

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Inventori atau persediaan adalah barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada periode mendatang. Persediaan dapat berbentuk bahan baku yang disimpan untuk proses, komponen yang diproses, barang dalam proses pada proses manufaktur dan barang jadi yang disimpan untuk dijual. Persediaan memegang peranan penting agar perusahaan dapat berjalan dengan baik (Kusuma, 2009). Persediaan yang dimiliki harus seimbang antara persediaan dengan kebutuhan. Apabila nilai persediaan terlalu besar dapat menimbulkan potensi resiko yang harus ditanggung perusahaan dengan kemungkinan terjadi kerusakan. Selain itu biaya persediaan yang tinggi dapat diartikan sebagai biaya investasi atau modal yang tertanam. Namun tanpa persediaan yang cukup juga dapat menimbulkan kemungkinan untuk terjadinya kekurangan persediaan sehingga dapat mengganggu kelancaran proses produksi (Kusuma, 2009).

Grondys (2015) melakukan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan utama dalam manajemen persediaan suku cadang yaitu menentukan tingkat dan struktur persediaan yang harus dipelihara secara mutlak di gudang. Penelitian yang dilakukan menggunakan model peramalan siap pakai untuk menentukan permintaan yang akan datang dengan mempertimbangkan data masa lalu dan potensi perubahan faktor eksternal. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menunjukkan isu – isu yang dipilih dari manajemen persediaan suku cadang.

Shivsharan (2014) melakukan penelitian mengenai tingkat kepuasan pelanggan dimana hal tersebut sangat bergantung pada kemampuan produsen untuk merespon pesanan pelanggan dengan cepat. Peneliti meninjau mengenai optimasi biaya persediaan di bawah kendala tingkat layanan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *safety stock* untuk semua produk dalam persediaan multi produk yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat layanan tersebut. Peneliti mengembangkan dua model optimasi untuk berbagai jenis ukuran tingkat pelayanan. Model – model tersebut dipecahkan dengan teknik relaksasi *Lagrangian* secara komputasi di *Microsoft Excel*, kemudian melakukan simulasi untuk memvalidasi hasil dan menguji kinerja dari model tersebut.

Maria (2016) melakukan penelitian mengenai sistem persediaan bahan baku teh di *Laresolo Tea House* yang belum mengetahui kebijakan dalam pemesanan jumlah teh yang optimum dan kapan teh harus dipesan kepada supplier. Penelitian dilakukan untuk menentukan jumlah pesan yang optimum dan waktu pemesanan yang tepat untuk menghindari terjadinya kelebihan ataupun kekurangan persediaan sehingga dapat meminimasi total biaya persediaan. Dalam menyelesaikan masalah ini penulis menggunakan model simulasi dengan bantuan *software Microsoft Excel 2007*.

Christy (2013) melakukan penelitian untuk menemukan formula dalam penentuan *Target Stock Level (TSL)* agar minimum namun tetap dapat memenuhi semua permintaan yang ada. Penelitian yang dilakukan adalah pada pola data permintaan yang berdistribusi triangular. Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan juga *mean, standard deviasi, lead time*, dan periode kedatangan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, peneliti menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software Microsoft Excel 2007*.

Porras dan Dekker (2012) melakukan penelitian pada kilang minyak yang bertujuan memberikan usulan metodologi untuk pengendalian persediaan suku cadang yang efektif. Teknik pemodelan perbedaan permintaan dan kebijakan inventaris dievaluasi menggunakan data aktual. Penelitian ini menggunakan dua pendekatan untuk optimalisasi sistem persediaan suku cadang yaitu pendekatan *ex-ante* dan *ex-post*. Peneliti melakukan simulasi model dengan menggunakan *MatLab v.7.0*.

