

BAB 3
LANDASAN TEORI

3.1. Persediaan

3.1.1. Definisi Persediaan

Secara umum persediaan didefinisikan sebagai segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam mengantisipasi permintaan yang bervariasi. Persediaan meliputi semua barang dan bahan yang dimiliki oleh perusahaan dan digunakan dalam proses produksi. Tujuan diadakannya persediaan menurut R.A. Supriyono dalam Rahmawati (2006) antara lain:

1. Menyeimbangkan ke-2 perangkat biaya sehingga biaya total untuk pemesanan dan penyimpanan dapat diminimalisasikan.
2. Menghadapi ketidakpastian permintaan, bahkan jika biaya pemesanan dan biaya set up dapat diabaikan, perusahaan masih perlu mengadakan persediaan karena adanya biaya kehabisan stock
3. Memanfaatkan potongan harga dan menghindari kenaikan harga yang diperkirakan.

3.1.2. Arti Pentingnya Persediaan Bahan Baku

Persediaan bahan baku di dalam perusahaan merupakan hal yang harus dikendalikan dengan baik, karena memegang peranan penting dalam menunjang kelancaran proses produksi pada perusahaan manufaktur. Dalam penyelenggaraan persediaan bahan baku ini akan diusahakan agar bahan baku yang ada di dalam perusahaan

akan mempunyai biaya persediaan yang serendah mungkin.

Menurut Ahyari (1986) ada beberapa hal yang menyebabkan perusahaan mengadakan persediaan bahan baku yaitu:

1. Bahan baku yang akan dipergunakan untuk pelaksanaan proses produksi dari perusahaan-perusahaan tersebut tidak dapat dibeli atau didatangkan secara satu persatu dalam jumlah unit yang diperlukan serta pada saat bahan tersebut akan dipergunakan untuk proses-proses produksi dalam perusahaan. Bahan baku tersebut pada umumnya akan dibeli dalam suatu jumlah unit tertentu, dimana jumlah unit tertentu ini akan dapat dipergunakan untuk menunjang pelaksanaan proses produksi di dalam perusahaan yang bersangkutan dalam beberapa waktu tertentu pula (misalnya untuk beberapa hari, beberapa minggu, beberapa bulan dan lain sebagainya). Dengan keadaan semacam ini maka bahan baku yang sudah dibeli oleh perusahaan namun belum dipergunakan untuk pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan yang bersangkutan akan masuk sebagai persediaan bahan baku dalam perusahaan tersebut. Dengan demikian maka perusahaan yang bersangkutan ini tentunya akan menyelenggarakan persediaan bahan baku di dalam perusahaan serta menanggung resiko-resiko karena adanya persediaan bahan baku tersebut.
2. Apabila terdapat keadaan bahwa bahan baku yang diperlukan tidak ada di dalam perusahaan yang bersangkutan, atau perusahaan tersebut tidak mempunyai persediaan bahan baku, sedangkan bahan baku yang dipesan untuk didatangkan ke dalam

perusahaan yang bersangkutan belum datang, maka pelaksanaan kegiatan proses produksi dalam perusahaan tersebut akan terganggu karenanya. Ketiadaan bahan baku dalam perusahaan ini akan mengakibatkan terhentinya pelaksanaan proses produksi, terutama pada mesin dan peralatan produksi yang langsung memproses bahan baku tersebut. Di dalam waktu-waktu berikutnya maka mesin dan peralatan produksi yang dipergunakan untuk tahap-tahap proses kedua, ketiga dan seterusnya juga akan mengalami kemacetan karena tahap pertama yang langsung mengolah bahan baku tersebut sudah tidak mempunyai keluaran lagi. Proses produksi ini akan dapat berjalan kembali apabila bahan baku yang diperlukan oleh perusahaan tersebut sudah tersedia untuk diproses. Pengadaan bahan baku dalam keadaan tersebut dapat saja terjadi apabila bahan baku yang dipesan perusahaan telah datang, atau perusahaan yang bersangkutan mengadakan pembelian kepada penjual atau *leveransir* bahan baku yang lain, atau mengadakan pembelian mendadak dengan jumlah yang kecil. Cara pengadaan bahan baku yang dilaksanakan dengan jalan keluar keadaan normal tersebut tentunya akan membawa konsekuensi bertambah tingginya harga beli bahan baku yang dipergunakan oleh perusahaan yang bersangkutan. Keadaan-keadaan tersebut tentunya tidak akan menambah keuntungan perusahaan yang bersangkutan, melainkan akan mendatangkan kerugian bagi perusahaan.

