

BAB II

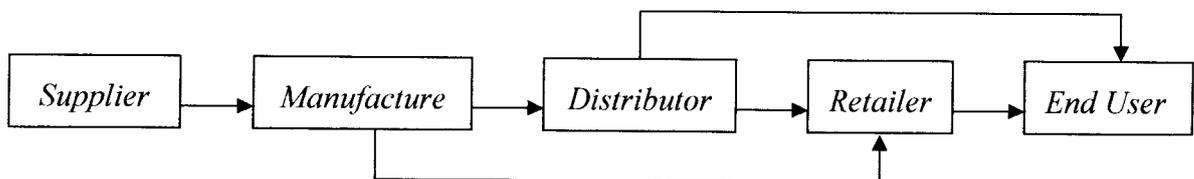
KAJIAN LITERATUR

2.1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan.

Masalah yang dihadapi perusahaan dalam sistem pendistribusian terbagi menjadi dua bagian, yaitu : kearah hulu atau yang berkaitan langsung dengan manufaktur dan kearah hilir yang berkaitan langsung dengan *retailer* dan *end user*. Pada arah hilir terdapat permasalahan dimana permintaan produk yang susah untuk diprediksikan dan tidak stabil, serta jumlah permintaan yang sering kali tidak mencerminkan kebutuhan konsumen saat ini. Sedangkan arah hulu, permintaan penyediaan barang yang tidak selalu dapat dipenuhi sesuai waktu yang dibutuhkan.

Proses rantai distribusi secara umum dapat dijelaskan dalam gambar dibawah ini, yaitu :



Gambar 2.1. Proses Rantai Distribusi Secara Umum

Permasalahan yang diangkat adalah bahwa dalam sistem pendistribusian ini perusahaan memiliki prinsip untuk dapat memenuhi tingkat permintaan pelanggan, sehingga tingkat pelayanan tinggi. Tetapi kebijaksanaan ini terbentur oleh permasalahan hilir dan hulu sehingga sistem pendistribusian ini, perusahaan harus memiliki konsekuensi skala prioritas.

Tingkat pelayanan tinggi yang diterapkan perusahaan dalam sistem distribusi ini mengakibatkan kebijaksanaan perusahaan dalam bentuk skala prioritas. Batasan perusahaan dalam memilih prioritas berdasarkan profit yang tinggi. Hal ini harus dilakukan jika tidak ingin kehilangan pelanggan, karena biaya yang diperlukan untuk pengembalian kesetiaan konsumen terhadap produknya jauh lebih mahal. Oleh karena itu perusahaan harus meninjau kembali sistem logistik dan distribusi yang dimilikinya secara keseluruhan, sehingga masalah yang sebenarnya dapat ditemukan serta dihilangkan, dan akhirnya mampu meningkatkan performansi sistem.

Untuk masalah yang dihadapi perusahaan tersebut, maka penyelesaiannya adalah dibuatkan peta sistem logistik dan distribusinya, yang kemudian diformulasikan. Kemudian hasil perhitungan dan pengamatan langsung pada sistem nyata didalam perusahaan tersebut. Langkah selanjutnya adalah menganalisis untuk menemukan permasalahan utama yang ada didalamnya, lalu berdasarkan hal tersebut dibuat usulan perbaikan sebagai jawabannya.

2.2. Persediaan (*Inventory*)

Persediaan sebagai kekayaan perusahaan memiliki peranan penting dalam

operasi bisnis. Dalam lingkungan manufaktur, persediaan dapat terdiri dari persediaan bahan baku, bahan pembantu, barang dalam proses (*work in process*), barang jadi dan persediaan suku cadang.

Setiap perusahaan harus dapat mempertahankan suatu jumlah persediaan yang optimum yang dapat menjamin kebutuhan bagi kelancaran kegiatan perusahaan dalam jumlah dan mutu yang tepat serta dengan biaya yang serendah-rendahnya. Untuk dapat mengatur tersedianya suatu tingkat persediaan yang optimum yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan dalam jumlah, mutu dan waktu yang tepat serta jumlah biaya yang rendah, maka diperlukan suatu sistem pengawasan persediaan.

2.2.1. Pengertian Persediaan

Persediaan (*Inventory*) adalah serangkaian kebijakan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan sumber daya. Sistem ini bertujuan menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya dalam kuantitas dan waktu yang tepat.

