population*)**

Menurut Heizer (2014:773), populasi tidak terbatas merupakan sebuah antrian di mana sejumlah orang dapat meminta pelayanan ataupun jumlah kedatangan konsumen pada waktu tertentu hanya sedikit kemungkinan merupakan konsumen potensial. Contoh, kedatangan konsumen pada suatu *supermarket*, dan

para pelajar yang datang untuk melakukan registrasi kelas pada sebuah universitas berskala besar.

*Infinite population* cukup besar kaitannya dengan sistem pelayanan sehingga besaran populasi yang disebabkan oleh pengurangan maupun penambahan terhadap populasi tidak berpengaruh signifikan terhadap probabilitas dari sistem antrian. Kebanyakan sistem antrian yang terjadi merupakan sistem antrian dengan populasi yang tidak terbatas (Jacobs, 2014:224).

## **2. Populasi Terbatas (*Finite Population*)**

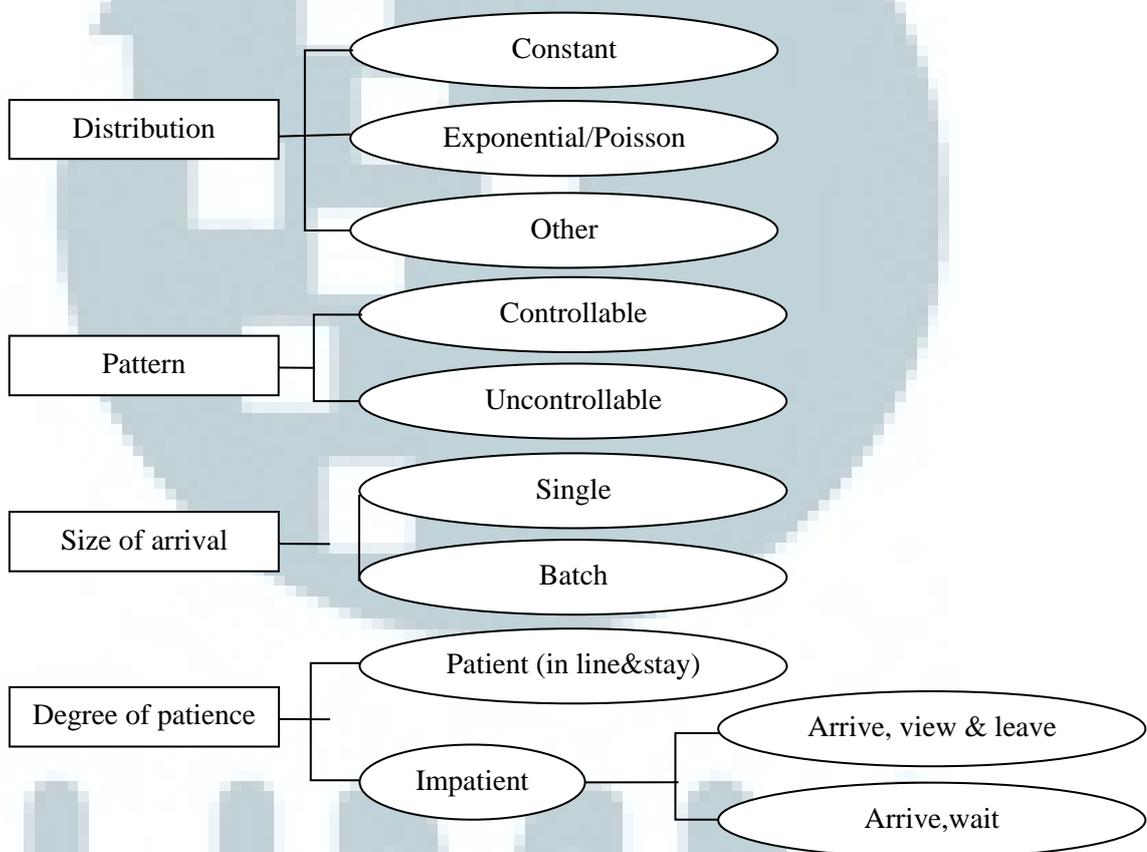
Menurut Heizer (2014:773), populasi terbatas yakni antrian dimana hanya terdapat beberapa pengguna jasa potensial dan jumlahnya terbatas. Dalam arti, tidak semua orang yang berada di sistem antrian menjadi konsumen potensial.

Jacobs (2014:224) menjelaskan *finite population* merujuk pada keterbatasan jumlah sekelompok konsumen yang akan menggunakan jasa pada waktu tertentu dan membuat suatu antrian. Alasan klasifikasi populasi ini penting karena ketika konsumen meninggalkan antrian sebagai anggota dari sebuah populasi (misalnya kerusakan mesin dan dibutuhkan perbaikan), maka jumlah kelompok pengguna/*user* berkurang satu dimana mengurangi probabilitas terjadinya kejadian berikutnya.

### **B. Perilaku Kedatangan**

Beberapa model antrian berasumsi bahwa konsumen yang masuk ke dalam antrian merupakan konsumen yang sabar. Dimana mereka menunggu di dalam antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah ke jalur antrian lainnya. Namun, pada kenyataannya ada juga konsumen yang menolak (*balk*) dan

memutuskan untuk keluar dari antrian (*renege*). Konsumen yang menolak untuk masuk ke dalam antrian karena panjang dan lamanya antri untuk memenuhi kebutuhan dan kepentingan mereka (*balking customer*). Selain itu, *reneging customer* merupakan konsumen yang sudah masuk ke dalam antrian, namun karena ketidaksabarannya kemudian mereka meninggalkan tempat tersebut tanpa menyelesaikan transaksi (Heizer, 2014:774).



Sumber: Jacobs, 2014

**Gambar 2.3 Customer Arrival in Queues**

### C. Pola Kedatangan

Heizer (2014:774) menyatakan salah satu permasalahan dalam antrian yaitu jumlah kedatangan per unit ke fasilitas pelayanan dalam satuan waktu (*arrival rate*). Hal ini dapat diestimasi dengan menggunakan distribusi probabilitas yang dikenal dengan distribusi *poisson*.

