

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab 2 berisi tinjauan Pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Tinjauan pustaka membahas mengenai penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi penelitian. Dasar teori berisikan teori tentang persediaan, *reorder level*, dan simulasi yang mendukung penelitian.

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Penelitian terkait sistem persediaan sudah cukup banyak dilakukan dan digunakan oleh para peneliti sebelumnya untuk menyelesaikan suatu permasalahan persediaan. Sistem persediaan adalah kumpulan suatu kebijakan yang akan mengatur dan mengendalikan persediaan dalam perusahaan agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen yang disesuaikan dengan kemampuan perusahaan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebagian besar berfokus pada biaya penyimpanan, pengoptimalan pemesanan barang dan melakukan perbandingan antara kebijakan perusahaan dengan kebijakan yang diusulkan.

Perusahaan yang tidak memiliki lingkup usaha yang besar, seringkali tidak menerapkan sistem persediaan pada pengendalian stok barangnya. Tidak menerapkan sistem persediaan pada perusahaan seringkali membuat masalah baru pada perusahaan yang berdampak pada hilangnya keuntungan yang seharusnya diperoleh. Fatma dan Pulungan (2018) melakukan penelitian di perusahaan distributor perlengkapan alat tulis kantor yang memiliki masalah pada penentuan stok barang dengan jumlah permintaan yang selalu berubah. Permasalahan yang sama juga diteliti oleh Putro dan Saputro (2016) dimana jumlah persediaan yang ada pada gudang tidak selalu dapat memenuhi permintaan konsumen yang selalu berubah. Kekurangan stok persediaan berdampak pada kepercayaan dan pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan. Namun kondisi stok yang berlebihan akan berdampak pada biaya penyimpanan yang harus terus dikeluarkan. Penentuan jumlah order hanya dengan melakukan perkiraan dapat ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Dristiana dan Sukmono (2015) dimana perkiraan order ini mengakibatkan persediaan yang tidak stabil.

Pada penelitian sebelumnya diperlukan data atau informasi mengenai persediaan yang ada pada perusahaan. Data atau informasi ini dapat digunakan sebagai dasar analisis untuk menentukan kebijakan persediaan yang diusulkan. Penelitian yang dilakukan Mukid dkk (2015) untuk mendapatkan data mengenai persediaan stok barang diperlukan data sekunder yang diberikan oleh pemilik usaha. Cara ini tentu saja lebih mudah dikarenakan tidak perlu melakukan pengamatan, hubungan yang baik dengan pemilik usaha menjadi faktor untuk mendapatkan data sekunder. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah dan Tarigan (2019) dalam proses pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan wawancara serta melakukan pengambilan data secara langsung. Pengumpulan data dengan cara wawancara bertujuan untuk lebih menggali informasi terkait kebijakan perusahaan dalam mengelola persediaan. Selanjutnya dilakukan pencatatan data secara langsung, cara ini membutuhkan waktu yang lama dikarenakan perlu memantau aktivitas persediaan selama 12 hari. Cara pengambilan data yang dilakukan secara mandiri memiliki keuntungan seperti data yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan. Pengambilan data secara langsung juga dilakukan oleh Sukanta (2017) dikarenakan tidak hanya memerlukan data sekunder tapi memerlukan data primer yang diperoleh dari wawancara maupun observasi untuk memperoleh gambaran akan kondisi perusahaan.

Pada penelitian sebelumnya digunakan beberapa metode untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode persediaan *Economic Order Quantity*. Metode EOQ yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Ciswondo dan Maukar (2019) adalah jenis EOQ Probabilistik untuk menyelesaikan permasalahan persediaan di perusahaan cat industri. Metode ini dipilih dikarenakan tingkat penjualan dari cat sangat bervariasi dan fluktuatif sehingga data permintaan selalu berbeda untuk setiap periodenya. Metode persediaan ini dapat menyelesaikan masalah dengan menentukan jumlah pesanan optimal, *safety stock* dan *reorder point* sehingga periode order dapat lebih optimal. Dristiana dan Sukmono (2015) menambahkan metode peramalan untuk menyelesaikan permasalahan persediaan. Metode peramalan yang digunakan adalah *Exponential Smoothing* yang digunakan untuk merencanakan permintaan yang akan datang. Setelah melakukan peramalan selanjutnya dapat memasukan data permintaan ke persamaan EOQ probabilistik. Penggunaan *software* untuk membantu peramalan dilakukan oleh Putra dan Yulius (2017) yang menggunakan

*software POM QM* untuk meramalkan permintaan dengan metode *Linear Regression*.