Persediaan merupakan suatu model yang umum digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan usaha pengendalian bahan baku (*raw material*) maupun barang jadi (*end product*) dalam suatu aktivitas perusahaan. Ciri khas model persediaan adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Pada dasarnya masalah yang dianalisa oleh sistem *inventory* meliputi dua hal, yaitu:

1. Banyaknya item atau produk yang harus diproduksi (dipesan).
2. Waktu pemesanan dari suatu item atau produk harus dilakukan.

2.2.2. Fungsi Persediaan

1. Fungsi *Decoupling*

Fungsi yang memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada *supplier*.

2. Fungsi *Economic Lot Sizing*

Suatu fungsi dimana melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya per-unit.

3. Fungsi Antisipasi

Suatu fungsi yang dilakukan untuk menghadapi adanya unsur ketidakpastian, baik dalam hal permintaan konsumen, pasokan dari *supplier* maupun jangka waktu pemesanan atau pengiriman.

2.2.3. Biaya-biaya Persediaan

Untuk pengambilan keputusan penentuan besarnya jumlah persediaan, biaya-biaya variabel berikut ini harus dipertimbangkan :

1. Biaya penyimpanan (*holding costs* atau *carrying costs*) yaitu terdiri atas biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan. Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas bahan yang dipesan semakin banyak atau rata-rata persediaan semakin tinggi. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan adalah :

- a. Biaya fasilitas-fasilitas penyimpanan (termasuk penerangan, pendingin ruangan dan sebagainya).
- b. Biaya modal (*opportunity cost of capital*) yaitu alternatif pendapatan atas dana yang diinvestasikan dalam persediaan.
- c. Biaya keusangan.
- d. Biaya penghitungan fisik.
- e. Biaya asuransi persediaan.
- f. Biaya pajak persediaan.
- g. Biaya pencurian, pengrusakan atau perampokan.
- h. Biaya penanganan persediaan dan sebagainya.

Biaya-biaya tersebut diatas adalah variabel apabila bervariasi dengan tingkat persediaan. Apabila biaya fasilitas penyimpanan (gudang) tidak variabel, tetapi tetap, maka tidak dimasukkan dalam biaya penyimpanan per unit.

Biaya penyimpanan persediaan biasanya berkisar antara 12 sampai 40 persen dari biaya atau harga barang. Untuk perusahaan-perusahaan *manufacturing* biasanya, biaya penyimpanan rata-rata secara konsisten sekitar 25 persen.

2. Biaya pemesanan atau pembelian (*ordering costs atau procurement costs*) adalah biaya yang dikaitkan dengan dengan usaha untuk mendapatkan bahan atau produk dari luar. Biaya-biaya ini meliputi :
 - a. Pemrosesan pesanan dan biaya ekspedisi.
 - b. Upah.
 - c. Biaya telepon.

- d. Pengeluaran surat menyurat.
- e. Biaya pengepakan dan penimbangan.
- f. Biaya pemeriksaan (inspeksi) penerimaan.
- g. Biaya pengiriman ke gudang.
- h. Biaya utang lancar dan sebagainya.

Pada umumnya, biaya pemesanan (diluar biaya bahan dan potongan kuantitas) tidak naik bila kuantitas pesanan bertambah besar. Tetapi, apabila semakin banyak komponen yang dipesan setiap kali pesan, jumlah pesanan per periode turun, maka biaya pemesanan total akan turun. Ini berarti, biaya pemesanan total per periode (tahunan) adalah sama dengan jumlah pesanan yang dilakukan setiap periode dikalikan biaya yang harus dikeluarkan setiap kali pesan.

3. Biaya penyiapan (*manufacturing*) atau *set-up cost*. Hal ini terjadi apabila bahan-bahan tidak dibeli, tetapi diproduksi sendiri “dalam pabrik” perusahaan, perusahaan menghadapi biaya penyiapan (*set-up costs*) untuk memproduksi komponen tertentu. Biaya-biaya ini terdiri dari :
 - a. Biaya mesin-mesin menganggur.
 - b. Biaya persiapan tenaga kerja langsung.
 - c. Biaya penjadwalan.
 - d. Biaya ekspedisi dan sebagainya.

Seperti halnya biaya pemesanan, biaya penyiapan total per periode adalah sama dengan biaya penyiapan dikalikan jumlah penyiapan per periode.