Pada penelitian sekarang ini penulis akan memberikan usulan metode dalam mengatur sistem persediaan yang optimum pada pengendalian suku cadang di *PT. XYZ* agar tidak terjadi *overstock* ataupun *stockout*. Dengan sistem persediaan yang optimum maka dapat meminimasi biaya persediaan yang ada di gudang. Dalam penyelesaian permasalahan ini penulis menggunakan metode simulasi dengan menggunakan *software Microsoft Excel 2013*.

Tabel 2.2. Tabel Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Penulis	Judul	Metode dan Alat	Tujuan
Katarzyna Grondys (2015)	<i>Issues of Safety Stock Management of Spare Parts in Industrial Companies</i>	Studi Literatur	Menunjukkan isu – isu yang dipilih dari manajemen persediaan suku cadang
Chetan T. Shivsharan (2014)	<i>Optimizing the Safety Stock Inventory Cost Under Target Service Level Constraints</i>	Teknik Relaksasi Lagrangian dan Microsoft Excel	Mengetahui nilai <i>safety stock</i> semua produk yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat layanan
Desy Maria (2016)	<i>Inventory Policy of Tea at Laresolo Tea House</i>	Simulasi dengan Microsoft Excel 2007	Menetapkan jumlah pemesanan teh yang optimum dan waktu pemesanan yang tepat
Shella Christy (2013)	Penentuan Target <i>Stock Level</i> (TSL) pada Permintaan dengan Distribusi Triangular	Simulasi dengan Microsoft Excel 2007	Menemukan formula untuk menentukan target <i>stock level</i> (TSL) yang minimum
Porras dan Dekker (2012)	<i>An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different reorder point methods</i>	Pendekatan <i>ex-ante</i> & <i>ex-post</i> dan simulasi dengan MatLab v.7.0	Memberikan usulan metodologi untuk pengendalian persediaan suku cadang yang efektif
Penelitian saat ini (2018)	Usulan Perbaikan Sistem Persediaan <i>Spare Part</i> untuk Meminimasi Biaya Persediaan di PT. XYZ	Pendekatan probabilistik stokastik dan Simulasi dengan Microsoft Excel 2013	Memberikan usulan metode perbaikan sistem persediaan yang optimum sehingga mampu meminimasi biaya persediaan tanpa terjadi <i>overstock</i> ataupun <i>stockout</i> .

2.2. Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian yang dilakukan.

2.2.1. Pengertian Persediaan

Persediaan adalah barang-barang yang dimiliki perusahaan untuk dijual dalam waktu tertentu, atau juga dapat berupa barang-barang yang belum selesai pengerjaannya, atau juga berwujud material yang masih menunggu waktu untuk dipergunakan dalam proses produksi selanjutnya (Rangkuti, 2004).

Menurut Dobler at al, ada beberapa klasifikasi persediaan atau *inventory* yang digunakan oleh perusahaan, antara lain :

a. *Inventory* Produksi

Dalam klasifikasi inventori produksi mencakup material dan juga bahan-bahan lainnya yang akan dipergunakan pada proses produksi dan bahan termasuk bagian dari produk.

b. *Inventory* MRO (*Maintenance, Repair, and Operating supplies*)

Kategori ini mencakup barang-barang yang akan dipergunakan pada proses produksi tetapi bukan merupakan bagian dari produk. Seperti contohnya pelumas atau pembersih.

c. *Inventory In-Process*

Yang termasuk dalam kategori inventori ini adalah produk setengah jadi. Produk yang termasuk dalam kategori inventori ini bisa ditemukan dalam berbagai proses produksi.

d. *Inventory Finished-goods*

Kategori ini adalah seluruh produk yang sudah jadi dan sudah siap untuk dilakukan pemasaran.

2.2.2. Unsur-unsur Persediaan

Siswanto (1985) menjabarkan bahwa terdapat tiga unsur yang menjadi dasar bagi persediaan. Unsur tersebut adalah:

a. Unsur permintaan (*demand*)

Terdapat dua jenis permintaan yang dapat terjadi dalam proses operasi usaha bisnis. Pertama adalah dapat diketahui dengan pasti adanya permintaan di hari mendatang sehingga permintaan tersebut bersifat deterministik. Kedua adalah tidak dapat diketahui dengan pasti permintaan di hari mendatang sehingga

permintaan tersebut bersifat probabilistik yang akan ditentukan dengan menggunakan distribusi probabilitas.