3. Untuk menghindarkan diri dari keadaan kekurangan bahan baku tersebut di atas, manajemen perusahaan

yang bersangkutan dapat saja memutuskan untuk menyelenggarakan persediaan bahan baku dalam jumlah unit yang cukup banyak. Namun demikian persediaan bahan baku yang cukup besar dalam suatu perusahaan juga akan membawa berbagai macam akibat yang akan merugikan perusahaan pula. Persediaan bahan baku yang diselenggarakan dalam jumlah yang cukup besar ini tentunya akan mengakibatkan terjadinya biaya-biaya persediaan bahan yang menjadi besar pula. Besarnya biaya persediaan ini akan berarti mengurangi keuntungan yang seharusnya dapat dicapai oleh perusahaan yang bersangkutan. Disamping itu resiko kerusakan bahan juga akan menjadi semakin tinggi.

Sedangkan menurut Siswanto (1985) menyebutkan bahwa persediaan memberikan beberapa fungsi yang penting, alasan yang paling penting untuk mengadakan persediaan adalah:

1. Untuk mengantisipasi permintaan.
2. Untuk menyesuaikan permintaan produksi.
3. Untuk menghindari kekurangan barang.
4. Untuk mengambil keuntungan dari *Quantity Discount*.
5. Untuk mengambil keuntungan dari *order cycle*.

3.1.3. Klasifikasi Persediaan

Terdapat beberapa klasifikasi umum persediaan yang ada dalam sebuah perusahaan antara lain (Ahyari, 1986):

1. Persediaan bahan baku (*raw material*), yaitu persediaan barang-barang berujud yang digunakan dalam proses produksi. Bahan baku dapat diperoleh

dari sumber-sumber alam atau dibeli dari supplier atau dibuat sendiri oleh perusahaan untuk digunakan dalam proses produksi selanjutnya.

2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*Purchased parts*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual atau dikirim kepada pelanggan.

3.1.4. Fungsi-fungsi Persediaan

Beberapa fungsi persediaan secara umum, yaitu (Ahyari, 1986):

1. Fungsi "Antisipasi", yaitu fungsi persediaan untuk menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang selama periode pemesanan kembali, sehingga memerlukan kuantitas persediaan ekstra (persediaan pengaman).

2. Fungsi "*Decoupling*", yaitu fungsi persediaan yang memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa tergantung dari *supplier*. Persediaan diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diperkirakan atau diramalkan.
3. Fungsi "*Economic Lot Sizing*", 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 sebagainya.
4. Menunjang kelancaran proses produksi
5. Menunjang penggunaan mesin-mesin produksi yang optimal
6. Menyampaikan informasi bagi manajemen mengenai keadaan persediaan

3.1.5. Sifat dan Unsur-unsur Persediaan

Terdapat 3 (tiga) unsur penting yang akan menjadi dasar bagi pembahasan persediaan, unsur-unsur tersebut adalah (Ahyari, 1986):

1. Unsur Permintaan (*demand*)

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.

2. Unsur periode datangnya pesanan (*lead time*)

Selama pesanan terhadap suatu barang tertentu dikeluarkan maka beberapa waktu kemudian barang tersebut baru tiba. Selang waktu antara pesanan dikeluarkan hingga saat datangnya pesanan dikenal dengan istilah "*lead time*" atau periode datangnya pesanan.