4. Biaya kehabisan atau kekurangan produk (*backlog costs*), adalah biaya yang

timbul apabila persediaan tidak mencukupi adanya permintaan produk. Biaya-biaya yang termasuk biaya kekurangan bahan adalah sebagai berikut ;

- a. Kehilangan penjualan.
- b. Kehilangan langganan.
- c. Biaya pemesanan khusus.
- d. Biaya ekspedisi.
- e. Selisih harga.
- f. Terganggunya operasi.
- g. Tambahan pengeluaran kegiatan manajerial dan sebagainya.

Biaya kekurangan bahan, sulit diukur dalam praktek, terutama karena kenyataannya biaya ini sering merupakan *opportunity costs*, yang sulit diperkirakan secara obyektif.

2.2.4. Konsep lead Time

Dari segi manajemen *supply chain*, konsep *lead time* dapat dilihat dari dua sudut pandang, yaitu :

1. Dari pihak pelanggan (*customer*)
 - Dari segi *customer*, hanya ada satu *lead time*, yaitu rentang waktu yang dibutuhkan dari saat memesan barang sampai barang diterima.
 - Disebut *the order-to-delivery cycle*.
2. Dari pihak penjual atau pembuat barang (*supplier*)
 - Dari segi *supplier*, *lead time* adalah rentang waktu yang dibutuhkan untuk

mengubah dari penerimaan pesanan sampai menerima uang tunai.

➤ Disebut *the cash-to-cash cycle*.

1. *The Order-to-Delivery Cycle*

Ada argumentasi yang cukup hangat antar mana yang paling penting, apakah panjang pendeknya *lead time* ataukah konsistensi dan keandalan *lead time*.

Memang dapat disetujui bahwa konsistensi dan kendalan sering kali lebih penting dari pada panjang pendeknya *lead time*, namun panjang pendeknya *lead time* tetap penting terutama bila *customer* sangat mementingkan *lead time* ini dan perusahaan pesaing mampu memberikan *lead time* yang lebih pendek. Komponen dari *order-to-delivery cycle* ini adalah :

- a. proses pemesanan pelanggan.
- b. proses pencatatan pemesanan.
- c. proses pemesanan.
- d. proses pembuatan/penyiapan barang.
- e. proses pengangkutan.
- f. pesanan diterima pelanggan.

Setiap proses tersebut membutuhkan waktu, dan karena hal-hal seperti fluktuasi jumlah pemesanan yang diterima, proses yang tidak efisien, hambatan disana sini dan sebagainya. maka sering kali waktu yang diperlukan untuk setiap proses sangat bervariasi.

Daftar berikut ini misalnya menggambarkan waktu rata-rata yang dibutuhkan dan variasinya untuk masing-masing proses.

- a. Proses pemesanan pelanggan
 - Rata-rata 3 hari, jangka waktu 1-5 hari.
- b. Proses pencatatan pemesanan
 - Rata-rata 2 hari, jangka waktu 1-3 hari.
- c. Proses pemesanan
 - Rata-rata 5 hari, jangka waktu 1-9 hari.
- d. Proses pembuatan/penyiapan barang
 - Rata-rata 3 hari, jangka waktu 1-5 hari.
- e. Proses pengangkutan
 - Rata-rata 3 hari, jangka waktu 1-5 hari.
- f. Pesanan diterima pelanggan
 - Rata-rata 2 hari, jangka waktu 1-3 hari.
- g. Jumlah *lead time* rata-rata 18 hari dengan jangka waktu 6-30 hari.

2. *The Cash-to-Cash Cycle*

Seperti telah disinggung diatas, kepentingan terbesar dari perusahaan adalah bagaimana atau kapan mengkonversikan suatu pesanan menjadi uang. Namun, pada hakikatnya tidak hanya *lead time* dari proses *order* ke proses penerimaan itu saja yang penting, tetapi sudah sejak proses pembelian bahan baku sampai menjadi uang hasil penjualan, yang melalui suatu proses panjang yang dinamakan proses saluran pipa (*pipeline process*)

Proses ini terdiri dari berbagai elemen atau subproses yang memakan waktu seperti berikut ini :

- Pembelian bahan baku
- Penyimpanan bahan baku
- Produksi barang setengah jadi
- Penyimpanan barang setengah jadi
- Produksi barang setengah jadi
- Penyimpanan barang jadi
- *In transit*
- Penyimpanan induk distribusi
- *Order-to-delivery cycle* (seperti diatas)

Tugas manajemen *lead time* logistik dalam manajemen *supply chain* adalah mengendalikan seluruh *lead time* diatas.