Menurut McClave (2008:218), distribusi *poisson* merupakan distribusi probabilitas yang sering digunakan untuk menggambarkan jumlah kejadian yang terjadi dalam suatu periode waktu atau area maupun volume secara spesifik. Berikut ini adalah formulanya sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad \text{dimana,}$$

$P(x)$  = probabilitas kedatangan  $x$

$x$  = jumlah kedatangan per unit dalam satuan waktu

$\lambda$  = rata-rata tingkat kedatangan

$e = 2,7183$

Sumber : Heizer (2014)

#### 2.1.6.2 Karakteristik Jalur Antrian (*Waiting-Line Characteristics*)

Menurut Heizer (2014:774), komponen sistem antrian berikutnya adalah jalur antrian sendiri. Terdapat dua karakteristik yakni panjang antrian (*queue length*) dan aturan antrian (*queue discipline*).

##### A. Panjang Antrian (*Queue Length*)

Heizer (2014:774) menyatakan terdapat dua jenis panjang antrian, yakni antrian terbatas (*limited*) dan antrian tidak terbatas (*unlimited*):

### **1. Panjang Antrian Terbatas (*Limited Queue Length*)**

Panjang antrian terbatas terjadi apabila suatu antrian dibatasi baik oleh hukum yang berlaku maupun adanya keterbatasan secara fisik sehingga panjang antrian tidak bisa ditambah atau diubah menjadi tidak terbatas. Misalnya: jumlah kursi tunggu yang terbatas pada tempat pangkas rambut.

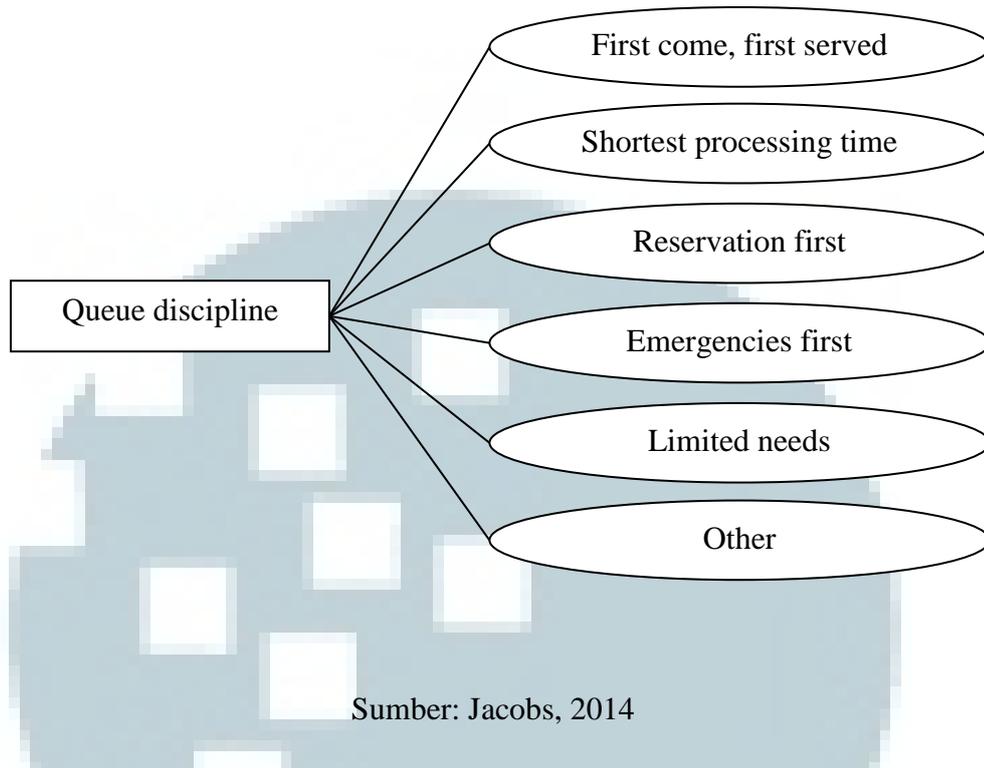
### **2. Panjang Antrian Tidak Terbatas (*Unlimited Queue Length*)**

Jenis panjang antrian ini terjadi ketika tidak adanya batasan atau larangan apapun dan dapat menampung besaran populasi yang tidak terbatas. Misalnya, gerbang tol yang melayani kedatangan mobil.

### **B. Aturan Antrian (*Queue Discipline*)**

Menurut Heizer (2014:774), karakteristik jalur antrian ini merujuk pada aturan bagi setiap konsumen yang berada dalam jalur antrian untuk mendapatkan pelayanan. Salah satu aturan antrian yang sering digunakan adalah first-in-first-out (FIFO). Aturan antrian dimana konsumen yang datang pertama dalam antrian akan mendapatkan pelayanan terlebih dahulu.

U  
M  
N



**Gambar2.4 Queue Discipline**

### 2.1.6.3 Karakteristik Pelayanan (*Service Characteristics*)

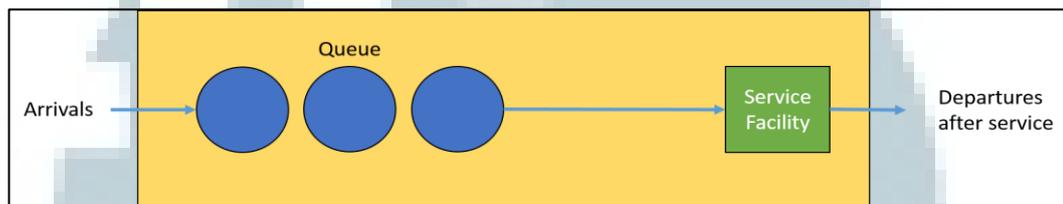
Komponen terakhir dalam sistem antrian ini terbagi menjadi dua karakteristik yaitu struktur antrian atau rancangan sistem pelayanan dan distribusi waktu pelayanan: (Heizer, 2014:775).