Apabila permintaan maupun *lead time* dapat diketahui secara pasti maka dikatakan bahwa kita berada pada situasi yang deterministik, akan tetapi bila salah satu yaitu permintaan atau *lead time* atau keduanya ditentukan dengan distribusi probabilitas maka dikatakan bahwa sifatnya berada dalam jangkauan probabilistik.

3. Unsur permintaan selama periode datangnya pesanan

Apabila karakteristik atau sifat-sifat dari permintaan dan periode datangnya pesanan telah dapat ditunjukkan, maka sifat-sifat dari unit yang diminta selama periode datangnya pesanan dapat segera diperkirakan. Unit yang diminta selama periode datangnya pesanan dapat terjadi tetap atau berubah-ubah tergantung pada sifat permintaan atau tingkat pemakaian selama periode datangnya pesanan dan perilakunya.

3.1.6. Biaya Persediaan

Menurut Ahyari (1986) ada empat biaya utama yang berkaitan dengan persediaan yaitu biaya pembelian (*purchase cost*), biaya pemesanan (*procurement/ordering cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*), biaya kehabisan atau kekurangan persediaan (*stockout cost*).

1. Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)

Yang dimaksud dengan biaya pembelian adalah harga yang harus dibayar untuk setiap unit barang. Terdapat dua macam kemungkinan untuk harga barang tersebut. Kemungkinan pertama adalah harga barang per unit yang tetap, dan yang kedua adalah harga barang per unit yang berubah, kemungkinan yang terakhir ini dijumpai bila diberikan potongan harga tertentu untuk jumlah tertentu.

2. Biaya Pemesanan (*Procurement/Ordering Cost*)

Biaya yang berhubungan dengan pemesanan dan penerimaan barang persediaan. Termasuk penentuan berapa yang dibutuhkan, inspeksi barang saat kedatangan baik kualitas maupun kuantitas, pembongkaran dan pemasukan barang ke gudang.

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Biaya yang berhubungan dengan barang yang ada di gudang/persediaan. Termasuk pajak, bunga, depresiasi dan asuransi. Biaya ini juga meliputi *opportunity cost* yang berhubungan dengan dana yang digunakan untuk persediaan yang dapat digunakan untuk hal lain. Biaya persediaan dapat ditentukan dengan menspesifikasikan biaya simpan sebagai persentase dari harga beli produk per unit atau dengan menspesifikasikan biaya simpan dengan harga tertentu untuk tiap unit.

4. Biaya Kehabisan atau Kekurangan Bahan (*Stock Out Cost*)

Kadang-kadang karena satu dan lain hal, terpaksa pesanan tidak dapat datang pada waktunya sehingga produksi harus berhenti karena kehabisan persediaan.

Biaya kehabisan persediaan harus dibedakan untuk kondisi sebagai berikut:

- a. Biaya perusahaan kehabisan pada saat menerima pesanan maka tentu saja pesanan tersebut tidak dapat segera dikerjakan karena tidak tersediaanya bahan baku. Sebagai jalan keluarnya maka kebutuhan bahan bakunya harus dipenuhi secara darurat agar perusahaan tidak kehilangan kesempatan untuk memperoleh laba dari pesanan tersebut atau yang lebih sering dikenal dengan istilah *back order*.
- b. Kehilangan pesanan atau kesempatan mendapatkan laba. Dalam situasi ini *stock out cost* terdiri dari kerugian karena kehilangan laba dari penjualan dan kerugian dari *good will*

3.1.7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Persediaan

Ada beberapa macam faktor yang mempengaruhi persediaan bahan baku. Faktor-faktor tersebut antara lain (Ahyari, 1986):

1. Perkiraan Pemakaian

Perkiraan ini merupakan perkiraan tentang seberapa besar jumlah bahan baku yang akan dipergunakan oleh perusahaan untuk keperluan proses produksi.

2. Biaya Persediaan

Biaya persediaan terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel.

Biaya variabel adalah biaya yang berubah-ubah karena adanya perubahan jumlah persediaan dalam gudang.