2.2.5. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan produk (*backlog* atau *stock out*). Ada beberapa faktor yang menentukan besarnya persediaan pengaman yaitu :

- a. Penggunaan bahan baku rata-rata
- b. Faktor waktu
- c. Biaya-biaya yang digunakan

Standar Kuantitas

- a. Persediaan minimum

- b. Besarnya pesanan standar
- c. Persediaan maksimum
- d. Tingkat pemesanan pembeli
- e. Administrasi persediaan

Catatan penting dalam sistem pengawasan persediaan :

- a. Permintaan untuk dibeli
- b. Laporan penerimaan
- c. Catatan persediaan
- d. Daftar permintaan bahan
- e. Perkiraan pengawasan

2.2.6. Model-model Persediaan

Dalam masalah persediaan ada beberapa model persediaan yang perlu diperhatikan, agar penyelesaian bisa tepat dan sesuai dengan parameter-parameter yang digunakan untuk merumuskan suatu masalah. Secara umum model persediaan dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Model Deterministik

Model ini menganggap semua parameter-parameter telah diketahui dengan pasti.

Pada model ini, pembelian bahan tidak terlepas dari manajemen persediaan.

Dengan tujuan pokok untuk mencari biaya yang optimal dalam pengadaan persediaan bahan baku untuk kegiatan produksinya.

2. Model Stokastik (Probabilistik)

Model ini menganggap semua parameter tersebut mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti dan satu atau lebih parameternya merupakan variabel acak (*random*).

2.3. Supply Chain Management (SCM)

2.3.1. Konsep SCM

Supply Chain (rantai pengadaan) adalah suatu sistem tempat organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. Rantai ini juga merupakan jaringan atau jejaring dari berbagai organisasi yang saling berhubungan yang mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang tersebut. Kata “penyaluran” mungkin kurang tepat karena istilah *supply* meliputi juga proses perubahan barang tersebut, misalnya dari bahan mentah menjadi barang jadi.

Konsep *supply chain* merupakan konsep baru dalam melihat persoalan logistic. Konsep lama melihat logistik lebih sebagai persoalan intern masing-masing perusahaan, dan pemecahannya dititikberatkan pada pemecahan secara *intern* di perusahaan masing-masing. Dalam konsep baru ini, masalah logistik dilihat sebagai masalah yang lebih luas yang terbentang sangat panjang sejak dari bahan dasar sampai barang jadi yang dipakai konsumen akhir, yang merupakan mata rantai penyediaan barang. Oleh karena itu, manajemen *supply chain* dapat didefinisikan sebagai berikut :

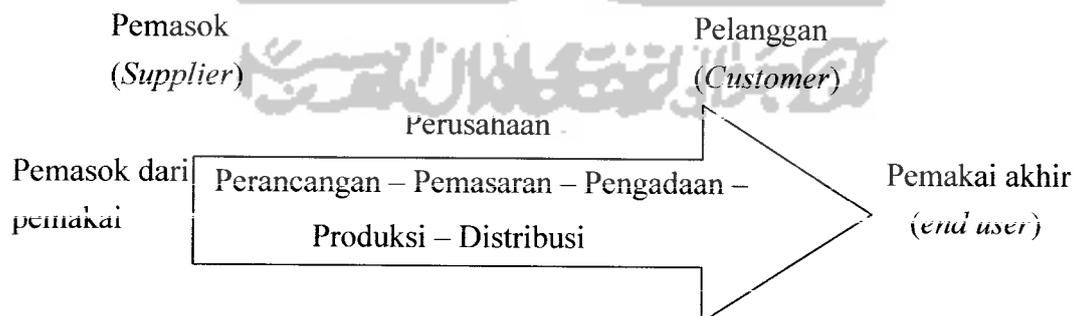
Supply chain management is a set of approaches utilized to efficiently integrate suppliers, manufacturers, warehouses, and stores, so that merchandise is

produced and distributed at the right quantities, to the right locations, at the right time. in order to minimize systemwide cost while satisfying service level requirement.

(David Simchi Levi *et al.*,2000)

Sejauh ini banyak sekali model-model yang dikembangkan untuk menggambarkan konsep *SCM*. berikut ini adalah model yang paling banyak dianut diseluruh dunia saat ini, dimana didalamnya sudah digambarkan koordinasi yang terintegrasi mulai dari pemasok hingga pada konsumen akhir.