#### A. Struktur antrian

Heizer (2014:775) menyatakan sistem pelayanan biasanya diklasifikasikan dalam jumlah fasilitas pelayanan (*server*) yang dimiliki dan jumlah fase atau titik pemberhentian pelayanan yang harus disediakan. Terdapat empat struktur dasar dalam sistem antrian, yakni:

### 1. *Single-Server, Single-Phase System*

Sistem pelayanan dengan satu jalur antrian dan satu unit fasilitas pelayanan sehingga di sini hanya terdapat satu fase atau tahapan pelayanan dan setelah itu konsumen akan keluar dari sistem. Contoh, antrian pada dokter gigi dimana setiap pasien akan mengantri untuk mendapatkan nomor antrian tunggu.

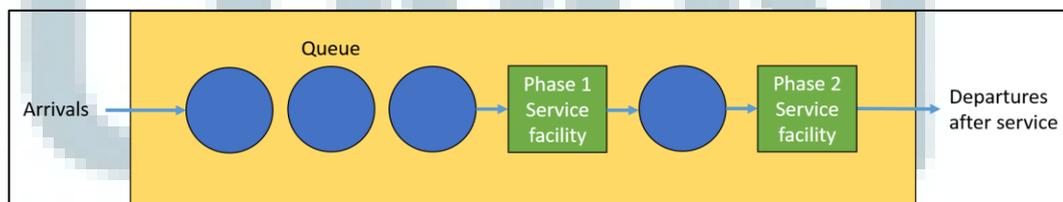


Sumber: Heizer, 2014

**Gambar2.5 Single-Server, Single-Phase System Diagram**

### 2. *Single-Server, Multiphase System*

Sistem pelayanan dengan satu jalur antrian dan beberapa unit fasilitas pelayanan. Sehingga di sini konsumen akan melewati beberapa tahapan pelayanan tersebut sebelum keluar dari sistem. Contoh, antrian pada *Drive Thru* McDonald's dimana hanya terdapat satu jalur antrian. Namun, terdiri atas beberapa tahapan pelayanan yakni pemesanan, pembayaran, dan pengambilan pesanan.

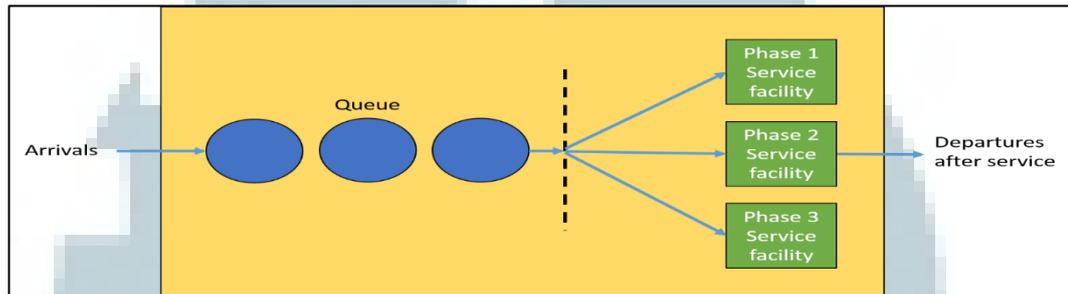


Sumber: Heizer, 2014

**Gambar2.6 Single-Server, Multi-Phase System Diagram**

### 3. *Multiple-Server, Single-Phase System*

Sistem dengan satu jalur antrian namun dilayani oleh beberapa fasilitas. Dimana hanya terdapat satu tahapan pelayanan, dan setelah itu konsumen akan keluar dari sistem. Contoh, antrian pada bank dengan satu jalur antrian namun terdiri dari beberapa *teller bank*.

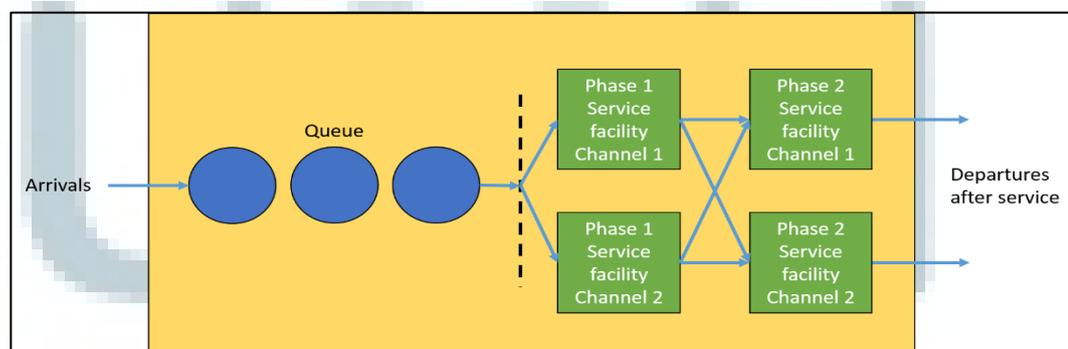


Sumber: Heizer, 2014

**Gambar2.7 Multi-Server, Single-Phase System Diagram**

### 4. *Multiple-Server, Multiphase System*

Sistem dengan satu jalur antrian namun dilayani oleh beberapa fasilitas. Dimana terdapat beberapa tahapan pelayanan, sehingga konsumen harus melewati beberapa tahapan tersebut sebelum keluar dari sistem. Contoh, antrian pendaftaran kuliah pada beberapa universitas.



Sumber: Heizer, 2014

**Gambar 2.8 Multi-Server, Multi-Phase Sistem Diagram**

## B. Pola Pelayanan

Menurut Heizer (2014:776), pola pelayanan sama dengan pola kedatangan dimana berupa konstan dan acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap konsumen akan sama. Contoh, mesin otomatis pencuci mobil. Namun, sebaliknya jika waktu pelayanan yang terdistribusi secara acak, maka dapat diasumsikan dengan menggunakan *negative exponential probability distribution*.

Jacobs (2014:225) menyatakan bahwa distribusi eksponensial merupakan distribusi probabilitas yang berhubungan dengan waktu antara kedatangan suatu konsumen dengan kedatangan konsumen berikutnya.

