

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan penelitian, perlu meninjau penelitian-penelitian yang telah dilakukan terdahulu agar penelitian yang dilakukan memiliki landasan yang kuat. Beberapa penelitian terdahulu dengan topik persediaan, telah banyak dilakukan antara lain oleh Ernawarti dan Sunarsih (2008) yang meneliti sistem persediaan di CV. Surya Tarra Mandiri yang bergerak di bidang *general manufacture*. Dengan model persediaan probabilistik untuk kasus *back order* tanpa kendala dan dengan kendala, penelitian ini membantu untuk menentukan jumlah bahan baku dan *safety stok* yang harus disiapkan setiap melakukan pemesanan kepada *supplier*.

Penelitian lain dilakukan oleh Mustofa dan Hendro (2011). Mustofa dan Hendro merancang sistem pengendalian persediaan bahan baku multi item *single supplier* di PT. Pertamina. Permasalahan yang dihadapi adalah terjadi kesulitan dalam menentukan jumlah pemesanan dua jenis minyak mentah yang dibutuhkan dari pihak Chevron. Dengan menggunakan model Multi Item *Single Supplier* yang dilakukan terhadap data persediaan, diperoleh jumlah frekuensi pemesanan optimum dan jumlah sekali pesan dengan kriteria minimasi total ongkos persediaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan perhitungan matematis karena data permintaan dan kedatangan barang sudah diketahui secara pasti.

Penelitian dengan tujuan meminimalkan biaya sistem persediaan per periode dalam suatu rentang waktu juga dilakukan oleh Abuizam (2011). Dengan *lead time* dan permintaan yang bersifat probabilistik, Abuizam menggunakan sistem pemesanan periodik yang dilakukan secara rutin, sehingga mempermudah penjadwalan pengiriman. Abuizam menggambarkan penggunaan *RISK Simulation* untuk melakukan percobaan pencarian jumlah persediaan dan menggunakan *RISK Optimizer* untuk menentukan nilai-nilai optimal *reorder point* dan jumlah pesan.

Penelitian selanjutnya dilakukan pada salah satu perusahaan rokok terbesar PT. X dengan merancang sistem persediaan *consumable part* oleh Sukma (2014). Hasil dari penelitian ini adalah menentukan *re-order point* dan jumlah pemesanan

*consumable part* sesuai dengan distribusi *lead time* yang perlu dilakukan oleh PT. X agar total biaya persediaan minimum. Analisa data dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* Microsoft Excel.

## **2.2. Penelitian Sekarang**

Permasalahan utama yang dihadapi toko Metric yang terletak di jalan Hanggowongso, Solo adalah belum adanya kebijakan untuk mengatasi persediaan oli yang menumpuk dengan mempertimbangkan permintaan konsumen yang bersifat probabilistik. Tak hanya itu, pemilik toko terkadang gampang tergiur dengan adanya *discount* atau bonus karena belum adanya kebijakan untuk menyikapi hal tersebut.

Kebijakan dalam pengambilan keputusan berupa kapan dan jumlah pemesanan yang tepat dan keputusan untuk menyikapi adanya *discount* menjadi target penting dalam penelitian ini. Tahapan simulasi dan replikasi digunakan dalam tulisan ini untuk mengetahui nilai berupa *reorder point*, periode dan total biaya hingga mempresentasikan keadaan sistem yang sebenarnya. Data persediaan oli pada gudang saat ini, rekapan data penjualan perhari dari Januari-Desember 2014 menjadi dasar penentuan model untuk membangkitkan bilangan random, menentukan permintaan, melakukan perhitungan untuk menentukan biaya yang optimal serta merumuskan formulasi terbaik untuk membantu menghadapi adanya *discount*.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1 Definisi Persediaan

Persediaan merupakan sejumlah bahan-bahan, *parts* yang disediakan dan bahan-bahan dalam proses yang terdapat dalam perusahaan untuk proses produksi, serta barang-barang jadi atau produk yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari konsumen atau langganan setiap waktu (Assauri, 1980).

Assauri juga mengemukakan bahwa persediaan merupakan suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal atau persediaan barang bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi.