Seluruh elemen dalam *SCM* tidak bisa berjalan secara terpisah. tetapi harus merupakan satu kesatuan. Sehingga akan menghasilkan sinergi dan pada akhirnya menciptakan efisiensi dan efektifitas. Dalam *SCM* sendiri hal yang paling penting adalah saling berbagi (*sharing*). Istilah yang dikenal pada *SCM* yaitu *consurrent*. yang berarti aliran tersebut harus terjadi secara simultan. Dari konsep integrasi dan *consurrent* tersebut timbul konsep *Knowledge Management* yang basisnya adalah ilmu pengetahuan.



Gambar 2.2. Model *Supply Chain Management*

2.3.2. Permasalahan *Supply Chain Management (SCM)*

Rantai pasokan umumnya terdiri atas beberapa pokok (Levi, 2000)

Pabrik → *Distributor* → *Retailer* → *Customer*

Masing-masing elemen tersebut mempunyai fungsi tersendiri. Dengan perkembangan arus perdagangan, maka rantai tersebut sekarang bisa saja tidak hanya terdiri dari empat rantai itu saja. Rantai tersebut mulai berkembang seperti ditambahkannya distributor, manufaktur yang terpisah dari pemasok dan sebagainya. Tetapi secara umum fungsi rantai tersebut dapat dibagi menjadi empat buah seperti gambar diatas.

Informasi yang kurang dari salah satu unsur kepada yang lainnya dapat mengakibatkan ketidakefisienan yang besar seperti : *inventory* yang berlebih, layanan pelanggan yang kurang baik, salah satu menentukan perencanaan kapasitas, penjadwalan produksi yang salah, dan transportasi yang kurang efektif.

Salah satu permasalahan yang cukup pelik adalah *Bullwhip Effect*. *Bullwhip Effect* ini mendistorsi informasi permintaan dari mata rantai yang bawah (*end user*) ke rantai diatasnya. Biasanya perusahaan itu mendasarkan peramalan produksi, perencanaan kapasitas, pengendalian persediaan dan penjadwalan produksi terhadap data penjualan dari arah hilir. Akibatnya terdapat variasi yang besar dari data permintaan ini. Seperti sering terjadi *retailer* sering melebihkan order permintaan kepada pemasok dan pemasok juga memproduksi dalam jumlah yang berlebihan untuk menghindari lonjakan permintaan. Apabila dalam suatu periode produk tersebut tidak

mencapai target penjualannya, maka pemasoklah yang menjadi korban seperti membengkaknya *inventory*.

Ada 4 hal mendasar yang menyebabkan *Bullwhip Effect*, yaitu :

1. *Demand Signaling Processing*

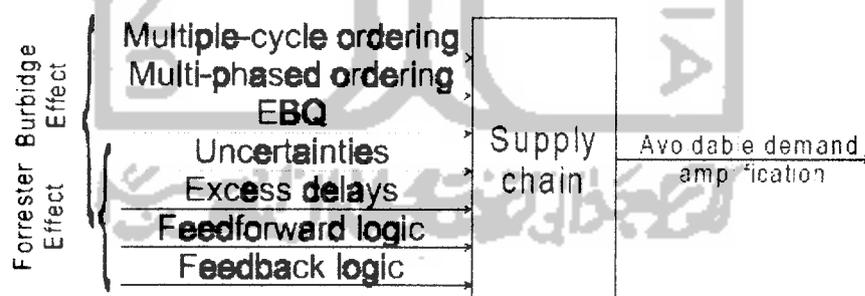
Demand signaling processing dulu disebut juga dengan *demand amplification* atau *forrester effect*. Peramalan permintaan dilakukan oleh hampir setiap perusahaan karena tidak ada perusahaan yang bisa mengetahui dengan pasti berapa produk yang akan diminta oleh pelanggan pada suatu periode tertentu. Ketika ritel memesan ke pusat distribusi, ukuran pesanan ditentukan berdasarkan ramalan tersebut. Apabila perusahaan menggunakan kebijakan persediaan *reorder point* atau *order-up-to level* (ada batas persediaan maksimum dan minimum), parameter-parameter persediaan seperti persediaan pengaman, *inventory maximum*, *reorder point*, dan sebagainya juga berubah dengan adanya pembaharuan ramalan permintaan. Pembaharuan seperti inilah yang biasanya menyebabkan variabilitas *order* yang dipesan oleh ritel lebih besar dibandingkan dengan variabilitas permintaan yang diterimanya dari pelanggan akhir.