Biaya tetap adalah elemen-elemen biaya persediaan yang relative tetap jumlah totalitasnya dalam jangka pendek dengan tidak memandang adanya variasi yang

normal dan jumlah persediaan yang disimpan, misalnya biaya depresiasi atau penyusutan ruang yang digunakan, pajak, biaya pemeliharaan gudang, buruh penjaga gudang dan lain sebagainya.

3. Kebijakan Pembelanjaan

Besar kecilnya persediaan bahan baku untuk mendapatkan dana dari perusahaan akan tergantung dari kebijakan perusahaan.

4. Persediaan pengaman (*Safety Stock*)

Safety stock merupakan persediaan minimal yang harus dipertahankan oleh perusahaan dalam kaitannya dengan kelancaran proses produksi.

5. Pemakaian sebenarnya.

Besarnya jumlah pemakaian bahan baku dalam proses produksi serta bagaimana hubungannya dengan perkiraan pemakaian yang sudah ada harus senantiasa dianalisa. Dari hasil perhitungan pemakaian bahan baku untuk satu periode sebelumnya, maka perusahaan dapat memperkirakan banyaknya bahan baku yang dibutuhkan atau harus digunakan.

6. Waktu Tunggu (*Lead Time*)

Waktu tunggu adalah tenggang waktu yang diperlukan atau yang terjadi saat pemesanan bahan baku dengan datangnya bahan baku itu sendiri.

7. Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Untuk menjaga kelancaran proses produksi tidaklah cukup hanya dengan menentukan jumlah bahan baku yang akan dibeli. Namun juga harus ditetapkan juga saat yang tepat untuk pemesanan bahan baku agar bahan baku dapat datang tepat pada waktunya.

3.2. Pengendalian Produksi Probabilistik

Dalam persediaan jumlah pesanan yang ekonomis sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya tingkat permintaan serta selang waktu antara saat pemesanan dikeluarkan hingga saat datangnya pesanan. Jumlah pesanan yang ekonomis tersebut dapat diklasifikasikan dalam dua model yaitu *EOQ* model deterministik dan *EOQ* model probabilistik.

EOQ deterministik mengasumsikan bahwa *demand* maupun *lead time* diketahui secara pasti. Walaupun demikian kadang-kadang besarnya pesanan tidak dapat langsung ditentukan. Hal yang ini disebabkan karena adanya beberapa kendala seperti keterbatasan tempat penampungan bahan dan juga keterbatasan dana (modal kerja) yang disediakan untuk pembelian bahan. Oleh sebab itu besarnya pembelian bahan (jumlah pesanan) harus diasumsikan dengan kendala yang ada.

Namun demikian pada kenyataannya besarnya tingkat permintaan dan periode datangnya pesanan tidak dengan mudah dipastikan. Pengaruh dari lingkungan eksternal dan internal menyebabkan permintaan berfluktuasi, masalah pengangkutan dan mungkin juga tidak tersedianya bahan yang dipesan akan menyebabkan penundaan pengiriman pesanan dari penyalur. Oleh sebab itu, faktor-faktor lingkungan yang berbentuk parameter-parameter model persediaan dapat ditentukan secara probabilitas.

Suatu model dikatakan probabilistik bila salah satu dari *demand* atau *lead time* atau bahkan keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti, dimana perilakunya harus diuraikan dengan distribusi probabilitas. Pertimbangan

yang sangat penting dalam setiap model probabilistik adalah adanya kemungkinan kehabisan persediaan atau *stock outs*. *Stock outs* atau kehabisan persediaan dapat timbul karena naiknya tingkat pemakaian persediaan yang diharapkan ataupun waktu penerimaan barang yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan.

Peristiwa kehabisan persediaan akan menimbulkan biaya-biaya tertentu seperti kehilangan laba potensial, *good will*, dan lain-lain yang sangat tidak diharapkan manajemen. Oleh karena itu perlu diambil tindakan-tindakan untuk mengurangi atau bahkan mungkin menghindarinya. Untuk menghindarkan diri dari masalah kehabisan persediaan atau *safety stock*. Tetapi, pembentukan *safety stock* akan berakibat pada naiknya biaya persediaan, yaitu biaya simpan untuk cadangan persediaan. Semakin besar cadangan persediaannya maka akan semakin besar pula biaya simpannya.