Persediaan merupakan sumber daya yang disimpan dan dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan sekarang maupun kebutuhan yang akan datang (Hartini & Larasati, 2009), oleh karena itu diperlukan pengendalian persediaan. Melakukan pengendalian persediaan untuk diperoleh hasil yang tepat bukan merupakan hal yang mudah. Menurut Hidayanto (2007), persediaan bahan baku yang terlalu besar dapat berakibat terlalu tingginya beban biaya guna menyimpan dan memelihara bahan tersebut. Namun, jika persediaan terlalu sedikit dapat mengakibatkan resiko terjadinya kekurangan persediaan.

Persediaan adalah bahan mentah, barang dalam proses (*work in process*), bahan jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang disimpan dalam antisipasi terhadap pemenuhan permintaan (Riggs melalui Baroto 2002). Baroto juga mengungkapkan bahwa secara fisik, item persediaan dapat dikelompokkan dalam 5 kategori yakni:

#### a. Bahan Mentah (*Raw Materials*)

Bahan mentah merupakan barang-barang yang diperoleh dari sumber-sumber alam atau dibeli dari pemasok, atau diolah sendiri oleh perusahaan untuk digunakan perusahaan dalam proses produksinya sendiri

#### b. Komponen

Komponen merupakan barang-barang yang terdiri atas bagian-bagian yang diperoleh dari perusahaan lain atau hasil produksi sendiri untuk digunakan dalam pembuatan barang jadi atau barang setengah jadi.

c. Barang Setengah Jadi (*Work In Process*)

Barang setengah jadi yaitu barang-barang keluaran dari tiap operasi produksi atau perakitan yang telah memiliki bentuk lebih kompleks daripada komponen, namun masih membutuhkan proses lebih lanjut untuk menjadi barang jadi.

d. Barang Jadi (*Finished Good*)

Bahan mentah merupakan barang-barang yang diperoleh dari sumber-sumber alam atau dibeli dari pemasok, atau diolah sendiri oleh perusahaan untuk digunakan perusahaan dalam proses produksinya sendiri

e. Bahan Pembantu (*Supplies Materials*)

Bahan pembantu (*supplies materials*) merupakan barang-barang yang diperlukan dalam proses pembuatan atau perakitan barang, namun bukan merupakan komponen barang jadi.

### **2.2.2 Unsur-unsur Persediaan**

Menurut Siswanto (1985), terdapat 3 unsur penting yang akan menjadi dasar bagi pembahasan persediaan. Unsur-unsur tersebut adalah

a. Unsur Permintaan (*Demand*)

Permintaan yang terjadi dalam suatu periode yang akan datang mempunyai 2 sifat utama yang berbeda. Apabila permintaan yang akan datang dapat diketahui secara pasti atau tertentu, maka permintaan tersebut sifatnya deterministik. Sebaliknya bila permintaan yang akan datang tidak tentu atau tidak diketahui secara pasti sehingga harus ditentukan dengan distribusi probabilitas, maka sifat permintaan adalah probabilistik.

b. Periode Datangnya Pesanan

Ketika pemesanan terhadap suatu barang dilakukan, tentunya membutuhkan suatu jangka waktu tertentu hingga barang tersebut sampai ke tangan pemesan. Selang waktu antara pesanan dikeluarkan hingga saat datangnya pesanan dikenal dengan istilah *lead time* atau periode datangnya pesanan. Apabila baik permintaan maupun periode datangnya pesanan dapat diketahui secara pasti, maka dikatakan bahwa kita berada pada situasi yang deterministik. Tetapi, bila salah satu yaitu permintaan atau periode datangnya pesanan atau keduanya ditentukan dengan distribusi probabilitas maka dikatakan bahwa sifatnya berada dalam jangkauan model probabilistik.

c. Unit yang Diminta Selama *Lead time*

Apabila karakteristik atau sifat-sifat dari permintaan dan *lead time* telah dapat ditentukan, maka sifat-sifat dari unit yang diminta selama *lead time* dapat segera diperkirakan. Unit yang diminta selama *lead time* dapat menjadi tetap atau mungkin berubah-ubah tergantung pada sifat permintaan atau tingkat pemakaian selama *lead time* dan perilakunya. Namun, apabila salah satu yaitu permintaan atau *lead time*-nya bersifat probabilistik, maka unit yang diminta selama *lead time* juga akan mengikuti distribusi probabilitasnya.