Tingkat pelayanan (*service rate*) merupakan berapa jumlah konsumen yang mampu dilayani dalam suatu satuan waktu. Dengan demikian, *service rate* ( $\mu$ ) atau pelayanan yang diberikan harus lebih besar daripada *arrival rate* ( $\lambda$ ) (Russel, 2009:195).

### 2.1.7 Model Antrian

Heizer (2014:778) memperkenalkan empat model antrian yang sering ditemukan dan digunakan secara luas. Adapun karakteristik yang diasumsikan sama pada model antrian tersebut, yakni tingkat kedatangan dengan distribusi *poisson*, aturan antrian FIFO, dan *single-service phase*. Empat model antrian tersebut adalah:

**Tabel 2.1 Model Antrian**

Model	Nama	Jumlah Server	Jumlah Fase	Pola Tingkat Kedatangan	Pola Waktu Pelayanan	Ukuran Populasi	Aturan Antrian
A	Single Channel (M/M/1)	Tunggal	Tunggal	Poisson	Ekspensial	Tidak Terbatas	FIFO
B	Multichannel (M/M/S)	Multi-Channel	Tunggal	Poisson	Ekspensial	Tidak Terbatas	FIFO
C	Constant Service (M/D/1)	Tunggal	Tunggal	Poisson	Konstan	Tidak Terbatas	FIFO
D	Limited Population	Tunggal	Tunggal	Poisson	Ekspensial	Terbatas	FIFO

Sumber: Heizer, 2014

**A. Model A (M/M/1): Single-Server Queuing**

Model antrian dengan *single server* dimana tingkat kedatangan berdistribusi *poisson* dan waktu pelayanan mengikuti distribusi ekspensial. Model ini sering digunakan, misalnya loket informasi yang terdapat pada *department store*. Adapun asumsi lainnya yang menggambarkan model antrian ini sebagai berikut:

1. Kedatangan dilayani dengan aturan first-in, first-out (FIFO), dan setiap konsumen menunggu untuk dilayani tanpa memperhatikan panjang dan lama dari antrian tersebut.
2. Setiap kedatangan bersifat independen antara satu sama lain, dan rata-rata tingkat kedatangan (*arrivel rate*) tidak berubah sepanjang waktu.

3. Kedatangan dijelaskan oleh probabilitas poisson dan berasal dari populasi tidak terbatas (*infinite population*).
4. Waktu pelayanan berbeda antara satu sama lain dan bersifat independen, namun rata-rata tingkat pelayanan diketahui.
5. Waktu pelayanan mengikuti distribusi probabilitas eksponensial negatif.
6. Tingkat pelayanan lebih cepat daripada tingkat kedatangan.

Dari asumsi di atas, maka terbentuk sebuah kondisi yang dapat digambarkan dengan formula-formula berikut ini:

$\lambda$  = Rata-rata jumlah kedatangan dalam satuan waktu

$\mu$  = Rata-rata jumlah orang atau barang yang dilayani dalam satuan waktu

- a)  $L_s$  = Rata-rata jumlah unit (konsumen) dalam sistem (menunggu dan sedang dilayani)

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

- b)  $W_s$  = Rata-rata jumlah waktu yang digunakan di dalam sistem (waktu menunggu dan pelayanan)

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

- c)  $L_q$  = Rata-rata jumlah unit yang menunggu dalam antrian

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

- d)  $W_q$  = Rata-rata jumlah waktu yang digunakan ketika menunggu dalam antrian

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

e)  $\rho$  = Faktor utilisasi sistem antrian

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

f)  $P_0$  = Probabilitas tidak ada unit yang berada dalam sistem

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

g)  $P_{n>k}$  = Probabilitas lebih dari k unit di dalam sistem, dimana n merupakan jumlah unit di sistem

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

### **B. Model B (M/M/S): Multiple-Server Queuing**

Model antrian dengan *multiple-server* dimana terdapat dua atau lebih *server* yang tersedia untuk melayani konsumen yang tiba. Contoh, antrian pada bank. Asumsi pada model ini adalah kedatangan mengikuti distribusi probabilitas *poisson*, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, pelayanan *first-come, first-served*, dan semua *server* diasumsikan memiliki tingkat pelayanan yang sama. Dari asumsi tersebut, maka tercipta formula untuk menggambarkan model antrian ini sebagai berikut:

$M$  = jumlah *server/channel* yang terbuka

$\lambda$  = Rata-rata jumlah kedatangan dalam satuan waktu

$\mu$  = Rata-rata jumlah orang atau barang yang dilayani dalam satuan waktu

$n$  = Jumlah pelanggan

a)  $P_0$  = Probabilitas dimana tidak ada orang atau unit di dalam sistem

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

dimana,  $M\mu > \lambda$

b)  $L_s$  = Rata-rata jumlah orang atau unit di dalam sistem

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

c)  $W_s$  = Rata-rata waktu yang digunakan untuk menunggu dalam antrian dan mendapatkan pelayanan

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

d)  $L_q$  = Rata-rata jumlah orang atau unit yang menunggu dalam antrian untuk mendapatkan pelayanan

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

e)  $W_q$  = Rata-rata jumlah waktu yang digunakan untuk menunggu dalam antrian untuk mendapatkan pelayanan

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

### C. Model C (M/D/1): Constant Service Time

Model antrian dengan waktu pelayanan konstan atau tetap. Berbeda dengan sebelumnya dimana waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Model ini dapat kita lihat pada kasus pencucian mobil dengan mesin otomatis. Dengan

waktu pelayanan tetap ini, nilai dari  $L_q$ ,  $W_q$ ,  $L_s$ , dan  $W_s$  selalu lebih kecil daripada model A yang mempunyai tingkat pelayanan berbeda-beda. Berikut ini adalah formula pada model C, sebagai berikut:

a)  $L_q$  = Rata-rata panjang antrian

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

b)  $W_q$  = Rata-rata waktu tunggu dalam antrian

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

c)  $L_s$  = Rata-rata jumlah konsumen di dalam sistem

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

d)  $W_s$  = Rata-rata waktu di dalam sistem

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

#### **D. Model D: *Limited Population***

Model antrian dengan populasi terbatas. Ketika terdapat populasi konsumen potensial yang terbatas bagi fasilitas pelayanan, maka model antrian yang berbeda harus dipertimbangkan. Model ini berbeda dengan ketiga model sebelumnya, karena di sini adanya hubungan ketergantungan antara panjang antrian dan tingkat kedatangan. Contoh, sebuah pabrik yang memiliki lima mesin, kemudian semua mesin tersebut rusak dan menunggu perbaikan sehingga tingkat

kedatangan akan menurun bahkan sampai nol. Secara umum, ketika antrian semakin panjang dalam model populasi terbatas, maka tingkat kedatangan konsumen akan menurun. Berikut adalah formula untuk menghitung model antrian ini sebagai berikut:

a)  $X$  = Faktor Pelayanan

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

b)  $L_q$  = Rata-rata unit tunggu

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

c)  $W_q$  = Rata-rata waktu tunggu

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

d)  $J$  = Rata-rata unit yang beroperasi

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

e)  $H$  = Rata-rata unit yang dilayani

$$H = FNX$$

f)  $N$  = Jumlah populasi

$$N = J + L_q + H$$

Notasi:

D = Probabilitas sebuah unit harus menunggu di dalam antrian

F = Faktor efisiensi

H = Rata-rata unit yang dilayani

J = Rata-rata unit yang beroperasi

$L_q$  = Rata-rata unit yang menunggu untuk dilayani

M = Jumlah *server/channel*

N = Jumlah konsumen potensial

T = Rata-rata waktu pelayanan

U = Rata-rata waktu di antara unit yang membutuhkan pelayanan

$W_q$  = rata-rata waktu tunggu dalam antrian

X = faktor pelayanan

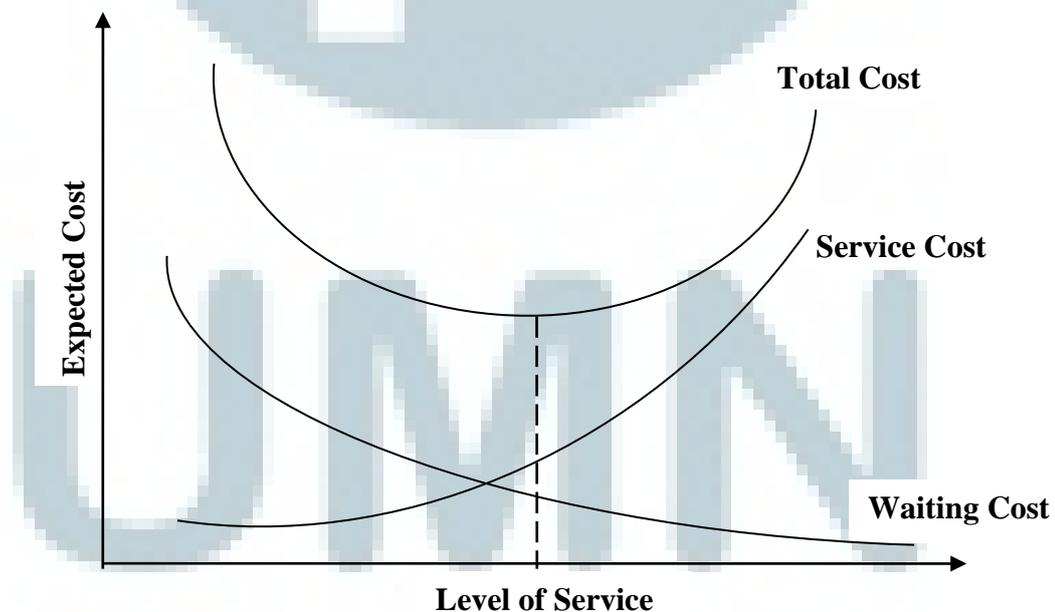
### 2.1.8 Biaya Antrian (*Waiting Line Cost*)

Terdapat dua biaya mendasar yang berhubungan dengan masalah antrian. Pertama, biaya *tangible*, termasuk biaya operasi setiap fasilitas pelayanan seperti biaya peralatan, material, dan gaji karyawan. Kedua, biaya *intangibile*, biaya ini muncul karena konsumen harus menunggu di antrian dalam waktu tertentu seperti ketidaknyamanan secara fisik, reaksi negatif, dan menurunkan penjualan. (Chowdhury, 2013)

Sedangkan menurut Russel (2009:198), terdapat dua biaya yaitu *service cost* dan *waiting cost*. Biaya pelayanan dapat direfleksikan dengan biaya jumlah *server*, seperti biaya *teller* pada bank, pekerja pos pada kasir kantor pos, atau petugas perbaikan pada pabrik atau toko. Sedangkan biaya akibat menunggu

yakni, kerugian bisnis karena konsumen lelah dan kecewa dalam antrian sehingga meninggalkan tempat tersebut. Kerugian bisnis ini bisa bersifat temporer (kejadian tunggal) maupun permanen (konsumen tidak akan kembali lagi). Biaya tunggu lainnya seperti, kehilangan waktu produksi, gaji bagi karyawan yang sedang menunggu untuk menggunakan mesin/peralatan, serta memuat dan membongkar kendaraan.

Russel (2009:197) juga menjelaskan bahwa terdapat hubungan timbal balik antara biaya untuk memberikan pelayanan (*service cost*) dan biaya yang mengakibatkan konsumen harus menunggu (*waiting cost*). Tingkat pelayanan (*level of service*) digambarkan dengan jumlah *server*. Ketika jumlah *server* bertambah, biaya untuk *service cost* meningkat, dan sebaliknya *waiting cost* akan menurun. Pandangan tradisional terkait analisis antrian yakni, tingkat pelayanan harus bertepatan dengan titik minimum dari kurva total biaya.



Sumber: Russel, 2009

**Gambar 2.9 Hubungan Biaya Antrian**

### 2.1.9 Probabilitas

Dalam mempelajari probabilitas, ada 3 kata kunci yang harus diketahui: eksperimen, hasil (*outcome*), dan kejadian atau peristiwa (*event*). Probabilitas biasanya dinyatakan dengan bilangan desimal atau bilangan pecahan. Semakin dekat nilai probabilitas ke nilai 0, semakin kecil kemungkinan suatu kejadian akan terjadi. Sebaliknya, semakin dekat nilai probabilitas ke nilai 1 semakin besar peluang suatu kejadian akan terjadi (Supranto, 1996:319).