Penelitian lain yang menggunakan metode probabilistik adalah Fatma dan Pulungan (2018) dengan pendekatan *backorder* dan *lostsales*. Analisis yang digunakan untuk penyelesaian adalah dengan melakukan perbandingan antara model P dan Q untuk setiap kebijakan *backorder* dan *lostsales*. Pada model P berfokus pada jumlah pesanan yang selalu berubah dengan waktu order yang dilakukan secara berkala. Sedangkan untuk model Q berfokus pada jumlah pesanan yang konstan dan waktu pesan dilakukan pada saat mencapai tingkat *reorder point*. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa penggunaan model P *backorder* dapat menghasilkan biaya yang kecil karena dapat menurunkan jumlah *safety stock* sehingga dapat mengurangi biaya penyimpanan.

Selanjutnya metode yang biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan persediaan adalah dengan menerapkan metode *Continuous Review*. Ridwan dkk (2018) menggunakan model ini untuk mengendalikan persediaan dengan cara melakukan order pada saat persediaan sudah ada dibawah titik pemesanan ulang. Terdapat 2 jenis model yang digunakan pada penelitian ini. Pertama adalah model persediaan *continuous review (s,Q)* yang dimana sistem melakukan pemesanan sebesar jumlah Q ketika persediaan berada dibawah tingkat *reorder point*. Kedua digunakan model *continuous review (s,S)* dengan melakukan pemesanan pada saat persediaan ada dibawah nilai *reorder point (s)* atau sampai persediaan ada dibatas stok maksimum (S). Penelitian yang menggunakan metode yang sama diterapkan pada UPT Balai Yasa Yogyakarta oleh Nurmanita dkk (2015).

Perusahaan yang telah menerapkan sistem persediaan dengan suatu metode yang tepat akan memperoleh timbal balik yang dapat dirasakan langsung oleh perusahaan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Yulius (2017) menghasilkan nilai pemesanan yang lebih ekonomis dibanding kebijakan sebelumnya. Nilai pemesanan ini dipengaruhi oleh frekuensi order yang dilakukan perbaikan dengan menentukan *safety stock* dan penentuan order yang disesuaikan dengan permintaan. Penghematan biaya persediaan dirasakan oleh usaha bengkel yang diteliti oleh Mukid dkk (2015) dimana usaha ini sebelumnya tidak menerapkan sistem persediaan. Usulan dengan menentukan kuantitas pesanan optimal membuat biaya persediaan lebih kecil dibanding kebijakan sebelumnya.

**Tabel 2.1. Ringkasan Peneliti Sebelumnya**

<b>Pengarang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Latar Belakang</b>	<b>Data</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Ardiansyah dan Tarigan (2019)	Menentukan jumlah produksi yang akan datang	Barang yang disimpan adalah barang yang mudah rusak	Pengumpulan data primer dan sekunder	Metode Fuzzy dan Min-Max	Mengatasi kelebihan dan kekurangan stok dengan penentuan pesanan
Ciswondo dan Maukar (2019)	Pengelolaan persediaan yang lebih optimum	permintaan cat yang bervariasi dan fluktuatif	Pengumpulan data sekunder	EOQ Probabilistik	Penghematan biaya simpan
Dristiana dan Sukmono (2015)	Mengetahui apakah usulan metode peramalan sesuai dengan perusahaan	pengendalian persediaan bahan baku hanya dengan perkiraan	Pengumpulan data sekunder	Peramalan Exponential Smoothing, EOQ Probabilistik	Memperoleh data ramalan permintaan dan biaya total persediaan minimum
Mukid dkk (2015)	Menentukan persediaan dan pemesanan optimal	Pemilik bengkel yang tidak mengetahui bagaimana mengendalikan persediaan dari setiap jenis barang yang dijual	Pengumpulan data sekunder	EOQ Probabilistik model (q,r)	Penghematan biaya total persediaan
Nurmanita dkk (2015)	Mengelompokkan suku cadang kritis	Perlunya menjaga persediaan suku cadang kritis	Pengumpulan data sekunder dan pengamatan	Continuous review, ABC, SDE	Pengelompokan barang dan pengoptimalan pesanan

**Tabel 2.1. Lanjutan**

<b>Pengarang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Latar Belakang</b>	<b>Data</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Pulungan dan Fatma (2018)	minimasi biaya persediaan dan jumlah persediaan	Permintaan produk yang fluktuatif	Pengumpulan data sekunder berdasarkan data masa lalu	Probabilistik dengan kebijakan backorder dan lostsales	Model P menghasilkan safety stock yang optimal
Putra dan Yulius (2017)	Meramalkan jumlah produksi tahun berikutnya	Kelebihan produksi yang mengakibatkan pemborosan bahan baku	Pengumpulan data primer dan sekunder	EOQ, peramalan linear regression dengan POM QM	Penentuan Safety stock dan pemesanan yang lebih ekonomis
Putro dan Saputro (2016)	Menentukan periode pesan agar dapat memenuhi permintaan	Permintaan konsumen yang tidak pasti	Pengumpulan data primer dan sekunder	Model periodic review (P)	diperoleh biaya persediaan yang lebih ekonomis dari sebelumnya
Ridwan dkk (2018)	Optimasi biaya persediaan	Penumpukan barang di gudang dengan permintaan yang lebih rendah	Pengumpulan data sekunder	Continuous review model (s, S) dan (s,Q)	Penggunaan model (s,Q) diperoleh penghematan total biaya persediaan lebih besar
Sukanta (2017)	Menentukan kebijakan optimal untuk minimasi biaya persediaan	adanya permintaan yang tidak tetap	Pengumpulan data primer dan sekunder	Metode continuous review	Usulan persediaan yang lebih optimal