### 2.2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Persediaan

Menurut Ahyari (1977), terdapat 6 faktor yang saling berhubungan dan mempengaruhi sistem persediaan bahan untuk sebuah perusahaan. Faktor-faktor tersebut antara lain:

a. Perkiraan Kebutuhan Bahan Baku (*Forecast Demand*)

Perkiraan kebutuhan bahan baku dapat dilakukan dengan memperkirakan berapa kebutuhan perusahaan akan bahan baku untuk keperluan proses produksi pada waktu yang akan datang. Perkiraan bahan baku tersebut dapat diketahui dari perencanaan produksi dari periode yang bersangkutan, perencanaan penjualan perusahaan serta tingkat persediaan barang jadi yang dikehendaki.

b. Harga Bahan

Harga bahan menjadi faktor penentu seberapa besar dana yang harus disediakan. Di samping itu, melalui harga bahan, perusahaan dapat menentukan pula seberapa besar modal yang ditanamkan dalam persediaan bahan tersebut.

c. Biaya-biaya Persediaan

Dalam membuat analisa mengenai biaya-biaya persediaan, terdapat 2 tipe biaya yakni biaya-biaya yang semakin besar apabila kuantitas bahan yang dibeli semakin banyak (*carrying cost*) dan biaya-biaya yang semakin kecil apabila kuantitas bahan yang dibeli semakin besar (*procurement cost*).

d. Kebijakan Pembelanjaan (*financial policy*)

Kebijakan pembelanjaan ini berhubungan dengan seberapa jauh persediaan bahan tersebut akan mendapatkan dana. Hal ini mempertimbangkan hal-hal seperti: kesanggupan perusahaan untuk menyediakan dana berupa fasilitas-

fasilitas tertentu dan kemampuan dana yang tersedia untuk membiayai persediaan bahan yang diperlukan.

e. *Kebutuhan Senyatanya (Actual Demand)*

Kebutuhan akan bahan yang sebenarnya (dalam periode lalu) harus diperhatikan dalam sistem persediaan. Seberapa besar kebutuhan bahan tersebut serta hubungannya dengan perkiraan kebutuhan yang telah dibuat untuk periode yang akan datang harus diperhatikan dan dianalisa. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, perkiraan kebutuhan pemakaian bahan yang dibuat akan lebih akurat.

f. *Waktu Tunggu (Lead time)*

Waktu tunggu penting untuk diperhatikan karena hal ini erat hubungannya dengan penentuan saat pemesanan kembali (*reorder point*). Dengan mengetahui waktu tunggu yang tepat, maka kelangsungan proses produksi tetap terjamin dan biaya-biaya persediaan dapat ditekan sampai seminimal mungkin.

#### **2.2.4 Reorder point Sistem (ROP)**

ROP merupakan metode persediaan yang menempatkan suatu pemesanan untuk lot tertentu apabila kuantitas *on hand* berkurang sampai tingkat yang sudah ditentukan sebagai titik pemesanan kembali (Siwanto, 1985). ROP dihitung berdasarkan formula:

$$ROP = D.LT + SS \quad (2.1)$$

ROP = titik pemesanan kembali

D.LT = pemakaian yang diharapkan selama *lead time*  
(*demand x lead time*)

SS = *safety stock*

#### **2.2.5 Biaya dalam Sistem Persediaan**

Baroto (2002) mengutarakan biaya persediaan merupakan semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat persediaan. Biaya tersebut antara lain:

a. *Harga Pembelian*

Harga pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang, besarnya sama dengan harga belinya.

b. *Biaya Pemesanan*

Biaya pemesanan adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan pemesanan ke pemasok, yang besarnya biasanya tidak dipengaruhi oleh jumlah

pemesanan. Biaya pemesanan juga berarti semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari pemasok.

c. Biaya Penyiapan (*Set up Cost*)

Biaya penyiapan (*set up cost*) adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi yang besarnya tidak tergantung pada jumlah item yang diproduksi.

d. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang dikeluarkan dalam penanganan atau penyimpanan material, semi *finished product*, *sub assembly* ataupun produk jadi. Menurut Baroto (2002), biaya penyimpanan terdiri dari:

i. *Opportunity cost*

Kesempatan yang hilang untuk menanamkan uang pada alternatif lain.

ii. Biaya simpan

Ruangan yang diperlukan untuk menyimpan persediaan juga juga memiliki beban biaya yang harus ditanggung oleh persediaan.

iii. Biaya keusangan

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi.

iv. Biaya-biaya lain yang besarnya bersifat variable tergantung pada jumlah item.

e. Biaya Kekurangan Persediaan

Bila perusahaan kehabisan barang saat ada permintaan, maka akan terjadi *stock out*. *Stock out* menimbulkan kerugian berupa biaya akibat kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan pelanggan yang telah kecewa karena ketidakmampuan perusahaan menyediakan barang.