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

Jarak waktu antara ketika dilakukan pemesanan kepada *supplier* hingga kedatangan barang yang dipesan disebut sebagai *lead time*. *Lead time* juga berarti sebagai periode kedatangan pesanan. Jika permintaan maupun periode datangnya pesanan dapat diketahui dengan pasti maka dapat dikatakan situasi tersebut deterministik, sedangkan apabila salah satu ataupun keduanya dalam situasi sebaliknya maka termasuk model probabilistik.

c. Unsur permintaan selama periode datangnya pesanan

Setelah penentuan karakteristik dari periode datangnya pesanan maka dapat diperkirakan juga unit yang diminta selama periode datangnya pesanan. Unit yang diminta selama periode datangnya pesanan dapat berjumlah tetap atau juga kemungkinan dapat berubah-ubah yang tergantung dari sifat dan perilaku permintaannya.

2.2.3. Pengendalian Persediaan

Salah satu fungsi manajerial yang penting dalam perusahaan adalah pengendalian persediaan. Menurut Ishak (2010), tujuan pengendalian persediaan yaitu sebagai berikut:

- i. Pemasaran menginginkan persediaan agar dapat melayani permintaan konsumen dengan cepat.
- ii. Produksi ingin membuat proses produksi dapat beroperasi dengan efisien karena persediaan yang dimiliki tersedia ketika dibutuhkan.
- iii. Pembelian (*purchasing*) menggunakan sebagai pembatas apabila dalam pembelian terjadi kenaikan harga dan apabila terjadi kekurangan produk.
- iv. Bagian keuangan ingin meminimasi semua bentuk persediaan karena persediaan mengeluarkan biaya perawatan dan bentuk investasi yang tertanam atau perhitungan untuk pengembalian modal yang dikeluarkan perusahaan.
- v. Aspek personalia menginginkan terdapat persediaan agar dapat digunakan untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi pada kebutuhan tenaga kerja.
- vi. Bagian rekayasa (*engineering*) menggunakan persediaan sebagai bentuk antisipasi apabila terjadi perubahan dalam rekayasa.

Nur Bahagia (2006) mengemukakan bahwa salah satu permasalahan yang terjadi dalam sistem persediaan pada umumnya adalah permasalahan kebijakan persediaan. Permasalahan kebijakan persediaan berkaitan dengan bagaimana menjamin agar setiap permintaan dapat dipenuhi dengan ongkos minimal. Masalah tersebut berhubungan dengan penentuan besarnya *operating stock* dan *safety stock*. Masalah lain yang sering muncul adalah penentuan barang yang akan dibuat atau dipesan dan waktu pemesanan barang.

2.2.4. Safety Stock

Safety stock atau persediaan pengaman merupakan tambahan dalam persediaan yang dilakukan sebagai pelindung dari kemungkinan adanya kekurangan bahan yang dapat terjadi (Rangkuti, 2004). Terdapat tiga faktor dalam menentukan jumlah persediaan pengaman sebagai berikut:

- a. Jumlah rata-rata *demand* atau kebutuhan;
- b. Waktu;
- c. Perhitungan biaya - biaya yang digunakan.

Usaha untuk menghindari terjadinya kekurangan bahan atau stok akan menimbulkan kenaikan biaya simpan akibat dari adanya *safety stock*. Terdapat beberapa metode dalam menentukan jumlah *safety stock* dimana salah satunya adalah *service level*. *Service level* merupakan target dari perusahaan dalam memenuhi permintaan dari stok yang dimiliki. Pada umumnya perusahaan menetapkan 95% *service level* yang berarti kemungkinan untuk permintaan yang tidak dapat terpenuhi hanyalah sebesar 5%. Semakin tinggi *service level* maka akan menimbulkan nilai *safety stock* yang semakin tinggi pula.