Penelitian yang dilakukan saat ini akan membahas mengenai usulan metode pengambilan keputusan order untuk membantu masalah persediaan di salah satu SPBU yang ada di Yogyakarta. Usulan yang akan diberikan bertujuan untuk menentukan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan yang tepat agar diperoleh profit optimal. Penelitian ini bermula dari analisis data yang menunjukkan pemesanan dilakukan disaat stok masing mencukup untuk memenuhi permintaan dan pemesanan dilakukan dengan jumlah yang didasari dari penjualan hari sebelumnya. Cara pengambilan data yang diperlukan untuk mendukung penelitian ini adalah melalui wawancara dengan manager SPBU dan berdasarkan data penjualan BBM yang diberikan oleh manager. Berdasarkan penelitian Ridwan dkk (2018) metode penyelesaian dan analisis sistem persediaan yang akan digunakan adalah Metode Persediaan *Continuous Review* Model Q, namun akan digunakan teknik simulasi untuk menemukan solusi persediaan di SPBU.

## **2.2. Persediaan**

Persediaan merupakan salah satu faktor yang penting dalam aktivitas *retail*. Handoko (2017) berpendapat bahwa persediaan adalah sumber daya dalam organisasi yang disimpan sebagai antisipasi dalam pemenuhan permintaan. Menurut Waters (2003) terdapat pengelompokan dalam persediaan yaitu bahan mentah, barang masih dalam proses, dan barang yang sudah jadi.

Menurut Chase dan Jacobs (2016) persediaan adalah barang atau stok yang digunakan sebagai sumber daya dan digunakan dalam organisasi. Sedangkan sistem persediaan adalah kumpulan kebijakan yang berisi pengendalian untuk mengawasi tingkat persediaan, kapan barang harus tersedia, kapan persediaan perlu di isi ulang dan jumlah pesanan barang yang harus dipesan.

### **2.2.1. Tujuan Persediaan**

Penerapan sistem persediaan sudah banyak digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pada tahap awal pastinya ditentukan alasan atau tujuan mengapa menggunakan atau menerapkan sistem persediaan. Berikut adalah tujuan mengapa perlu menerapkan persediaan menurut Chase dan Jacobs (2016) yang disesuaikan dengan aktivitas *retail* sebagai berikut:

- a. Mengatasi variasi permintaan dari produk, karena permintaan pada umumnya bersifat fluktuatif, persediaan dapat mengatasi permasalahan ini dengan tetap dapat memenuhi permintaan.

- b. Sebagai stok pengaman, masalah pengiriman yang tidak pasti atau permintaan yang tidak menentu membuat stok pengaman diperlukan. Hal ini dapat terjadi karena penundaan pengiriman, waktu pengiriman yang bervariasi, kehabisan stok pada vendor, ataupun masalah lainnya.
- c. Membuat ukuran ekonomis saat pemesanan, persediaan berguna untuk mengurangi biaya pesan. Biaya pesan akan meningkat dengan melakukan order yang terlalu sering.
- d. Berdasarkan situasi, kondisi ini mungkin saja menjadi alasan untuk barang-barang yang memiliki harga yang selalu berubah.

### **2.2.2. Fungsi Persediaan**

Handoko (2017) berpendapat bahwa efisiensi operasional perusahaan bisa ditingkatkan dengan mengendalikan fungsi dari persediaan. Persediaan yang ada untuk perusahaan dapat terus disimpan di gudang, pabrik, toko, atau masih dalam pemindahan bongkar muat selama pengiriman.

Menurut Rosas dan Shenoy (2017) fungsi persediaan yang dapat diterapkan pada aktivitas *retail* yaitu sebagai *buffer inventory* yang artinya persediaan diatur atau dikelola oleh perusahaan untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan agar tidak ada kekosongan stok.

### **2.2.3. Biaya Persediaan**

Persediaan optimal adalah tujuan utama dari sistem persediaan. Terdapat biaya-biaya yang diperlukan untuk menentukan persediaan optimal. Biaya-biaya ini dipengaruhi oleh sifat dari permintaan, periode kedatangan pesanan, dan jumlah pesanan selama periode tertentu. Dalam membuat keputusan untuk menentukan jumlah dari persediaan, biaya-biaya ini yang bertindak sebagai variabel yang harus dipertimbangkan. Menurut Waters (2003) biaya persediaan dijelaskan menjadi sebagai berikut:

#### **a. Biaya Satuan Unit**

Biaya satuan unit adalah biaya yang dibebankan oleh pemasok untuk memperoleh satu unit barang.