### 2.2.6 Jenis-jenis Persediaan

Persediaan yang ada dalam perusahaan dapat dibedakan menurut beberapa cara. Salah satunya dari segi fungsi, persediaan dapat dibedakan menjadi tiga (Assauri, 1980), yaitu:

a. *Batch Stock* atau *Lot Size Inventory*

Tipe persediaan ini adalah mengadakan barang sebanyak mungkin melebihi yang dibutuhkan. Hal ini dapat menguntungkan apabila pembelian dalam jumlah

banyak dapat memperoleh potongan harga, tetapi lebih cenderung merugikan jika mempertimbangkan biaya-biaya lain yang timbul akibat adanya persediaan yang cukup banyak seperti: biaya sewa gudang, biaya investasi, resiko penyimpanan, dan sebagainya.

b. *Fluctuation Stock*

Persediaan seperti ini diadakan untuk menghadapi permintaan konsumen yang fluktuatif dan tidak bisa diramalkan. Jika terdapat fluktuasi permintaan yang besar, maka dibutuhkan pula persediaan yang besar untuk menjaga kemungkinan naik turunnya permintaan tersebut.

c. *Anticipation Stock*

Jika permintaan dapat diramalkan, maka persediaan yang digunakan adalah tipe *anticipation stock*. Berdasarkan pola data musiman atau permintaan yang meningkat, *anticipation stock* dapat digunakan untuk mengantisipasi kemungkinan sukarnya memperoleh bahan sehingga dapat menghindari kemacetan produksi.

### **2.2.7 Penyebab dan Fungsi Persediaan**

Persediaan merupakan suatu hal yang tak terhindarkan. Penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut (Baroto, 2002) :

- a. Mekanisme pemenuhan atas permintaan. Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya.
- b. Keinginan untuk meredam ketidakpastian. Ketidakpastian dapat terjadi akibat : permintaan yang bervariasi baik dalam jumlah maupun waktu yang tidak pasti, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tak dapat dikendalikan.
- c. Keinginan melakukan spekulasi yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang.

Efisiensi produksi dapat ditingkatkan melalui pengendalian sistem persediaan. Efisiensi ini dapat dicapai bila fungsi persediaan dapat dioptimalkan. Beberapa fungsi persediaan adalah sebagai berikut (Baroto, 2002) :

a. Fungsi independensi

Persediaan barang jadi diperlukan untuk memenuhi permintaan pelanggan yang tidak pasti tanpa tergantung dari *supplier*.

b. Fungsi ekonomis

Fungsi persediaan yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit karena membeli sumber daya-sumber daya dalam kuantitas tertentu, misalnya adanya potongan pembelian, biaya pengangkutan per unit lebih murah dan lain sebagainya.

c. Fungsi antisipasi

Fungsi ini diperlukan untuk mengantisipasi perubahan permintaan atau pasokan. Untuk memenuhi hal ini, maka diperlukan persediaan produk jadi agar tidak terjadi *stock out*.

d. Fungsi fleksibilitas

Jika dalam proses produksi terdiri atas beberapa tahapan proses operasi dan kemudian terjadi kerusakan pada satu tahapan proses operasi, maka akan diperlukan waktu untuk melakukan perbaikan. Persediaan barang setengah jadi (*work in process*) dan persediaan barang jadi merupakan faktor penolong untuk kelancaran proses operasi.