Atmaja (2009:53) menjelaskan dalam probabilitas, kita menggunakan informasi populasi, artinya populasi diketahui untuk mengambil kesimpulan tentang keadaan sampel yang mungkin terjadi. Hal ini dilakukan untuk memahami proses induktif pada statistik induktif. Perumusan probabilitas dilakukan dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu: pendekatan klasik, pendekatan empiris, dan pendekatan subjektif.

1. Perumusan Klasik, probabilitas suatu peristiwa, misalnya peristiwa A, adalah hasil bagi antara jumlah peristiwa A yang mungkin terjadi dengan jumlah semua peristiwa yang mungkin terjadi.
2. Perumusan Empiris, kita menghitung probabilitas suatu peristiwa berdasarkan informasi peristiwa yang telah terjadi. Probabilitas peristiwa A adalah hasil bagi antara jumlah peristiwa A dengan jumlah seluruh peristiwa. Pendekatan empiris berbeda dengan pendekatan klasik. Pada pendekatan klasik, probabilitas dihitung secara teoretis, sedangkan pada pendekatan empiris, probabilitas dihitung dari data historis atau peristiwa yang sudah terjadi.

3. Perumusan Subjektif, digunakan untuk menghitung probabilitas peristiwa yang tidak dapat dihitung secara teoretis maupun empiris. Pada pendekatan ini, probabilitas dirumuskan berdasarkan keyakinan dan pandangan pribadi terhadap probabilitas suatu peristiwa. Agar dapat merumuskan probabilitas dengan baik, penyusun probabilitas suatu peristiwa harus mempertimbangkan sebanyak mungkin informasi yang relevan dengan peristiwa tersebut.

Sedangkan Bendon (2011:141) berpendapat probabilitas merupakan kebalikan dari statistik. Dalam probabilitas, kita memakai informasi populasi untuk menarik kesimpulan mengenai kemungkinan sampel. Adapun langkah-langkah untuk menghitung probabilitas kejadian :

1. Mendefinisikan eksperimen, yaitu menggambarkan proses yang digunakan untuk membuat observasi dan jenis observasi yang akan dicatat.
2. Membuat daftar semua titik sampel.
3. Menentukan probabilitas titik sampel.
4. Menetapkan kumpulan titik sampel di dalam kejadian yang sedang dicermati.
5. Menjumlahkan probabilitas titik-titik sampel untuk mendapatkan probabilitas kejadian.

### 2.1.9.1 Distribusi Probabilitas

Bendon (2011:216) menyatakan distribusi probabilitas terdiri dari dua macam yaitu sebagai berikut:

#### A. Distribusi Probabilitas Variabel Acak Diskret

Distribusi probabilitas dari suatu variabel acak diskret adalah grafik, tabel, atau rumus yang menyebutkan probabilitas yang terkait dengan setiap kemungkinan nilai variabel acak yang dapat dihasilkan.

**Distribusi Binomial**, memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Eksperimen itu terdiri dari  $n$  percobaan yang identik
2. Hanya terdapat dua kemungkinan hasil dalam setiap percobaan. Kita akan mendenotasikannya dengan  $S$  (Sukses) atau  $F$  (Gagal/*Failure*).
3. Probabilitas dari  $S$  tetap sama di semua percobaan. Probabilitas ini dinotasikan dengan  $p$ , dan probabilitas dari  $F$  dinotasikan dengan  $q$ . Ingat bahwa  $q = 1 - p$ .
4. Percobaan itu bersifat independen.
5. Variabel acak binomial  $x$  adalah jumlah  $S$  pada  $n$  percobaan.

**Distribusi Poisson**, distribusi probabilitas dikret yang sering digunakan untuk menggambarkan jumlah kejadian yang jarang dan akan terjadi dalam periode waktu tertentu atau dalam daerah atau volume tertentu.

Karakteristik distribusi poisson sebagai berikut:

1. Eksperimen meliputi penghitungan jumlah terjadinya kejadian tertentu selama satuan waktu tertentu atau pada bidang atau volume tertentu (atau berat, jarak, atau satuan pengukuran lain).

2. Probabilitas bahwa suatu kejadian yang terjadi dalam satuan waktu, bidang, atau volume tertentu adalah sama untuk semua satuan.
3. Jumlah kejadian yang terjadi dalam satuan waktu, bidang, atau volume independen terhadap jumlah yang terjadi dalam satuan *mutually exclusive* lainnya.
4. Mean (atau yang diharapkan) jumlah kejadian dalam setiap satuan dinyatakan dengan huruf Yunan lamda,  $\lambda$ .

**Distribusi Probabilitas Hipergeometri** memberikan model realistik untuk beberapa jenis data yang enumeratif (dapat dihitung). Karakteristik dari distribusi hipergeometri tercantum dalam kotak berikut:

1. Eksperimen meliputi  $n$  elemen yang diambil secara acak tanpa penggantian dari sejumlah  $N$  elemen,  $r$ , dimana adalah  $S$  (untuk keberhasilan) dan  $(N - r)$  yang mana adalah  $F$  (untuk kegagalan).
2. Variabel acak hipergeometri  $x$  adalah jumlah  $S$  dalam pengambilan  $n$  elemen.

## **B. Distribusi Probabilitas untuk Variabel Acak Berkelanjutan**

Bentuk grafis dari distribusi probabilitas untuk sebuah variabel acak berkelanjutan  $x$  adalah kurva mulus yang terdiri dari sebuah fungsi  $x$ , didenotasikan dengan simbol  $f(x)$  dan kadang disebut sebagai fungsi densitas probabilitas (pdf), sebuah fungsi frekuensi, atau sebuah distribusi probabilitas (Bendon, 2011:249)

**Distribusi Normal**, salah satu variabel acak berkelanjutan yang paling sering ditemukan adalah distribusi probabilitas berbentuk lonceng (atau

kurva lonceng). Distribusi normal berperan penting dalam kesimpulan ilmu statistika. Terlebih lagi, banyak fenomena bisnis menghasilkan variabel acak dengan distribusi probabilitas yang dapat diperkirakan dengan baik oleh distribusi normal.