#### **b. Biaya Simpan**

Biaya ini adalah biaya yang disebut sebagai *holding cost* atau *carrying cost*. Biaya ini bervariasi secara langsung oleh jumlah barang, biaya penyimpanan setiap periode akan semakin besar apabila persediaan yang disimpan juga tinggi. Biaya ini akan menjadi biaya variabel apabila bersifat bervariasi dengan tingkat atau

banyaknya persediaan. Biaya simpan dapat diartikan sebagai *opportunity cost* yang dipengaruhi dari nilai stok yang disimpan sebagai persediaan. Biaya ini menggunakan pendekatan suku bunga simpan yang dikeluarkan oleh Bank.

#### c. Biaya Pesan

Biaya ini ialah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada saat melakukan pemesanan. Biaya ini bisa disebut sebagai *order costs* atau *procurement costs*. Biasanya biaya pesanan dikeluarkan dengan tidak dipengaruhi oleh kuantitas pesanan. Biaya pesan dipengaruhi oleh periode pesan, apabila jumlah pesanan dalam periode tahunan itu turun maka biaya pesanan total akan turun. Biaya yang termasuk dalam kategori biaya dari pemesanan antara lain biaya untuk pemrosesan dan ekspedisi, bayaran sebagai upah, biaya setiap melakukan telepon, pembuatan surat, biaya untuk pengemasan, biaya pemeriksaan pada saat barang diterima, biaya pengiriman ke gudang penyimpanan, biaya hutang yang sedang berjalan.

#### d. Biaya Kehabisan

Biaya ini atau yang biasa disebut *shortage cost* adalah pengeluaran yang harus diprediksi dikarenakan biaya ini tidak muncul secara pasti. Biaya ini akan muncul apabila persediaan yang ada tidak dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Biaya untuk kehabisan biasanya berupa biaya akibat kehilangan atas penjualan, kehilangan karena langganan pergi, biaya pemesanan tambahan atau khusus, selisih harga, biaya karena adanya gangguan operasi, tambahan pengeluaran lainnya.

### 2.2.4. Karakteristik Persediaan

Karakteristik persediaan dibagi menjadi dua yaitu permintaan bersifat independen dan permintaan bersifat dependen yang memiliki hubungan dengan asal permintaan. Permintaan independen menjelaskan bahwa permintaan tidak terkait dengan barang atau produk lainnya. Karakteristik ini diperlukan sebuah teknik untuk dapat menentukan jumlah dari besarnya permintaan. Teknik yang digunakan dapat berupa survei ke pelanggan, penggunaan peramalan dan melihat pola kejadian dari ekonomi. Permintaan ini cenderung tidak pasti sehingga diperlukan analisis dan perhitungan untuk dapat menentukan besar dari permintaan agar dapat mengurangi risiko kehabisan stok.

### 2.3. Model Persediaan Probabilistik

Pada kasus probabilistik seringkali ditemui pada kehidupan sehari-hari. Model persediaan jenis ini ditandai dengan adanya unsur atau parameter yang tidak pasti. Menurut Waters (2003) ketidakpastian dalam persediaan dapat berupa:

a. Permintaan

Permintaan suatu barang yang tidak dapat diketahui dengan pasti siapa yang membeli dan permintaan memiliki sifat fluktuatif.

b. Waktu menunggu atau *leadtime*

Aktivitas pemesanan yang memiliki tahapan dalam pengambilan keputusan membuat waktu tunggu dalam pemesanan tidak dapat dipastikan. Pengiriman yang memerlukan waktu tertentu karena faktor jarak membuat pengiriman tidak dapat dipastikan.

c. Biaya

Biaya yang mengikuti aktivitas ekonomi atau mengikuti inflasi sehingga biaya tidak dapat dipastikan.

d. Pengiriman

Jumlah pengiriman masih bergantung pada kebijakan perusahaan. Sehingga tidak dapat dipastikan banyak barang yang dapat dikirim.

Terdapat dua model dalam persediaan, Tabel 2.2. menunjukkan perbandingan antara model persediaan Q dengan model persediaan P.

**Tabel 2.2. Perbandingan Model Q dan P**

Fitur	Q model	P Model
<b>Kuantitas pesanan</b>	Pemesanan sama	Pemesanan bervariasi
<b>Waktu Pemesanan</b>	Ketika persediaan mencapai <i>reorder level</i>	Periode waktu tertentu
<b>Pencatatan</b>	setiap kali penambahan atau penarikan persediaan	dihitung pada periode waktu yang ditentukan
<b>Ukuran Persediaan</b>	lebih kecil dari periode waktu tetap	lebih besar dari model kuantitas pesanan
<b>Waktu Pengelolaan</b>	pencatatan perpetual	lebih efisien
<b>Jenis Produk</b>	produk dengan nilai tinggi	produk dengan harga murah