### 2.2.8 Model Persediaan

Siswanto (1985) menyatakan bahwa salah satu persoalan manajemen yang potensial adalah sistem persediaan. Berdasarkan tipe permintaannya, model persediaan bersifat deterministik atau probabilistik dan statik atau dinamik. Dalam hal ini terdapat tiga unsur yang menjadi dasar pembahasan persediaan, yaitu: permintaan, *lead time*, dan unit yang diminta selama periode datangnya pesanan. Apabila unsur-unsur tersebut bersifat serba pasti, maka dapat dikatakan sebagai situasi yang bersifat deterministik. Tetapi, bila salah satu atau ketiga unsur tersebut tidak pasti dan harus ditentukan dengan distribusi probabilitas, maka situasi tersebut mempunyai model probabilistik.

Pengambilan keputusan untuk model deterministik dapat menggunakan pendekatan dengan angka-angka atau pendekatan analitis. Dalam kedua pendekatan tersebut, biaya-biaya yang relevan sebagai dasar penyusunan model matematis EOQ (Economic Order Quantity) adalah biaya-biaya penyimpanan dan pemesanan. Selain itu, dalam pendekatan analitis, kadang-kadang untuk model tertentu dibutuhkan pula biaya-biaya lain sebagai variabel

dari model, hal tersebut dimungkinkan karena terdapat banyak model persediaan yang memiliki spesifikasi berbeda sehingga memerlukan model penyelesaian yang berbeda pula, seperti EOQ single item (klasik), EOQ multi item, EOQ back order, EOQ Quantity *Discount*, EOQ Constraint, EPQ (Economic Production Quantity) single product, dan EPQ multi product.

Dalam model deterministik, seluruh parameter dianggap selalu sama atau tidak berubah, namun pada kebanyakan situasi nyata, sebuah sistem persediaan tidak dapat dianggap deterministik sepenuhnya. Biaya simpan atau biaya pesan mungkin tidak secara mudah dapat dinyatakan. *Lead time* atau periode datangnya pesanan tidak dapat dengan mudah dipastikan. Masalah pengangkutan, hambatan-hambatan dan tidak tersediaanya bahan baku sangat mungkin menyebabkan penundaan-penundaan pengiriman yang tidak dapat dihindarkan oleh *supplier*. Permintaan terhadap produk mungkin tidak mudah diperkirakan dan bahkan mungkin tidak mengikuti pola pemakaian yang seragam. Pengaruh-pengaruh dari lingkungan eksternal dan internal juga mungkin menyebabkan permintaan berfluktuasi. Oleh karena itu, faktor lingkungan yang membentuk parameter model tidak dapat ditentukan secara pasti melainkan lebih bersifat probabilistik.

Model probabilistik merupakan model persediaan bahan baku yang salah satu atau lebih parameternya tidak dapat diketahui secara pasti dan harus diuraikan dengan distribusi probabilitas. Pertimbangan yang sangat penting di dalam model probabilistik adalah adanya kemungkinan kehabisan persediaan atau stock out. Masalah kehabisan persediaan dapat timbul karena naiknya tingkat pemakaian persediaan ataupun waktu penerimaan barang yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan. Peristiwa kehabisan persediaan tersebut akan menimbulkan biaya-biaya tertentu seperti kehilangan laba potensial, *good will*, dan lain-lain yang sangat tidak diharapkan oleh manajemen. Oleh karena itu, perlu adanya tindakan untuk mengurangi atau bahkan jika mungkin menghindarinya. Masalah habisnya persediaan dapat dihindari dengan membentuk cadangan persediaan atau persediaan pengaman (*safety stock*). Namun hal tersebut dapat mengakibatkan naiknya biaya simpan persediaan. Semakin besar cadangan persediaannya, maka akan semakin besar pula biaya simpannya (Siswanto, 1985).

### **2.2.9 Metode Penyelesaian Model Persediaan**

Model-model persediaan dapat diselesaikan dengan metode-metode yang berbeda. Menurut Siswanto (1985), terdapat 3 pendekatan dalam menyelesaikannya :

a. Pendekatan dengan menggunakan angka-angka

dalam pendekatan ini dilakukan perhitungan terhadap semua alternatif. Karena sifatnya adalah mencoba alternatif maka diperlukan menetapkan alternatif-alternatif terlebih dahulu.

b. Pendekatan analitis

Pendekatan analitis terdiri dari bangun model matematis untuk menyatakan masalah persediaan, kemudian menyelesaikan masalah tersebut secara matematis pula sehingga diperoleh nilai optimal. Biasanya untuk model yang bersifat deterministik.

c. Pendekatan Simulasi

Pendekatan simulasi sangat bermanfaat untuk menyelesaikan masalah persediaan untuk model-model probabilistik.