2. *Order Batching* atau *Lot Sizing*

Order batching juga dikenal dengan *Burbidge Effect*. *Order batching* diperlukan karena proses produksi dan pengiriman produk tidak akan ekonomis bisa dilakukan dalam ukuran kecil. Pada model-model *inventory* yang berdasarkan prinsip *economic order quantity (EOQ)* kita bisa mengerti bahwa ukuran pesanan yang terlalu kecil akan mengakibatkan ongkos-ongkos pesan yang terlalu besar. Semakin

besar ongkos-ongkos tetap pemesanan, semakin besar pula ukuran pesanan yang ekonomis. Demikian pula halnya dengan kegiatan produksi dan pengiriman. Produksi menggunakan sistem *batch* karena ongkos setup biasanya mahal. Pengiriman juga tidak akan ekonomis bila dilakukan dalam ukuran kecil terutama kalau jarak pengirimannya jauh. Mudah dipahami bahwa *order batching* atau *lot sizing* ini memicu terjadinya *bullwhip effect* pada *supply chain*. Permintaan pelanggan akhir yang relatif stabil dari hari ke hari akan berubah menjadi order mingguan atau dua mingguan dari ritel sehingga pusat distribusi akan menerima *order* yang lebih fluktuatif dibandingkan permintaan yang dihadapi oleh ritel.

Diagram *input-output* dalam gambar dibawah ini menyoroti penyebab utama *demand amplification* yang dapat dihubungkan dengan *Forrester Effect* maupun *Burbidge Effect*.



Gambar 2.3. Diagram *input-output demand amplification*

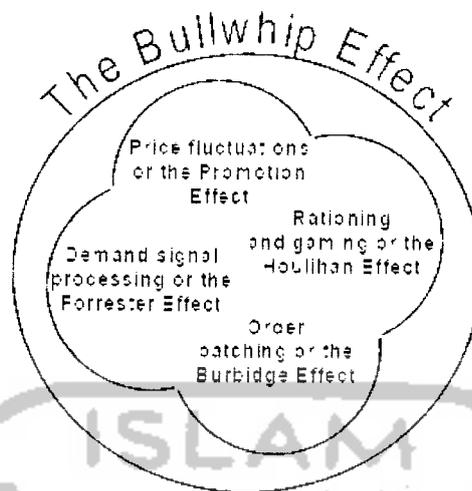
3. Fluktuasi Harga

Fluktuasi harga yang misalnya pemberian diskon yang sifatnya temporer oleh

distributor kepada ritel-ritelnya akan menyebabkan ritel atau toko melakukan *forward buying* (membeli lebih awal) dalam jumlah yang besar sampai menumpuk stok. Hal ini juga menyebabkan *distributor* akan memesan dalam jumlah yang lebih besar ke pabrik sehingga pabrik akan meningkatkan produksinya. Pada saat produksi meningkat, pemberian diskon sudah berakhir dan ritel maupun toko-toko sekarang memiliki stok yang cukup banyak, mereka tidak akan memesan lagi dalam waktu 2-3 bulan karena permintaan konsumen akhir sebenarnya tidak berubah. Akibatnya pabrik tidak akan menerima pesanan selama 2-3 bulan dan stok menumpuk serta ongkos-ongkos produksi dan pengiriman meningkat.

4. Rationing and Gaming

Jika permintaan melebihi *supply* yang ada, maka permintaan tersebut akan dijatah dengan perbandingan yang sama jumlah produk yang mereka pesan. Untuk mengatasi hal ini maka konsumen akan lebih-lebihkan permintaan yang mereka pesan. Jika permintaan berkurang, maka terjadilah pembatalan pesanan.



Gambar 2.4. 4 (empat) penyebab terjadinya *bullwhip effect*

2.3.3. Cara Mengurangi *Bullwhip Effect*

Pengurangan *bullwhip effect* bisa dilakukan apabila penyebabnya dimengerti dengan baik oleh pihak-pihak pada *supply chain*. Teknik atau pendekatan yang bisa digunakan untuk mengurangi *bullwhip effect* tentunya harus berkorespondensi dengan penyebabnya. Beberapa pendekatan yang diyakini bisa mengurangi *bullwhip effect* adalah :

1. *Information Sharing*

Salah satu cara untuk mereduksi *bullwhip effect* adalah dengan membagi informasi permintaan ke seluruh pemain pada *supply chain*, termasuk pusat distribusi, pabrik maupun pemasok komponen atau bahan baku.