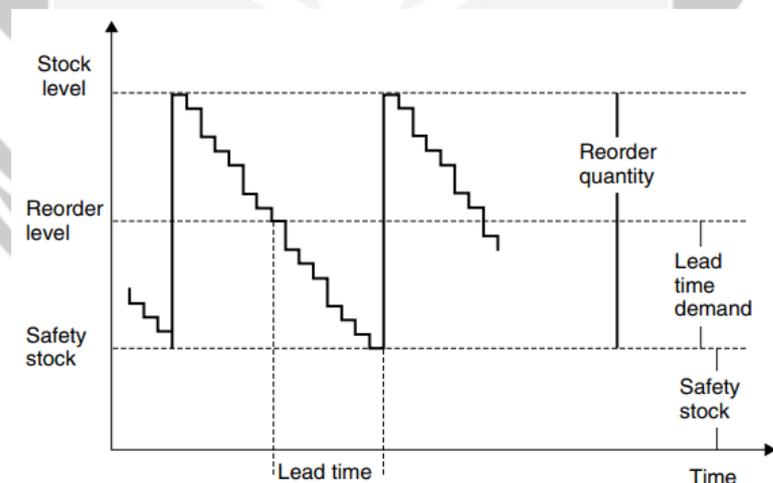
Penentuan kebijakan persediaan probabilistik terdapat 2 model yang harus dipahami. Menurut Chase dan Jacobs (2016) terdapat 2 jenis model kebijakan sistem persediaan. Model yang pertama adalah dengan kuantitas pesanan tetap

(*fixed-order quantity models*) atau yang biasa disebut EOQ atau Q-model. Model yang kedua adalah dengan periode waktu yang tetap (*fixed-time period models*) yang disebut sebagai sistem periodik atau P-model. Perbedaan antara kedua jenis model ini terdapat pada kuantitas pesanan dan waktu pemesanannya. Pada model Q dipengaruhi oleh keadaan persediaan, sedangkan pada model P dipengaruhi oleh waktu.

#### 2.4. Reorder Point

Pada kasus persediaan model probabilistik dilakukan pada saat permintaan tidak diketahui dengan pasti. Menurut Taha (2017) model probabilistik *continuous review* meninjau persediaan dengan cara kontinyu dan penentuan pemesanan dilakukan pada saat persediaan sudah mencapai level pemesanan kembali yang sudah ditentukan.

Titik pemesanan kembali atau *reorder point* ditetapkan untuk menentukan perkiraan permintaan selama waktu tunggu pesanan atau *leadtime* yang sudah ditambahkan dengan stok pengaman. Pada Gambar 2.1. menunjukkan gambaran terkait penetapan pesanan ulang.



**Gambar 2.1. Grafik Safety Stock  
(Waters, 2003)**

Elemen ketidakpastian diperhitungkan dalam stok pengaman dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Safety Stock} = Z \times \sigma \times \sqrt{LT} \quad (2.1)$$

$$\text{Reorder Point} = LT \times D + Z \times \sigma \times \sqrt{LT} \quad (2.2)$$

Dimana,

$D$  = Rata-rata dari permintaan harian produk

$LT$  = Waktu tunggu atau *Lead time*

$Z$  = Jumlah standar deviasi untuk probabilitas pelayanan tertentu

$\sigma$  = Standar deviasi penggunaan selama *lead time*

Jumlah dari *safety stock* dipengaruhi oleh tingkat pelayanan yang diperlukan, tingkat pelayanan dapat dilihat pada Gambar 2.2. Nilai *safety stock* harus bernilai positif, jika tidak nilai *reorder point* atau pemesanan kembali tidak memiliki stok pengaman yang berarti stok merupakan permintaan rata-rata selama *leadtime* saja. Waters (2003) mengatakan bahwa semakin tinggi stok pengaman maka semakin cepat pesanan dilakukan.

Z	Percentage of cycles with shortages	Cycle service level (%)
0.00	50.0	50
0.84	20.0	80
1.00	15.9	84.1
1.04	15.0	85
1.28	10.0	90
1.48	7.0	93
1.64	5.0	95
1.88	3.0	97
2.00	2.3	97.7
2.33	1.0	99
2.58	0.5	99.5
3.00	0.1	99.9

**Gambar 2.2. Service Level**  
(Waters, 2003)

Dalam penentuan nilai *safety stock* diperlukan menentukan nilai dari rata-rata permintaan harian, standar deviasi penggunaan selama *leadtime*, dan jumlah standar deviasi untuk sebuah probabilitas pelayanan tertentu. Nilai dari permintaan yang dilakukan selama *leadtime* adalah sebuah ramalan yang memerlukan estimasi persediaan dari waktu pesan hingga pesanan tiba. Waktu periode yang digunakan apabila *leadtime* adalah satu bulan maka permintaan dihitung berdasarkan permintaan tahunan sebelumnya dibagi dengan 12 bulan, atau dapat

dihitung sebagai penjumlahan dari perkiraan jumlah permintaan selama waktu pemesanan.