### **2.2.10 Sistem**

Sistem merupakan elemen-elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu. Beberapa pembelajaran mengenai sistem menurut Kelton (1991) adalah sebagai berikut:

a. Eksperimen sistem aktual vs eksperimen model sistem

Jika eksperimen dengan sistem aktual dimungkinkan, maka tidak perlu dipermasalahkan validitas eksperimen tersebut. Namun demikian, eksperimen sistem aktual jarang dilakukan karena memerlukan biaya yang besar dan mengandung resiko yang besar. Oleh karena itu, disusun suatu model yang mempresentasikan sistem aktual ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Konsekuensi eksperimen sistem model adalah harus melakukan validasi model.

b. Model fisik vs model matematis

Model fisik berupa miniatur yang menunjukkan bentuk fisik sistemnya. Model matematis harus mempresentasikan sistem secara logis. Melalui sistem ini, analisa memanipulasi input kuantitatif untuk dapat melihat perilaku model.

### c. Solusi analitis vs simulasi

Setelah disusun model matematis, dilakukan analisa untuk memperoleh jawaban dari permasalahan yang ada. Jika relatif sederhana, dimungkinkan didapat hasil eksak melalui solusi analitis. Namun tidak untuk model yang kompleks, dapat dilakukan simulasi jika solusi analitis sangat sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukan.

#### **2.2.11 Pengertian Simulasi**

Simulasi merupakan teknik yang biasanya digunakan pada penelitian operasional dan manajemen teknik. Simulasi sangat berguna terutama untuk masalah yang probabilistik, yang secara umum sangat sulit untuk diselesaikan dengan model matematis (Kelton, 2000). Simulasi sering digunakan untuk menganalisa sebuah sistem dan masalah yang berkaitan dengan pengambilan keputusan. Saat ini simulasi dapat diaplikasikan secara luas pada bidang bisnis, industri dan sistem produksi baik untuk memprediksi mendeskripsikan, menganalisa atau mengidentifikasi dan memutuskan solusi optimal.

Kata *simulasi* bermakna abstraksi atau duplikasi dari persoalan dalam kehidupan nyata ke dalam model-model matematika. (Kelton, 2000) Simulasi adalah sebuah duplikasi dari sebuah operasi dalam dunia nyata. Model simulasi adalah teknik merekam hubungan sebab akibat dari suatu sistem ke dalam sebuah model komputer, untuk mencari hasil sebagai perilaku apapun sesuai dengan sistem nyata.

#### **2.2.12 Tahapan Simulasi**

Untuk melakukan simulasi ada beberapa elemen prosedur atau tahapan simulasi yaitu (Kelton, 2000) :

##### a. Memformulasikan Masalah

Langkah awal ini mencoba mengenali garis besar dari suatu sistem. Pada tahapan ini, perlu dikenali masalah yang ada, objek yang menjadi fokus analisa, variabel yang terlibat, hal-hal yang menjadi kendala dan ukuran performansi yang akan dicapai.

##### b. Mengumpulkan data

Pada tahap ini informasi dan data penunjang pemodelan sistem dikumpulkan selanjutnya diinputkan setelah model disusun.

c. Memilih *software* dan mengembangkan model

Tahap ini model mulai disusun dan dikembangkan dengan cara dan bahasa yang sesuai dengan *software* yang diinginkan.

d. Melakukan verifikasi dan validasi model

Verifikasi adalah suatu langkah memastikan bahwa model berlaku benar sesuai dengan konsep, asumsi yang dibuat dan diterjemahkan secara benar ke dalam bahasa *softwrenya*. Verifikasi dilakukan dengan cara meneliti jalannya simulasi untuk setiap bagian model. Sedangkan validasi adalah tahap untuk memastikan bahwa model benar-benar mempresentasikan sistem nyata dan dapat digunakan untuk pembelajaran sistem tersebut.

e. Melakukan analisa dan eksplorasi model

Pada tahap ini sistem dapat dianalisa melalui model yang telah valid. Pada sistem yang bersifat terbuka, dimungkinkan melakukan eksplorasi model dengan melakukan kondisi input maupun keadaan lainnya.