**Distribusi probabilitas seragam**, variabel acak berkelanjutan yang tampaknya mempunyai hasil yang sama sepanjang kisaran nilai. Distribusi ini memberikan model untuk variabel acak berkelanjutan yang terdistribusi secara sama sepanjang interval.

**Distribusi Probabilitas Eksponensial**, distribusi yang menjelaskan periode waktu atau jarak antar kejadian peristiwa acak. Tidak seperti distribusi normal yang memiliki bentuk dan lokasi yang ditentukan oleh nilai dari dua kuantitas, melainkan hanya diatur oleh satu kuantitas.

#### **2.1.10 Simulasi**

Menurut Russel (2009:563), simulasi adalah teknik matematika dan permodelan komputer untuk mereplikasi situasi atau masalah yang ada di dunia nyata. Popularitas suatu simulasi bergantung pada seberapa besar fleksibilitas dalam menganalisa sistem. Dengan kata lain, masalah tidak harus sesuai dengan model atau teknik yang ada. Namun, model simulasi dapat dibangun untuk menyesuaikan dengan masalah yang ada.

Robinson dalam bukunya *Simulation: The Practice of Model Development and Use*, mendefinisikan simulasi secara umum dapat disebut sebagai peniruan terhadap suatu sistem. Setiap harinya peramal cuaca menampilkan kepada kita terkait simulasi cuaca sehingga kita bisa melihat pergerakan cuaca untuk beberapa

hari ke depan. Sistem *Computer Aided Design* (CAD) memberikan tiruan perancangan fasilitas produksi dan peta proses bisnis yang merupakan peniruan pada bisnis organisasi. Dalam pengertian umum, semua hal itu dapat disebut simulasi (Robinson, 2004).

Sedangkan Heizer (2014:818) berpendapat simulasi sebagai upaya untuk menduplikasi fitur, penampilan, dan karakteristik dari sistem nyata, dan biasanya lewat model komputerisasi.

#### **2.1.10.1 Simulasi Monte Carlo**

Russel (2009:563) mendefinisikan Simulasi Monte Carlo sebagai metode yang dilakukan dengan memilih nomor secara acak dari distribusi probabilitas untuk dijalankan pada simulasi.

Teknik simulasi yang menggunakan elemen acak ketika kesempatan ada dan dikaitkan pada suatu perilaku. Hal mendasar dari simulasi ini adalah melakukan eksperimen pada elemen kesempatan atau probabilitas yang disebut dengan *random sampling* (Heizer, 2014:820).

#### **2.1.10.2 Langkah-Langkah Simulasi Monte Carlo**

Menurut Heizer (2014:820), terdapat lima langkah dalam melakukan simulasi monte carlo yaitu sebagai berikut:

1. Membuat distribusi probabilitas, dimana salah satu cara yang umum digunakan dalam membangun distribusi probabilitas untuk variabel yang diberikan adalah memeriksa hasil sejarah. Dengan dapat menemukan probabilitas, atau frekuensi relatif untuk setiap hasil yang memungkinkan

dari variabel dengan membagi frekuensi observasi dengan jumlah total observasi.

2. Membuat atau membangun distribusi probabilitas kumulatif untuk setiap variabel, dimana distribusi probabilitas kumulatif didapatkan berdasarkan akumulasi probabilitas individu distribusi.
3. Mengatur *random number intervals*, setelah menetapkan distribusi probabilitas kumulatif untuk setiap variabel dalam simulasi, selanjutnya harus menetapkan serangkaian angka untuk mewakili masing-masing nilai yang mungkin atau hasil dalam simulasi yang disebut *random number intervals*. *Random number intervals* secara mendasar merupakan serangkaian *random number*. *Random number* sendiri merupakan serangkaian angka yang dipilih melalui proses secara acak.
4. Menghasilkan *random number*, *random number* dapat dihasilkan untuk simulasi dalam dua cara. Jika masalah simulasi dalam jangkauan besar dan proses yang diteliti melibatkan banyak percobaan simulasi, program komputer yang tersedia untuk menghasilkan nomor acak yang diperlukan dan jika simulasi yang dilakukan secara manual yaitu dengan memilih nomor yang dapat dipilih dari tabel random digit.
5. Percobaan simulasi, dimana kita dapat mensimulasikan hasil dari sebuah eksperimen dengan hanya memilih nomor acak dari tabel random digital atau simulasi komputer, kemudian dilanjutkan dengan perhatikan interval pada tabel sesuai dengan *random number* yang ada.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