## **2.5. Simulasi**

Dalam melakukan uji coba hasil penelitian terkadang masih dirasa sulit apabila diterapkan secara langsung, Adanya *random variable* di dalam sistem membuat permasalahan tidak bisa diselesaikan menggunakan rumus matematis, maka penyelesaian diharuskan menggunakan teknik simulasi. Menurut Banks (2014) simulasi adalah tiruan dari perilaku yang ada pada operasi atau sistem yang ada di dunia nyata baik dilakukan oleh manusia ataupun komputer. Pada simulasi akan menggambarkan perilaku yang sama dan dilakukan dengan pengoperasian dalam jangka waktu tertentu sehingga akan membentuk sejarah buatan dan dari data tersebut akan dapat ditarik kesimpulan untuk karakteristik yang dihasilkan dari simulasi.

Pembuatan simulasi diusahakan dibuat sesuai dengan perilaku sistem yang akan disimulasikan. Oleh karena itu pada simulasi akan menggunakan pengembangan simulasi model yang sesuai dengan kondisi. Model yang digunakan biasanya berupa sekumpulan asumsi tentang pengoperasian sistem seperti hubungan matematis, logika, dan simbol antara entitas yang ada pada sistem. Dalam beberapa kasus, solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu model dengan menggunakan pendekatan seperti kalkulus, teori probabilitas, aljabar, atau teknik matematika lainnya. Dengan demikian, suatu model simulasi dapat digunakan sebagai alat desain untuk melakukan analisis dan memprediksi efek yang ditimbulkan dari perubahan yang ada pada sistem.

### **2.5.1. Komponen Sistem pada Simulasi**

Pada model yang ada pada simulasi terdapat komponen yang menyusun sebuah model hingga jadi satu kesatuan. Menurut Banks (2014) terdapat komponen model yang ada pada simulasi seperti:

#### **a. Entitas**

Entitas adalah pelaku atau pemain yang berperan untuk melakukan perubahan dan memiliki pengaruh satu dengan yang lainnya terhadap kinerja sistem.

#### **b. Atribut**

Atribut adalah sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh entitas tersebut, atribut ini memiliki nilai yang berbeda sehingga akan mempengaruhi cara pengolahan data.

c. Aktivitas

Suatu kegiatan yang dilakukan oleh entitas dalam waktu tertentu baik secara langsung ataupun tidak langsung. Aktivitas ini dapat berupa memproses entitas atau perpindahan yang dilakukan oleh sumber daya yang ada pada sistem.

d. Kejadian

Kejadian yang terjadi pada sistem dapat mengubah hasil dikarenakan segala pekerjaan dapat dilakukan karena ada suatu kejadian. Kondisi ini dapat terjadi pada waktu tertentu dan akan mengubah *state variabel*.

e. *Uncontrollable Input*

*Uncontrollable Input* yang disimbolkan sebagai awan di *influence diagram* memiliki definisi sebagai batasan dalam permasalahan dan sifatnya tidak dapat dikontrol oleh sistem.

f. Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah suatu variabel yang menunjukkan status dari suatu sistem yang sedang dilakukan pada waktu tertentu. Variabel ini berfungsi sebagai batasan yang diberikan pada sistem. Variabel keputusan yang disimbolkan sebagai persegi panjang di *influence diagram* memiliki definisi sebagai nilai yang akan dimasukkan sebagai *input* yang dapat dikontrol untuk menentukan *output* sebagai ukuran performansi yang dicapai

g. Komponen

Komponen sistem yang disimbolkan sebagai lingkaran di *influence diagram* memiliki definisi sebagai variabel yang terikat pada sistem dan dipengaruhi oleh variabel lainnya sehingga nilai ini ditentukan sebagai nilai *state variabel*

h. Ukuran Performansi

Ukuran performansi yang disimbolkan sebagai oval di *influence diagram* memiliki definisi sebagai *output* yang akan ditentukan untuk menyelesaikan permasalahan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

### 2.5.2. Keuntungan dan Kelemahan Simulasi

Pemodelan dengan menggunakan simulasi memiliki keuntungan dan kelemahan dalam penerapannya. Menurut Banks (2014) terdapat beberapa keuntungan dan kelemahan yang dapat dijadikan pertimbangan saat melakukan pemodelan. Berikut adalah keuntungan dari penggunaan simulasi:

- a. Dapat melakukan eksplorasi seperti penerapan kebijakan baru terhadap operasi yang sedang berjalan pada sistem saat ini.

- b. Dapat melakukan uji coba terhadap desain perangkat baru, tata letak baru, sistem operasi baru atau lainnya tanpa memerlukan sumber daya yang nyata.
- c. Hipotesis hasil pengujian tentang fenomena yang terjadi dapat dilakukan pengujian untuk kelayakannya.
- d. Dapat mengatur cepat atau lambatnya waktu pada fenomena yang akan diselidiki.
- e. Memperoleh informasi terkait interaksi antar variabel yang saling berpengaruh.
- f. Memperoleh informasi dan wawasan terkait pentingnya pengaruh antar variabel yang berjalan dengan kinerja sistem.
- g. Dapat menemukan dan melakukan analisis apabila terjadi *bottleneck* dalam proses, informasi, kebutuhan material, dan lainnya.
- h. Studi yang dilakukan pada simulasi dapat lebih memahami bagaimana sistem berjalan.