f. Melakukan eksperimen optimasi model

Pada tahap ini, output simulasi, perilaku sistem dan analisisnya diteliti dan dilakukan eksperimen untuk menjawab pertanyaan formulasi masalahnya. Dengan demikian diperoleh gambaran optimal sistem melalui modelnya yang dijadikan pertimbangan untuk perbaikan sistem nyatanya.

g. Mengimplementasikan hasil simulasi

Hasil simulasi perlu disampaikan pada manajemen sebagai masukan perbaikan sistem. Implementasi hasil simulasi dalam sistem nyata perlu terus dikontrol atau bila perlu menjadi masukan lagi bagi analisa agar terjadi kesinambungan dalam optimasi sistem.

### **2.2.13 Keunggulan dan Kelemahan Simulasi**

Sebagai salah satu cara mempelajari suatu sistem, simulasi memiliki keunggulan dan kelemahan (Kelton, 2000). Keunggulan simulasi:

- a. Mampu mengakomodasi sistem kompleks dengan variabilitas yang relatif tinggi.
- b. Dapat memodelkan berbagai macam tipe sistem.
- c. Dapat melihat performansi sistem suatu saat bahkan dalam kondisi lain.
- d. Lebih leluasa mengendalikan eksperimen.
- e. Tidak merusak sistem yang ada 38.

- f. Memvisualisasikan sistem pada keadaan nyata.
- g. Menunjang detail sebuah desain.
- h. Hasilnya dapat menjadi masukan perbaikan suatu sistem.
- i. Memungkinkan mempelajari sistem dalam jangka waktu relatif singkat

Kelemahan simulasi:

- a. Sulit mengkontribusikan semua unsur sistem yang kompleks ke model simulasi.
- b. Sifatnya cenderung lebih perspektif.
- c. Sebuah model simulasi hanya mampu menghasilkan nilai estimasi.
- d. Sulit didapat hasil eksak dari parameteranya.
- e. Model simulasi terkadang mahal dan membutuhkan waktu pengembangan.

#### 2.2.14 Penentuan Jumlah Replikasi

Replikasi diperlukan untuk mengetahui jumlah simulasi akan dijalankan. Simulasi yang hanya dijalankan satu kali saja belum tentu telah mempresentasikan keadaan sistem yang sebenarnya. Oleh karena itu replikasi perlu dilakukan beberapa kali agar mewakili sistem yang ada. Dalam penentuan jumlah replikasi, ditetapkan dahulu nilai  $\alpha = 0,1$  dan nilai  $\gamma$  yang dipakai adalah 0,1. Koefisien  $\alpha$  merupakan nilai *confidence interval*, nilai  $\alpha = 0,1$  berarti ada kemungkinan  $\bar{x}$  sebanyak 0,1 dari nilai mean ( $\mu$ ) akan berada diluar range  $\pm \sigma$  dimana: Koefisien  $\gamma$  merupakan pernyataan penyimpangan nilai  $\bar{x}$  dari  $\mu$ . Dengan mengetahui nilai koefisien  $\gamma$ , maka dapat dihitung nilai *relative error* ( $\gamma'$ ) (Kelton, 2000).

$$\begin{aligned} \gamma &= \left| \frac{\bar{x} - \mu}{\mu} \right| \\ \gamma' &= \left| \frac{\gamma}{1 + \gamma} \right| \\ &= \left| \frac{0,1}{1 + 0,1} \right| \\ &= 0,09 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Selanjutnya jumlah replikasi didapat dengan tercapainya kondisi, dimana nilai  $t_{i-1, 1-\alpha/2}$  diperoleh dari distribusi t:

$$Nr^* (\gamma) = \min \{ i \geq n; \frac{t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{x}(n)|} \leq \gamma' \} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$Nr^* (\gamma)$  = jumlah replikasi

$\gamma$  = tingkat *error*

$i$  = jumlah sampel

$\alpha$  = *confidence interval*

S = standar deviasi

$\bar{x}(n)$  = *mean* sampel ke-n

### 2.2.15 Verifikasi dan Validasi

Verifikasi model merupakan proses pemeriksaan terhadap suatu model apakah model tersebut telah sesuai dengan yang diharapkan (Kelton, 1991). Validasi model merupakan proses untuk pemeriksaan terhadap suatu model apakah model tersebut telah berperilaku sesuai dengan sistem nyatanya (Kelton, 1991).