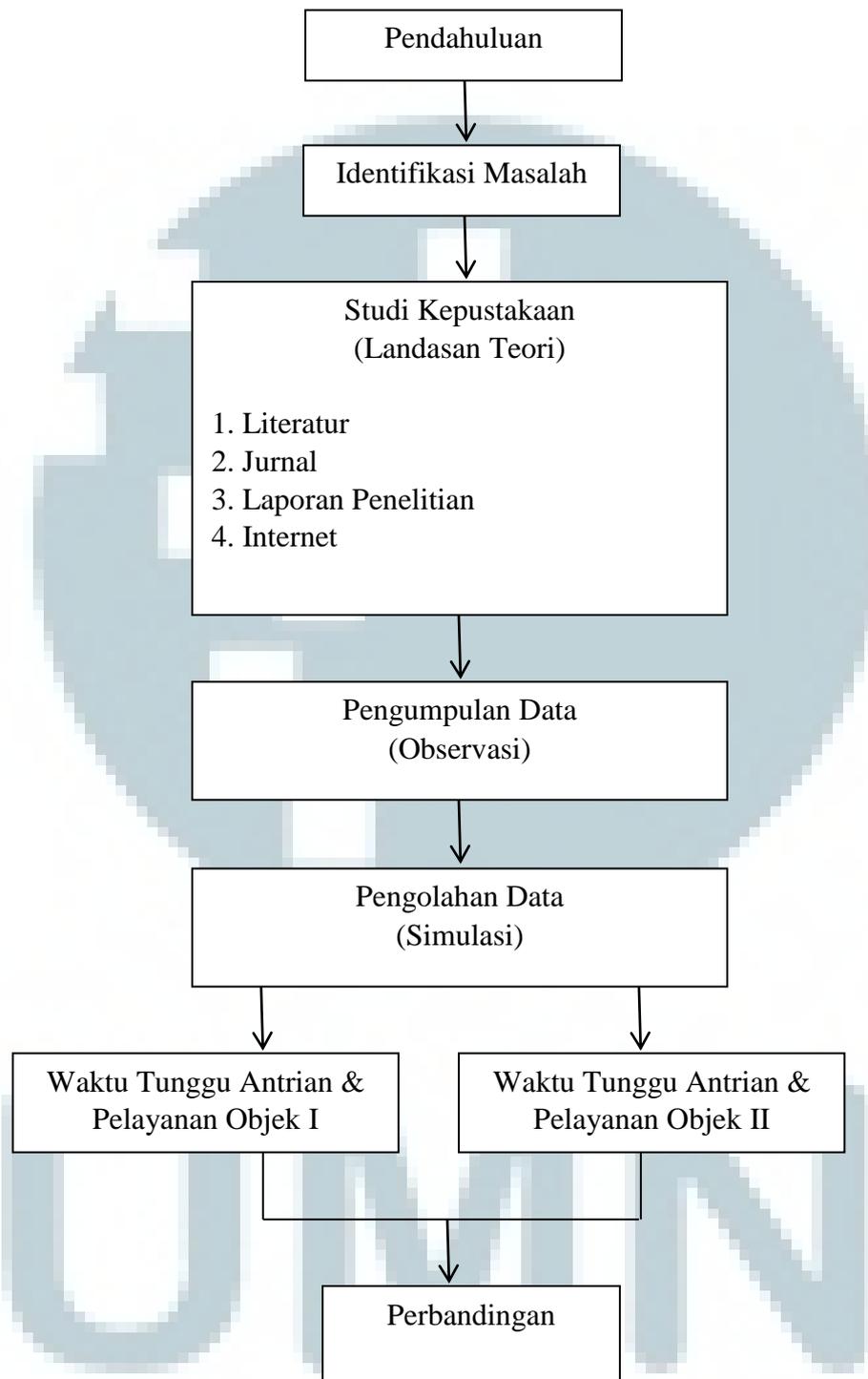
Tabel 2.2 Ringkasan Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Jenis	Nama	Judul	Metodologi Penelitian	Hasil
1.	<i>International Journal of Managing Service Quality, Vol. 17 Iss 2 pp. 152 – 173 (2007)</i>	Rhonda L. Hensley Joanne Sulek	<i>Customer Satisfaction With Waits in Multi-Stage Services</i>	Survei dilakukan sebanyak 150 buah dengan meminta konsumen untuk mengisi kuisisioner dan meninggalkan kuisisioner di atas meja ketika selesai makan	Kepuasan menunggu ketika <i>entry, in-service</i> , dan <i>exit</i> memiliki pengaruh signifikan pada kepuasan konsumen, keinginan untuk merekomendasikan dan mengajak orang lain ke restoran. Namun tidak memiliki pengaruh pada <i>repurchase</i> . <i>Service-entry wait</i> lebih penting dibanding lainnya.
2.	<i>International Journal of Engineering Trends and Technology (IJEET) – Volume 8 Number 4, page 218-222 (2014)</i>	Ankita Bihani	<i>A New Approach to Monte Carlo Simulations of Operations</i>	Melakukan pengamatan pada enam operasi rumah sakit dalam dua jam dengan mengolah waktu dan probabilitas keenam operasi tersebut.	Simulasi menghasilkan rata-rata waktu tunggu konsumen dan rata-rata waktu pelayanan setiap operasi. Simulasi monte carlo merupakan teknik yang berharga dalam menganalisis risiko, terutama yang berhubungan dengan waktu dan penjadwalan.

3.	<i>Journal of Foodservice Business Research, page 3-16 (2006)</i>	Hwang Lambert	<i>Customer's Identification of Acceptable Waiting Times in a Multi-Stage Restaurant System</i>	Kuesioner sebanyak 278 buah disebar melalui email untuk mengetahui waktu tunggu konsumen pada tingkat kepuasan yang berbeda-beda	Waktu tunggu yang bisa diterima oleh konsumen bergantung pada tahapan proses pelayanan dan tingkat ekspektasi konsumen, serta responden menempatkan kepentingan yang berbeda pada masing-masing tahapan waktu tunggu
4.	<i>International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication Vol. 3 Iss 2 pp. 55-59 (2015)</i>	Lade Sakhare Shelke Sawaitul	<i>Reduction of Waiting Time by Using Simulation &amp; Queuing Analysis</i>	Observasi selama 3 hari untuk mengumpulkan data pasien terkait interval waktu kedatangan dan waktu pelayanan	Penambahan satu unit ranjang pasien dari 9 unit menjadi 10 unit dapat mengurangi rata-rata waktu tunggu dari 6,45 menit menjadi 2,14 menit
5.	<i>The International Journal of Management Science Vol. 3 Iss 2 pp. 77-83 (2004)</i>	Luo Liberatore Nydick Sloane	<i>Impact of Process Change on Customer Perception of Waiting Time: A Field Study</i>	Kuesioner dibagi menjadi dua jenis yaitu penelitian untuk desain proses lama dan desain proses baru. Pengumpulan dilakukan selama dua bulan.	Merancang ulang proses kerja memiliki dampak terhadap waktu tunggu konsumen. Desain proses baru dapat mengurangi aktual waktu tunggu konsumen dan mempengaruhi persepsi waktu tunggu dan kepuasan pelanggan.

Sumber: Data diolah penulis, 2016

## 2.3 Kerangka Pemikiran



Sumber: Penulis, 2016

**Gambar 2.10 Kerangka Pemikiran**