Selain keuntungan, terkadang timbul permasalahan yang akan menjadikan kekurangan apabila akan melakukan pemodelan. Berikut adalah kekurangan dari penggunaan simulasi:

- a. Pembuatan simulasi dan pembangunan model diperlukan pelatihan khusus dalam waktu yang tidak singkat. Kemampuan mendesain setiap orang akan berbeda sehingga walau hasil dari simulasi itu sama tetapi komponen yang dibangun akan memiliki perbedaan.
- b. Hasil dari simulasi yang berupa variabel acak sulit untuk diinterpretasikan. Hal ini dapat terjadi karena variabel acak sulit untuk dibedakan apakah nilai berdasarkan hasil pengamatan atau murni dari bilangan acak.
- c. Kebutuhan akan data yang harus dikumpulkan dari periode waktu tertentu akan menimbulkan biaya dan waktu yang lama sehingga apabila sumber daya tidak dimaksimalkan untuk pemodelan simulasi analisis akan tidak memadai untuk simulasi yang dilakukan.

### **2.5.3. Langkah-Langkah Simulasi**

Aplikasi dalam pemodelan sistem pada simulasi diperlukan memahami beberapa tahapan agar proses pembuatan dapat dilakukan secara runtut. Menurut Banks (2014) terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan saat melakukan perancangan simulasi. Berikut adalah tahapan dalam melakukan simulasi:

a. Formulasi masalah

Tahap awal yang perlu dilakukan adalah penentuan masalah. Formulasi masalah dapat didiskusikan dari pemilik kebijakan atau seseorang yang memiliki masalah pada sistem. Diharapkan pada tahap ini suatu permasalahan dapat dipahami dengan jelas oleh pemilik dan seseorang yang akan melakukan analisis.

b. Penetapan tujuan dan rencana pekerjaan

Pada tahap penetapan tujuan dan pekerjaan perlu menjelaskan tentang tujuan dari penyelesaian masalah dengan simulasi serta kebutuhan apa saja yang diperlukan. Rencana pekerjaan dapat berupa anggaran penelitian, kebutuhan, dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan simulasi.

c. Konseptualisasi Model

Pada tahap konseptualisasi model dapat mulai dibangun rancangan model sederhana terkait dengan sistem. Setelah itu rancangan model ini akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengumpulan data.

d. Pengumpulan Data

Setelah memiliki rancangan model, selanjutnya dapat dilakukan penentuan kebutuhan data apa saja yang diperlukan. Pengumpulan data dan perancangan model dapat dilakukan secara bersamaan dikarenakan suatu model harus dapat menyesuaikan dari data yang diperoleh.

e. Penerjemahan Model

Setelah seluruh data diperoleh maka tahap selanjutnya adalah melakukan penerjemahan model. Tahap ini akan memutuskan apakah pemodelan akan menggunakan penyelesaian bahasa simulasi atau menggunakan *software* simulasi dengan tujuan khusus. Penentuan ini dapat disesuaikan, dikarenakan apabila masalah dapat dikerjakan dengan *software* simulasi waktu yang dibutuhkan akan lebih singkat.

f. Verifikasi

Perlunya ada verifikasi akan memperlancar tahapan proses apabila dikerjakan dengan menggunakan aplikasi. Apabila program yang ada pada komputer dapat menyelesaikan simulasi dengan baik maka proses verifikasi telah dilakukan.

g. Validasi

Tahapan validasi dilakukan dengan membandingkan perilaku sistem yang ada pada simulasi dengan perilaku sistem aktual. Apabila pada saat di kalibrasi kedua proses ini sudah menunjukkan kemiripan dan simulasi dapat meniru sistem maka model simulasi dapat digunakan.

#### h. Eksperimen Desain

Pada tahap eksperimen pada simulasi perlu ditentukan beberapa alternatif yang dapat dicoba untuk menemukan hasil sesuai dengan tujuan. Keputusan dalam menentukan alternatif dapat berupa penentuan lama simulasi berjalan, jenis data *output*, dan jumlah pengulangan yang perlu dibuat dalam simulasi.

#### i. Pembuatan simulasi dan Analisis

Pada tahap ini yaitu penyelesaian pembangunan simulasi yang dimana pada tahap simulasi ini sudah dilakukan sehingga harus dipastikan apakah kinerja dari suatu sistem sudah dapat disimulasikan dengan baik.

#### j. Simulasi dijalankan

Setelah simulasi sudah selesai berjalan, perlu dilakukan evaluasi apakah perlu melakukan penambahan proses atau perbaikan desain terkait dengan simulasi yang dibuat.