2. Memperpendek atau mengubah struktur *supply chain*

Semakin panjang dan kompleks struktur suatu *supply chain*, semakin besar kemungkinannya terjadi distorsi informasi. Oleh karena itu cara yang baik untuk mengurangi *bullwhip effect* adalah dengan mengubah struktur *supply chain* sehingga menjadi lebih pendek atau memungkinkan terjadinya pertukaran informasi dengan lebih lancar.

3. Pengurangan ongkos-ongkos tetap

Biaya-biaya tetap yang terlalu tinggi mengakibatkan kegiatan produksi maupun pengiriman tidak bisa dilakukan dengan ukuran *batch* yang kecil. Ukuran *batch* yang besar adalah salah satu sumber terjadinya *bullwhip effect*. Oleh karena itu pengurangan *bullwhip effect* bisa dilakukan dengan mengupayakan pengurangan ongkos-ongkos tetap sehingga produksi maupun pengiriman bisa dilakukan dengan ukuran *batch* yang kecil.

4. Menciptakan stabilitas harga

Pemberian potongan harga oleh penyalur ke toko-toko atau ritel bisa mengakibatkan reaksi *forward buying* yang sebetulnya tidak berpengaruh pada permintaan dari pelanggan akhir. Untuk menghindari reaksi *forward buying*, frekuensi dan intensitas kegiatan promosi parsial seperti ini harus dikurangi dan lebih diarahkan ke pengurangan harga secara kontinyu sehingga bisa menciptakan program seperti *every day low price (EDLP)*.

5. Pemendekan *lead time*

Bullwhip effect bisa diperkecil dengan pemendekan *lead time*. *Lead time* bisa diperpendek dengan mengubah struktur atau konfigurasi *supply chain* (misalkan

dengan menggunakan pemasok lokal), mengubah mode transportasi (dari pengapalan ke pengiriman udara), atau dengan cara-cara inovatif seperti *cross-docking* dan perbaikan manajemen penanganan *order*, penjadwalan produksi maupun pengiriman yang lebih baik, dan sebagainya.

2.4. Sistem Dinamis

Sistem Dinamis merupakan suatu metodologi untuk memahami berbagai masalah kompleks. Metode ini dikembangkan oleh Jay W Forester dengan nama *Industrial Dynamics* pada tahun 1960. dengan menempatkan masalah-masalah dalam sistem usaha sebagai topik utama. Pada perkembangan selanjutnya, topik bahasannya meluas meliputi berbagai masalah sistem sosial, dan namanya disesuaikan menjadi sistem dinamis.

Metode sistem dinamis mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan suatu perilaku tertentu. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan kedalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer digital disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya.

Untuk menggunakan metode ini, sebelum dimulai langkah-langkah pemecahan masalah, ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Bahwa masalah yang dihadapi menunjukkan adanya tanda-tanda dinamis, yang berarti bahwa permasalahan tersebut berkenaan dengan suatu besaran yang berubah terhadap waktu yang dapat dituangkan kedalam grafik dengan

variabelnya yang berupa deret waktu.

2. Bahwa masalah yang dihadapi bisa digambarkan dalam bentuk hubungan umpan balik.

Faktor-faktor metode sistem dinamis yaitu konsep umpan balik informasi dari perilaku sistem, model matematik dari interaksi dinamis, dan komputer untuk melakukan simulasi akan memungkinkan kita untuk melakukan serangkaian eksperimen terkontrol mengenai keadaan sistem didalam sebuah "LABORATORIUM". Disini kita bisa menguji berbagai skenario kebijaksanaan yang akan diterapkan dalam sistem, sehingga kita bisa mendapatkan gambaran mengenai perilaku dan performansi sistem.

2.4.1. Karakteristik Model

Karakteristik model yang baik sebagai ukuran tujuan pemodelan yaitu :

1. Tingkat generalisasi yang tinggi.

Makin tinggi tingkat generalisasi model, maka model tersebut akan dapat memecahkan masalah yang makin besar.

2. Mekanisme transparansi

Dapat menjelaskan sistem dinamis secara transparan

3. Potensial untuk dikembangkan

Membangkitkan peneliti lain untuk meneliti lebih lanjut

4. Peka terhadap perubahan asumsi

Hal ini menunjukkan bahwa proses pemodelan tidak pernah selesai, peka

terhadap perubahan lingkungan.

2.4.2. Prinsip-prinsip pemodelan sistem

1. Elaborasi.

Pengembangan model dilakukan secara bertahap dimulai dari model sederhana hingga diperoleh model yang lebih representatif.