Berikut akan dipaparkan mengenai perhitungan *safety stock* dari beberapa rumus yang digunakan.

a) Perhitungan Safety Stock dengan Service Level

Rumus umum persediaan pengaman (*safety stock*) untuk tingkat permintaan variabel tanpa memiliki *lead time* yaitu:

$$SS = z (\sigma d) \quad (2.1)$$

Keterangan:

SS : *Safety stock*

z : *standardize score service level*

σD : Standar Deviasi dari tingkat kebutuhan

b) Perhitungan Safety Stock dengan Variasi Demand

Jumlah *safety stock* yang harus tersedia untuk mengantisipasi *demand* yang memiliki deviasi dan memiliki *lead time* adalah dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Safety stock} = Z \times \sqrt{LT} \times \sigma D \quad (2.2)$$

Keterangan:

Z = *Safety factor*

σD = Std deviasi dari *demand*

LT = *Lead time*

c) Perhitungan Safety Stock dengan Variasi Lead Time

Bila terjadi variasi dalam *lead time* maka rumusnya menjadi seperti berikut ini.

$$\text{Safety stock} = Z \times \sigma LT \times D \text{ rata-rata} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Z = *Safety factor*

σLT = Std deviasi *lead time*

D rata-rata = *Demand/kebutuhan rata-rata*

2.2.5. Re-order Point (ROP)

Bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan operasional proses produksi pada perusahaan tidaklah cukup hanya dengan melakukan sekali pemesanan barang saja. Maka dengan demikian akan dilakukan pemesanan atau pembelian kembali barang secara berkala dalam periode tertentu. *Re-order point* (ROP) adalah pada tingkat persediaan berapa pemesanan harus dilakukan agar barang datang tepat pada waktunya diperlukan.

Adapun rumus dalam menentukan *re-order point* adalah :

$$\text{ROP} = Lt \times Q \quad (2.4)$$

Keterangan:

ROP = *Re-order point*

Lt = *Lead time* (hari, minggu, atau bulan)

Q = Rata – rata pemakaian (per hari, per minggu, atau per bulan)

2.2.6. Biaya Persediaan

Baroto (2002) mengatakan bahwa terdapat biaya-biaya variabel yang dapat mempengaruhi keputusan jumlah persediaan, yaitu:

a) Biaya Simpan

Biaya simpan merupakan biaya yang terdiri dari variasi biaya-biaya yang berpengaruh langsung pada jumlah persediaan yang ada. Biaya simpan mencakup biaya: fasilitas (penerangan, ruangan, dll), asuransi untuk persediaan, pajak dari persediaan, dan biaya apabila terjadi pencurian.

b) Biaya Pemesanan atau Pembelian

Biaya pemesanan atau pembelian mencakup biaya: proses pemesanan atau ekspedisi, telepon, surat menyurat, pengepakan dan penimbangan, dan pengiriman ke gudang.

c) Biaya Penyiapan Pabrik

Biaya ini terjadi apabila terdapat bahan - bahan atau komponen yang tidak dibeli, namun pabrik memproduksinya sendiri. Perusahaan mengalami biaya penyiapan guna memproduksinya. Adapun yang termasuk dalam biaya – biaya ini yaitu: biaya mesin-mesin menganggur, penyiapan tenaga kerja langsung, penjadwalan, dan ekspedisi.