#### k. Dokumentasi dan Pelaporan

Langkah selanjutnya adalah melakukan dokumentasi dan pelaporan. Pada tahap dokumentasi dilakukan setiap variabel keputusan dimasukkan pada simulasi sehingga ukuran *output* kinerja akan lebih mudah dibandingkan dengan variabel keputusan lainnya untuk sebagai dasar mengambil keputusan optimal. Pada tahap pelaporan dilakukan secara singkat dan jelas dari seluruh analisis simulasi yang dihasilkan sehingga hasil percobaan dapat lebih mudah dipahami sebagai solusi yang direkomendasikan.

#### l. Penerapan

Pada tahap akhir yaitu penerapan akan menunjukkan hasil dari simulasi dengan batasan-batasan yang sudah dimasukkan sehingga hasil dari simulasi dapat ditarik kesimpulan.

### **2.5.4. Input Analysis**

Seluruh data aktivitas yang diperoleh dari pengambilan data merupakan data mentah yang harus diolah sehingga dapat digunakan pada simulasi. Data yang perlu dilakukan pengolahan ini dapat berupa distribusi probabilitas yang memiliki perilaku aktivitas yang bervariasi atau *random variable*. Pengolahan data ini diperlukan langkah yang disebut *input analysis*. Menurut Kelton dkk (2015) *input analysis* adalah tahapan mengubah data mentah menjadi pemodelan kuantitatif berupa distribusi sehingga model ini dapat dijalankan pada simulasi. Pengolahan data untuk memperoleh model distribusi dapat menggunakan bantuan *software* seperti ARENA yang memiliki fitur *Input Analyzer*.

Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diikuti untuk melakukan *input analyzer* dengan menggunakan ARENA:

- a. Siapkan data *leadtime* atau data permintaan penjualan untuk setiap jenis bahan bakar.
- b. Silahkan lakukan *copy paste* seluruh data ke *Notepad* dan simpan.
- c. Jalankan *software* ARENA.
- d. Apabila sudah terbuka, silahkan pilih *Tools* lalu klik *Input Analyzer*.
- e. Akan terbuka jendela baru, langkah selanjutnya silahkan pilih *file* lalu klik *New* untuk membuka jendela baru untuk *Input Analyzer*.
- f. Setelah jendela baru terbuka, selanjutnya dapat membuka file *Notepad* yang dimana data *input* disimpan dengan cara klik *Use Existing Data File*.
- g. Selanjutnya akan muncul hasil *input* untuk data yang sudah dipilih, namun untuk dapat menentukan jenis distribusi dapat dipilih *Fit* lalu *Fitt All* untuk menentukan distribusi terbaik dengan *standar error* paling kecil.

Langkah-langkah melakukan *input analyzer* dapat diterapkan untuk seluruh jenis data seperti *leadtime*, permintaan pertalite, permintaan dexlite, permintaan pertamina dex, dan permintaan pertamax dengan cara yang sama. Hasil dari *input analyzer* akan menjelaskan jenis distribusi apa yang akan digunakan sebagai *input* pada simulasi.

#### **2.5.5. Output Analysis**

Analisis *output* menurut Banks (2014) menjelaskan bahwa analisis ini digunakan untuk melakukan prediksi dalam menentukan ukuran performansi pada sistem atau untuk membandingkan beberapa rancangan kebijakan alternatif.

Terdapat dua tipe dalam melakukan analisis *output* pada simulasi menurut Kelton dkk (2015) yaitu *terminating* dan *steady state*. Kedua tipe ini akan menentukan cara pengambilan data dan pemberhentian pengulangan dalam simulasi. *Terminating simulation* adalah simulasi yang memiliki model yang dijalankan dengan penghentian dengan durasi waktu tertentu karena adanya aturan yang ditentukan dalam model. Sedangkan *steady state simulation* adalah pengukuran simulasi yang digunakan dalam sistem dalam kondisi waktu jangka panjang tanpa adanya batasan. Pada penggunaan kondisi *steady state simulation* digunakan perilaku yang stabil sehingga kondisi awal pada sistem biasanya tidak harus untuk diperhatikan.

Setelah menentukan tipe analisis, tahap berikutnya adalah menentukan jumlah replikasi yang akan digunakan. Penentuan replikasi dilakukan untuk memperoleh banyak  $n$  data dari hasil pengulangan untuk diperoleh rata-rata replikasi. Berikut adalah persamaan yang akan digunakan dalam menentukan jumlah replikasi.

$$\text{Confidence interval} = \bar{X} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

$$\text{Half-width} = t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

$n$  = jumlah replikasi

$\bar{X}$  = rata-rata sampel

$s$  = standard deviation sampel

$t_{n-1, 1-\alpha/2}$  = *critical value*

Setelah menentukan nilai *halfwidth* dari masing-masing data, langkah berikutnya adalah menentukan nilai  $h$  sebagai *halfwidth* yang akan digunakan dalam perhitungan. Berikut adalah persamaan yang akan digunakan.

$$n \approx n_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (2.5)$$