Pokok perhatian dalam model probabilistik adalah analisis terhadap perilaku persediaan selama *lead time*. *Reorder point* adalah saat dimana pesanan harus dibuat yang mana diharapkan dengan pesanan pada saat tersebut barang akan datang tepat pada waktunya sesuai dengan lamanya periode *lead time*. Pada model probabilistik ini terdapat beberapa kemungkinan yang terjadi pada periode waktu setelah pesanan dibuat yaitu (Reksohadiprojo, 1995):

1. Tingkat pemakaian bahan konstan, namun periode datangnya pesanan berubah-ubah atau tidak tentu.
2. Waktu tunggu konstan, namun tingkat pemakaian bahan berubah-ubah atau tidak tentu.

3. Baik tidaknya pemakaian maupun tingkat pemakaian bahan berubah-ubah atau tidak tentu.

3.3. Sistem

Pengertian sistem dalam definisi formal adalah suatu kumpulan elemen yang saling berhubungan melalui berbagai bentuk interaksi dan bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan.

Menurut Mudjihartono (1998), sistem adalah kumpulan objek/elemen yang berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu.

Karakteristik sistem adalah sebagai berikut :

1. Terdiri dari elemen-elemen yang membentuk satu kesatuan sistem
2. Adanya tujuan dan saling ketergantungan
3. Adanya interaksi antar elemen
4. Mengandung mekanisme, ada transformasi dari input menjadi output
5. Ada lingkungan yang mengakibatkan dinamika sistem

Beberapa pembelajaran mengenai sistem adalah sebagai berikut (Kelton, 2007):

1. Eksperimen Sistem Aktual vs Eksperimen Model Sistem

Jika eksperimen dengan sistem aktual memungkinkan, maka tidak perlu dipermasalahkan validitas eksperimen tersebut. Namun demikian, eksperimen sistem aktual jarang dilakukan, karena akan memakan biaya yang besar, dan mengandung resiko yang besar. Dengan alasan ini, disusun suatu model yang mempresentasikan sistem aktual, sehingga analisis dimungkinkan untuk bereksperimen dengan model seolah-olah seperti bereksperimen dengan sistem

nyatanya. Bereksperimen dengan model mengandung konsekuensi harus melakukan validasi model.

2. Model Fisika vs Model Matematis

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

3. Solusi Analitis vs Simulasi

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

3.4. Simulasi

Simulasi merupakan teknik yang digunakan dalam penelitian operasional dan teknik-teknik manajemen. Simulasi banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang bersifat probabilistik, yang biasanya sulit didekati dengan analisis matematis (Kelton, 2007).

Kata simulasi (*simulate*) mempunyai arti meniru atau menyerupai. Simulasi merupakan sebuah tiruan dari sebuah cara operasi di dunia nyata. Model simulasi adalah suatu teknik dimana hubungan sebab-akibat dari suatu sistem ditangkap (*capture*) di dalam sebuah model komputer, untuk menghasilkan beberapa perilaku sesuai dengan sistem nyata, (Kelton dalam Setiawan, 2005).

Ada beberapa kareakteristik model-model simulasi, yaitu (Kelton dalam Setiawan, 2005):

1. Statik-dinamik

Model simulasi digunakan untuk mempresentasikan baik keadaan statik maupun dinamik. Model dinamik sering digunakan untuk menggambarkan penjualan dari produk baru, sedangkan model statik lebih sering digunakan dalam perancangan tata letak ruangan dan fasilitas.

2. Kontinyu-diskret

Variabel-variabel dalam simulasi dapat berubah dalam empat cara :

- a. Secara kontinyu dalam seluruh selang waktu
- b. Secara kontinyu dalam selang waktu tertentu
- c. Secara diskret dalam seluruh selang waktu
- d. Secara diskret dalam selang waktu tertentu

Penggunaan variabel bergantung pada situasi yang dimodelkan, tujuan pemodelan dan jenis fasilitas komputasi yang tersedia.