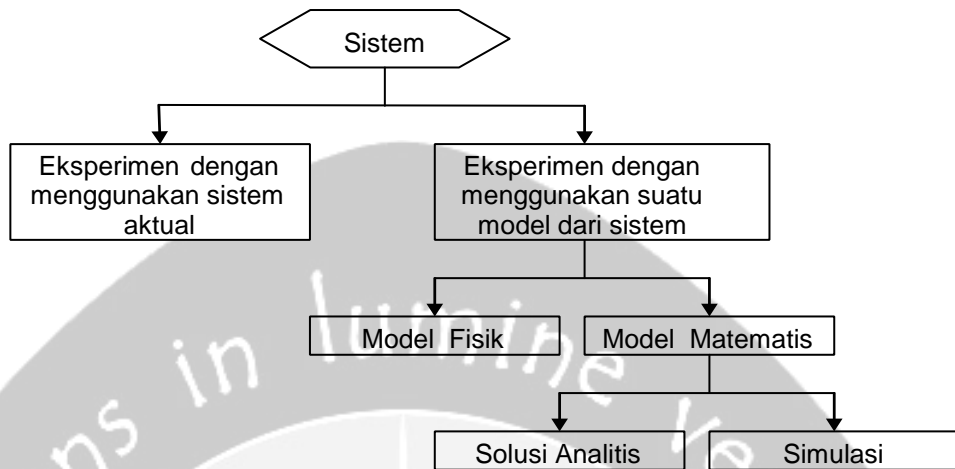
d) Biaya kehabisan / kekurangan bahan

Biaya kekurangan atau kehabisan bahan merupakan biaya yang ditimbulkan apabila terjadi kondisi dimana persediaan yang dimiliki tidak mencukupi permintaan atau kebutuhan bahan yang ada. Yang termasuk dalam biaya-biaya ini yaitu: biaya akibat kehilangan penjualan, terjadi kehilangan pelanggan, biaya akibat pemesanan khusus, ekspedisi, selisih harga, dan biaya akibat terganggunya operasi.

2.2.7. Sistem, Model, dan Simulasi

Sistem merupakan suatu kumpulan objek atau komponen yang saling bekerja sama atau berinteraksi dalam mencapai suatu tujuan. Sementara model adalah suatu deskripsi yang logis mengenai bagaimana sistem atau komponen tersebut dapat berinteraksi atau bekerja. Setelah mampu membuat model dalam mendeskripsikan suatu sistem, harapannya model tersebut dapat memberikan kemudahan dalam melakukan suatu analisis.

Berikut ini digambarkan cara dalam mempelajari sistem.



Gambar 2.1. Cara dalam Mempelajari Sistem

a. Eksperimen dengan menggunakan sistem aktual dibandingkan eksperimen dengan menggunakan suatu model dari sistem.

Apabila suatu sistem dapat memungkinkan untuk dioperasikan karena memerlukan biaya yang tidak besar, maka dengan eksperimen adalah cara terbaik karena hasilnya akan sesuai dengan sistem aktual. Sedangkan apabila sistem jarang terjadi atau mungkin belum pernah ada dan memerlukan biaya besar maka hal yang dapat dilakukan hanya menggunakan model untuk menggambarkan sistem aktual yang ada.

b. Model fisik dibandingkan dengan model matematis.

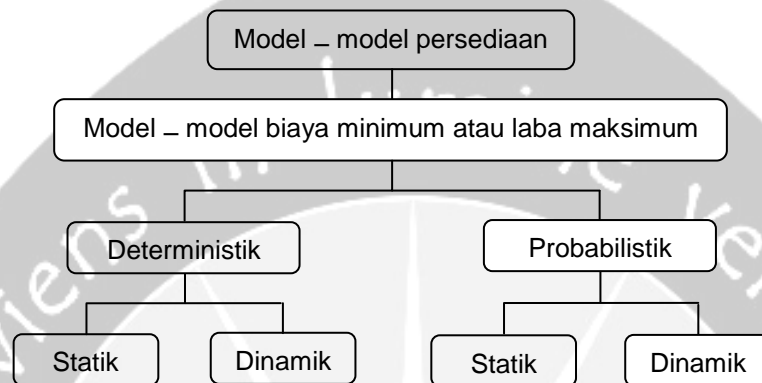
Dengan model fisik adalah mewakili sebagian dari sifat fisik sistemnya sehingga dapat mendekati sistem aktualnya. Sedangkan dengan model matematis, hubungan yang ada seperti logika atau kuantitatif dimanipulasi agar dapat terlihat seperti apa sistem tersebut bereaksi.

c. Solusi analitis dibandingkan dengan simulasi.