### 2.2.16 Half Width

*Half width* (hw) adalah sebuah interval kepercayaan yang di dalamnya terdapat rentang nilai rata-rata yang benar pada tingkat kepercayaan tertentu. (Harrel, 2000). *Half width* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$hw = \frac{(t_{i-1, 1-\alpha/2}) \cdot s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

hw = *half width*

n = jumlah replikasi atau jumlah sample

$\alpha$  = level signifikansi

s = standar deviasi

$(t_{i-1, 1-\alpha/2})$  = nilai pada tabel t

Level signifikansi dapat dianggap sebagai tingkat rasio atau kemungkinan  $\mu$  yang akan berada di luar interval kepercayaan (Harrel, 2000). Nilai *half width* akan digunakan untuk mencari batas bawah dan batas atas dari nilai  $\bar{x}$ .

$$\text{Batas bawah} = \bar{x} - hw \quad (2.5)$$

$$\text{Batas atas} = \bar{x} + hw \quad (2.6)$$

### 2.2.17 Half Width

Pada simulasi ini digunakan salah satu uji statistika t-test pada *Microsoft Excel*. T-test yang akan digunakan adalah *Two-sample Assuming Equal Variances* menggunakan *Microsoft Excel*. Hipotesis  $H_0$  dan  $H_1$  akan ditentukan terlebih dahulu sebelum uji *t-test* dilakukan.

Menurut Bluman (2012),  $H_0$  atau hipotesis nol adalah hipotesis statistik yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara parameter dan nilai tertentu atau bahwa tidak ada perbedaan antara dua parameter. Hipotesis alternatif atau  $H_1$  adalah hipotesis statistik yang menyatakan adanya perbedaan antara parameter dan nilai tertentu, atau menyatakan bahwa ada perbedaan antara dua parameter. Berikut ini akan ditunjukkan  $H_0$  dan  $H_1$  secara ringkas:  $\mu$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Menurut Triola (2010), langkah yang dilakukan untuk menguji uji *t-test* pada *Microsoft Excel* adalah sebagai berikut:

- Memilih t-test: *Two-sample Assuming Equal Variances* pada data analysis.
- Masukkan rentang nilai dari sampel pertama.
- Masukkan rentang nilai dari sampel kedua.
- Masukkan nilai yang diklaim memberikan perbedaan antara dua populasi. Namun, angka yang sering digunakan adalah 0.
- Masukkan tingkat signifikansi dalam kotak *alpha* dan klik OK.

$\alpha$  merupakan tingkat kesalahan yang mungkin akan terjadi, sedangkan menurut Bluman (2012) *p-value* atau nilai probabilitas adalah probabilitas yang mendapatkan sampel statistik (seperti *mean*) ke arah hipotesis alternatif ketika hipotesis nol benar. Jika *p-value* kurang dari  $\alpha$ , maka  $H_0$  ditolak. Sebaliknya jika *p-value* lebih besar dari  $\alpha$ , maka  $H_0$  tidak ditolak.

### 2.2.18 Program Microsoft Excel 2007

Definisi Program *Excel* atau biasanya disebut lembar kerja elektronik (*electronic spreadsheet*) adalah sebuah versi otomatis dari buku besar akuntansi yang terdiri atas baris dan kolom dari data numeric (O'Leary, 1998 pada Mahadika, 2008).

Program ini mampu menjalankan berbagai perhitungan dari penjumlahan sederhana hingga rumus matematika dan keuangan yang sangat kompleks. Fungsi menggunakan spreadsheet (O'Leary, 1998 pada Mahadika, 2008) antara lain:

- a. Dapat dengan cepat mengedit dan memformat data.
- b. Dapat melakukan perhitungan yang rumit dengan cepat.
- c. Baris dan kolom dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan.
- d. Mampu membuka dan menggunakan lebih dari satu lembar kerja (*spreadsheet*) dan membuat *link* satu sama lain.
- e. Data dapat ditampilkan sebagai gambar, misalnya grafik atau kurva.
- f. Lembar kerja dapat dicetak.