3. Agregat-detail

Tingkat agregat merupakan salah satu karakteristik yang penting dari model simulasi dan tingkat agregat ini sangat bergantung pada tujuan pemodelannya.

4. Deterministik-stokastik

Beberapa kasus memiliki sifat stokastik yang harus dimodelkan secara eksplisit, tetapi seringkali dianggap cukup untuk memodelkan situasi tersebut secara deterministik menggunakan nilai ekspektasi dari variabel.

5. Ukuran selang waktu

Dimensi dari simulasi adalah ukuran dari selang waktu. Untuk model yang bersifat agregat menggunakan

satuan waktu yang relatif besar (tahun, dekade). Sedangkan untuk model yang lebih detail biasanya menggunakan satuan waktu yang lebih kecil (hari, menit, detik).

3.4.1. Tahapan Simulasi

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

1. 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.

2. Mengumpulkan data

Pada tahap ini, informasi dan data yang menunjang pemodelan sistem, dikumpulkan dan nantinya diinputkan setelah badan model selesai disusun.

3. Memilih software dan mengembangkan model

Pada tahap ini, model mulai disusun dan dikembangkan dengan cara dan bahasa yang sesuai dengan software yang digunakan.

4. Melakukan verifikasi dan validasi model

Verifikasi adalah langkah memastikan bahwa model berlaku benar sesuai dengan konsep dan asumsi yang dibuat dan ditranslate secara benar ke dalam bahasa softwarena. Verifikasi dilakukan dengan cara meneliti jalannya simulasi untuk setiap bagian model. Validasi adalah langkah untuk memastikan bahwa model benar-benar mempresentasikan sistem

nyatanya dan dapat digunakan untuk pembelajaran sistem tersebut.

5. Melakukan analisis dan eksplorasi model

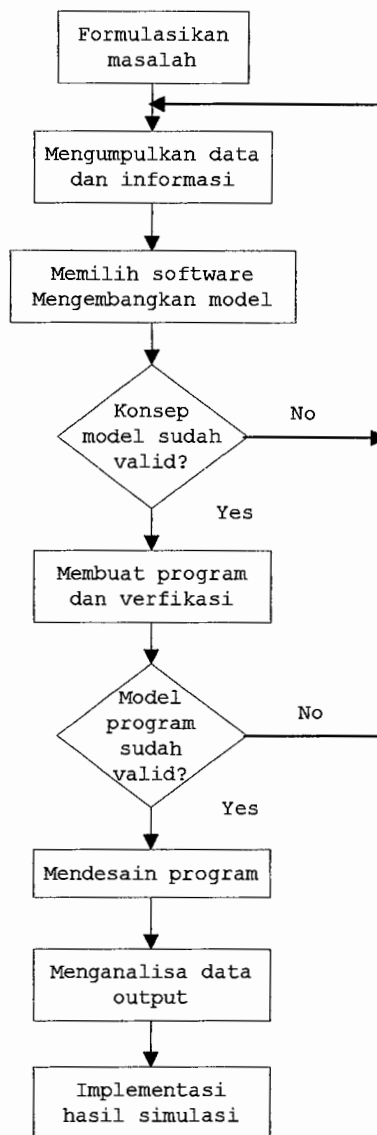
Pada tahap ini, sistem dapat dianalisis melalui model yang telah valid. Pada sistem yang bersifat terbuka, dimungkinkan melakukan eksplorasi model dengan melakukan perubahan kondisi input maupun keadaan lainnya.

6. Melakukan eksperimen optimasi model

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

7. Mengimplementasikan hasil simulasi

Hasil simulasi perlu disampaikan pada manajemen sebagai masukan perbaikan sistem. Implementasi hasil simulasi dalam sistem nyata perlu terus dipantau atau bila perlu menjadi masukan lagi bagi analisis agar optimasi sistem dapat berkesinambungan.