Apabila telah mampu untuk merumuskan model matematis, selanjutnya model dikaji ulang antara relasi – relasi dalam matematisnya untuk menemukan solusi analitisnya. Jika dapat memperoleh solusi analitisnya maka lebih baik menggunakannya karena merupakan solusi yang tepat untuk masalah yang dihadapkan. Namun kerap kali model yang ada terlalu kompleks yang membuat sulit secara analitis untuk menyelesaikannya. Jika demikian dapat dipelajari model yang ada dengan menggunakan simulasi. Perlu diingat bahwa simulasi tidak dapat

memberikan jaminan untuk menghasilkan solusi optimal namun dapat dipastikan hasil yang diberikan mampu mendekati optimal.

Menurut Siswanto (1985) model persediaan terbagi menjadi dua yaitu model deterministik dan model probabilistik. Dari kedua model tersebut dibedakan lagi menjadi model statistik dan dinamik seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.2. Model – model Persediaan

2.2.8. Model Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik dalam menirukan operasi – operasi atau proses – proses yang ada atau terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dimana dilandasi dengan beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah dan dapat mewakili sistem yang sebenarnya (Law and Kelton, 2000).

Pendekatan dengan menggunakan simulasi diawali dengan membangun model sistem secara nyata. Model yang dibangun harus mampu menunjukkan bagaimana komponen pada sistem tersebut saling berinteraksi. Dengan demikian sudah dapat menggambarkan bagaimana perilaku sistem yang ada. Setelah membuat model, selanjutnya adalah mentransformasikan model ke dalam suatu program komputer agar dapat disimulasikan.

Menurut Law and Kelton (2000), umumnya model simulasi dapat dikelompokkan menjadi tiga dimensi sebagai berikut.

a. Statis dengan Dinamis

Model simulasi statis adalah model untuk menggambarkan sistem yang tidak terpengaruh perubahan waktu atau pada waktu tertentu. Sedangkan dinamis menggambarkan sistem yang terpengaruh dengan perubahan waktu.

b. Simulasi Deterministik dengan Simulasi Stokastik

Simulasi deterministik adalah simulasi dimana model yang dibentuk tidak mengandung variabel bersifat acak, sebaliknya apabila mengandung input yang sifatnya acak maka disebut dengan model simulasi stokastik.

c. Simulasi Kontinu dengan Simulasi Diskret

Dasar pengelompokkan dalam hal ini adalah mengacu kepada sistem yang ingin dikaji. Apabila variabel sistem mencerminkan status dari sistem yang berubah di titik waktu tertentu maka sistem disebut diskret. Sementara apabila variabel sistem seiring perubahan waktu mengalami perubahan secara berkelanjutan maka sistem disebut kontinu.

2.2.9. Kelebihan dan Kekurangan 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.
- f. Memvisualisasikan sistem pada keadaan nyata.
- g. Menunjang detail sebuah desain.
- h. Hasilnya dapat menjadi masukan perbaikan sebuah sistem.

Kelemahan simulasi:

- a. Sifatnya cenderung perspektif.
- b. Sulit mengkontribusikan semua unsur sistem yang kompleks ke model simulasi.
- c. Hanya nilai estimasi yang dapat dihasilkan dari sebuah model simulasi
- d. Dari parameter pada simulasi, sulit untuk mendapatkan hasil eksaknya.
- e. Biaya untuk model simulasi terkadang cenderung mahal dan juga memerlukan waktu dalam pengembangan.

2.2.10. Tahapan Simulasi

Menurut Law dan Kelton (2000) untuk melakukan simulasi ada beberapa elemen prosedur atau tahapan simulasi yaitu:

a. Memformulasikan masalah

Diawali dengan mengenal garis besar sistem seperti apa. Tahap ini perlu untuk mengenali permasalahan yang ada, fokus objek yang ingin dianalisa, variabel yang terlibat, mengenali kendala dan juga ukuran performansi dari hasil yang ingin dicapai.

b. Mengumpulkan data

Mengumpulkan seluruh data yang merupakan informasi penunjang dalam model sistem yang kemudian dapat diinputkan setelah model disusun.

c. Memilih *software* dan pengembangan model

Model disusun dan dikembangkan dalam bahasa yang sesuai untuk dipergunakan pada *software* yang diinginkan.

d. Melakukan verifikasi dan validasi model

Tahap ini merupakan bagian yang penting dalam simulasi. Verifikasi merupakan langkah dalam memastikan apakah model sudah berlaku dengan benar dan sesuai seperti konsep, asumsi, dan apakah sudah diterjemahkan dengan benar ke dalam bahasa *software* yang digunakan. Sedangkan validasi merupakan tahapan dalam memastikan apakah model yang dibuat sudah benar-benar mempresentasikan sistem nyata.

e. Menganalisa dan mengeksplorasi model

Sistem yang sudah valid dapat dianalisa. Sistem yang sifatnya terbuka, dapat dilakukan eksplorasi model yaitu dengan melakukan keadaan *input* ataupun keadaan lainnya.

f. Melakukan eksperimen optimasi model

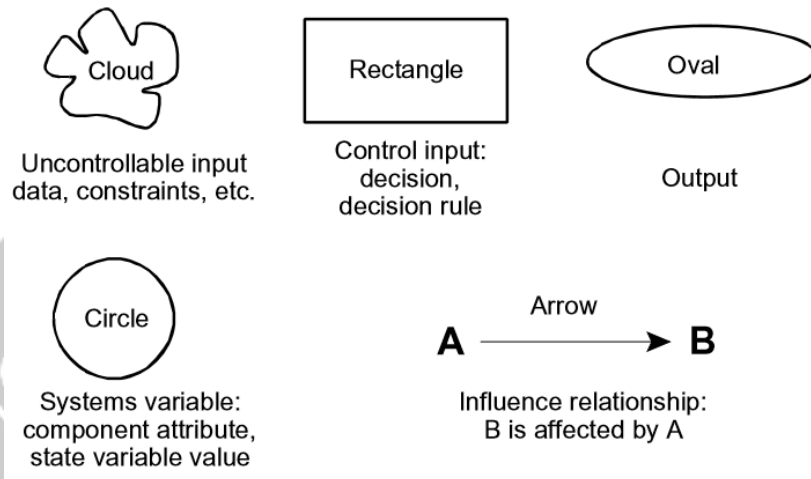
Output dari simulasi, perilaku dari sistem, dan analisisnya diteliti kemudian dilakukan eksperimen sebagai jawaban dari pertanyaan pada formulasi masalah. Gambaran optimal dari sistem dapat diperoleh melalui model yang dijadikan sebagai pertimbangan untuk memperbaiki sistem aktual yang ada.

g. Mengimplementasikan hasil simulasi

Perbaikan sistem dapat diusulkan dari hasil simulasi yang didapatkan kepada manajemen. Dalam mengimplementasikan hasil simulasi ini terhadap sistem nyata memerlukan kontrol secara terus menerus sehingga memungkinkan untuk munculnya masukan lain agar terjadi kesinambungan dalam mengoptimasi sistem.