Gambar 3.1. Tahapan Simulasi (Kelton, 2000)

3.4.2. Keunggulan dan Kelemahan Simulasi

Sebagai salah satu cara mempelajari suatu sistem simulasi memiliki keunggulan dan kelemahan. Keunggulannya antara lain adalah (Kelton, 2000):

1. Mampu mengakomodasi sistem yang kompleks dan variabelitas yang relatif tinggi.
2. Dapat memodelkan berbagai macam tipe sistem.
3. Dapat melihat performansi sistem suatu saat, bahkan pada kondisi lain.
4. Lebih leluasa mengendalikan eksperimen.
5. Tidak merusak sistem yang ada.
6. Memvisualisasikan realitas sistem.
7. Menunjang detail sebuah desain.
8. Hasilnya dapat menjadi masukan perbaikan sistem.
9. Memungkinkan mempelajari sistem dalam frame waktu yang relatif panjang dalam waktu relatif singkat.

Sedangkan kelemahan simulasi adalah (Kelton, 2000):

1. Sulit mengkontribusikan semua unsur sistem yang kompleks ke dalam model simulasi.
2. Sifatnya lebih cenderung perspektif.
3. Sebuah model simulasi hanya mampu menghasilkan nilai estimasi saja.
4. Sulit didapat hasil eksak dari parameteranya.

3.5. Penentuan Jumlah Replikasi

Simulasi yang telah dibuat, tidak cukup jika hanya dijalankan satu kali. Karena belum tentu sudah bisa mempresentasikan sistem yang ada. Oleh karena itu, simulasi perlu dijalankan sebanyak beberapa kali agar dapat mewakili sistem. Untuk menentukan berapa kali suatu simulasi harus dijalankan, maka ditentukan jumlah replikasi agar didapatkan hasil yang sesuai sistem yang sebenarnya. Parameter yang digunakan untuk menentukan jumlah replikasi adalah *average total cost*

untuk menentukan jumlah replikasi, terlebih dahulu ditetapkan $\alpha = 0,1$ dan nilai y yang dipakai adalah $0,1$ (Kelton, 2000). Koefisien α merupakan nilai confidence interval. Nilai $\alpha = 0,1$ berarti ada kemungkinan sebanyak $0,1$ nilai mean akan berada diluar range. Jumlah replikasi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$n_r(y) = \min \left\{ i \geq n; \frac{t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{x}(n)|} \leq y' \right\} \quad (3.1)$$

$$y' = y / (1+y) \quad (3.2)$$

dimana : $n_r(y)$ = jumlah replikasi
 y = tingkat error
 i = jumlah *sample*
 α = tingkat kepercayaan
 S = standar deviasi
 $\bar{x}(n)$ = mean *sample* ke- n

(Law and Kelton, 2007)

3.6. Verifikasi dan Validasi

3.6.1. Verifikasi

Verifikasi model merupakan proses pemeriksaan terhadap suatu model apakah model tersebut telah sesuai dengan yang diharapkan (Kelton, 2000).

3.6.2. Validasi

Validasi model merupakan proses untuk pemeriksaan terhadap suatu model apakah model tersebut telah

berperilaku sesuai dengan sistem nyatanya (Kelton, 2000).

3.7. Uji Beda Nyata

Uji beda nyata dilakukan apabila terjadi overlap dalam skenario-skenario yang dibuat. Untuk melakukan pengujian tersebut digunakan *tools* pada *microsoft excel*. Hasil yang diperoleh dikatakan tidak berbeda secara *significant*, dilihat dari " $p(T \leq t)$ *two tail*" yang lebih besar dari 0,05. Berikut langkah-langkah untuk melakukan pengujian beda nyata:

1. Buka data yang akan diuji pada *microsoft excel* lalu klik *tools data analysis*.
2. Pilih *t-test paired two sample means*, lalu klik OK.
3. Isi "*variabel 1 range*" dengan kolom yang berisi data yang akan diuji, lalu isi "*variabel 2 range*" dengan kolom data yang akan di bandingkan kemudian klik OK.