2.2.11. Influence Diagram

Influence diagram merupakan gambaran dari keterkaitan antara variabel – variabel dalam membuat sebuah model. *Influence* diagram terdiri dari simbol dan garis dengan artinya tersendiri seperti ditunjukkan pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 2.3. Simbol – simbol pada *Influence* Diagram

Berdasarkan simbol – simbol pada gambar 5.3 di atas, tanda panah menunjukkan keterkaitan variabel satu dengan lainnya. Tanda panah masuk berarti variabel tersebut dipengaruhi oleh variabel lain, sedangkan jika tanda panah keluar berarti variabel tersebut mempengaruhi variabel yang lain. Simbol awan merupakan parameter atau input yang tidak terkontrol. Simbol lingkaran adalah hasil perhitungan dari input dengan input. simbol segi empat menunjukkan variabel keputusan. Simbol elips menunjukkan output atau hasil (Daellenbach, 1995).

2.2.12. Penentuan Jumlah Replikasi

Replikasi adalah melakukan pengulangan dalam menghitung hasil dari simulasi agar dapat menunjukkan apakah hasil dari simulasi yang dibuat telah sesuai dengan hasil yang diperlukan.

Untuk mendapatkan jumlah replikasi (n) yang diperlukan, maka terlebih dahulu dilakukan replikasi awal (n_0) sebanyak 10 kali. Kemudian selanjutnya untuk mengetahui replikasi yang dibutuhkan (n') dilakukan perhitungan berdasarkan hasil dari replikasi awal.

Hasil dari replikasi awal dilakukan analisis untuk melihat apakah terjadi *overlap* atau tidak dengan mencari rata-rata hasil replikasi, standar deviasi, $t_{n-1, 1-\alpha/2}$,

confidence interval dan nilai *half-width*. Jika terjadi *overlap* pada *confidence interval* nilai yang dibandingkan, maka yang harus dilakukan adalah menambah jumlah replikasi (*n*) sampai tidak terjadi *overlap*.

2.2.13. Validasi Menggunakan T-Test

Validasi diperlukan dalam simulasi untuk membandingkan antara model yang dibuat dengan kondisi yang sebenarnya apakah telah sesuai. Validasi menggunakan *tools* uji t-Test *Two-Sample Assuming Equal Variances* yang terdapat pada *software Microsoft Excel*. Akan dilakukan pengujian pada asumsi bahwa dua data yang dibandingkan berasal dari suatu populasi yang memiliki variansi sama. Uji ini berfungsi pula dalam membuktikan jika kedua sampel yang diuji mempunyai kesamaan *mean* populasi secara signifikan atau tidak.

Dalam uji t-Test diperlukan tingkat kepercayaan dan nilai α , yang berarti peluang untuk menerima H_0 adalah sebesar 0,95 sedangkan kemungkinan untuk menolak H_0 adalah sebesar 0,5. Adapun H_0 adalah mewakili asumsi bahwa kedua sampel yang diuji mempunyai kesamaan *mean* populasi secara signifikan, sedangkan H_1 adalah mewakili asumsi bahwa kedua sampel yang diuji tidak mempunyai kesamaan *mean* populasi secara signifikan.

Menurut Bluman (2012) *p-value* atau nilai probabilitas adalah probabilitas yang mendapatkan sampel statistik ke arah hipotesis alternatif ketika hipotesis nol besar. Jika *p-value* kurang dari α maka H_0 ditolak. Sebaliknya Jika *p-value* lebih besar dari α , maka H_0 diterima.

2.2.14. Half Width, Batas Bawah, dan Batas Atas

Half Width (*hw*) merupakan sebuah interval kepercayaan yang di dalamnya terdapat rentang nilai rata-rata yang benar pada tingkat kepercayaan tertentu (Harrel dkk, 2000). Rumus *Half Width* adalah sebagai berikut:

$$hw = \frac{(t_{i-1,1-\alpha/2}) \times s}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

$$\text{Batas bawah} = \bar{x} - hw \quad (2.6)$$

$$\text{Batas atas} = \bar{x} + hw \quad (2.7)$$

Keterangan :

hw = *half width*

N = jumlah replikasi atau jumlah sampel

α = level signifikansi

s = standar deviasi

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

Nilai half width akan digunakan untuk mencari batas atas dan batas bawah nilai \bar{X} .