2. Sinektik.

Sinektik adalah metode yang dibuat untuk mengembangkan pengenalan masalah secara analogis. Sinektik yang mengacu pada penemuan kesamaan-kesamaan ini akan membantu analisis menggunakan analogi yang kreatif dalam pengembangan model.

3. Iteratif

Pengembangan model bukanlah proses yang bersifat mekanistik dan *linier*. Oleh karena itu dalam tahap pengembangannya sangat mungkin dilakukan pengulangan-pengulangan dan peninjauan kembali.

2.4.3. Alasan menggunakan model sistem dinamis.

Sistem dinamis pada dasarnya adalah sebuah sistem dimana pemodel akan memperhitungkan nilai rasa dari sistem bukan hanya logika sebuah sistem. Kelebihan ini yang paling menonjol dari pendekatan sistem dinamis. Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Sistem dinamis mampu untuk memenuhi serangkaian syarat dari sistem dan

permasalahan manajerial untuk membentuk *frame work* pemodelan.

2. Sistem dinamis mampu menggabungkan antara manajemen tradisional dengan ilmu manajemen untuk memperoleh informasi lebih banyak dan melakukan pendekatan keilmuan dan mengatasi permasalahan secara lebih efektif.
3. Sistem dinamis menggunakan kekuatan fikir manusia dan mengatasi kelemahannya dengan membagi kerja antara manajer dan teknologi. Pembangunan struktur *input* dilakukan oleh manajer, sedang simulasi dilakukan oleh komputer.
4. Sistem dinamis menggunakan beberapa sumber informasi yang berbeda yaitu mental, tertulis dan data numeris agar model lebih berisi dan representatif.
5. Model sistem dinamis dapat membuat *feedback* untuk para pengambil keputusan tentang mungkin tidaknya terjadi benturan dari serangkaian kebijaksanaan dengan mensimulasikan dan menganalisa perilaku sistem pada asumsi yang berbeda.

2.4.4. Konsep sistem dalam metode sistem dinamis.

Sistem dapat diartikan sebagai kumpulan elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan dalam lingkungan yang kompleks.

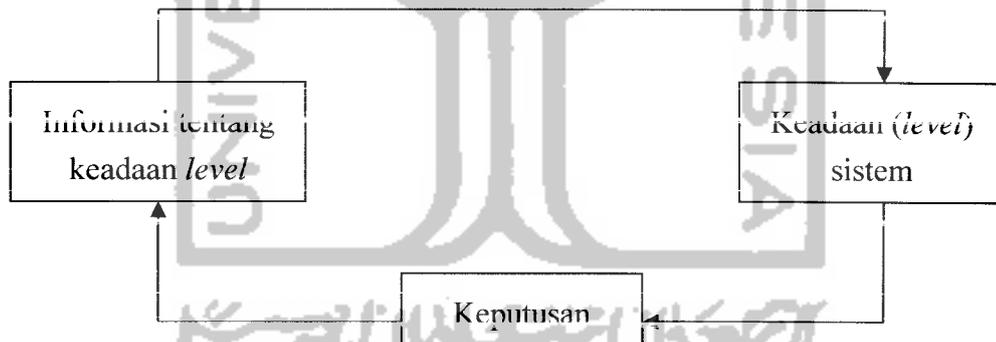
Ciri-ciri sistem adalah :

1. Dibangun dari elemen-elemen yang saling berkaitan.
2. Memiliki tujuan sebagai dasar keberadaan sistem.
3. Memiliki proses transformasi *input* menjadi *output*

4. Adanya mekanisme pengendali operasi terutama yang berhubungan dengan perubahan yang terjadi dimana sistem itu berada.

Dalam metode sistem dinamis, konsep sistem mengacu pada sistem yang tertutup atau sistem yang mempunyai umpan balik. Struktur hubungan umpan balik tersebut menghubungkan keluaran pada periode sebelumnya dengan masukan periode yang akan datang. Jadi sistem umpan balik mempunyai kemampuan untuk mengontrol dirinya dalam mencapai tujuan tertentu yang diidentifikasinya sendiri.

Hubungan umpan balik ini merupakan dasar sistem. Hubungan tertutup ini merupakan suatu rangkaian berurutan. Komponen ini adalah keputusan yang mengontrol tindakan, *level* dari suatu sistem, dan informasi mengenai *level* sistem. Informasi inilah yang merupakan umpan balik.



Gambar 2.5 Struktur hubungan umpan balik sistem tertutup

Informasi yang tersedia merupakan dasar pengambilan keputusan yang merubah keadaan sistem. Informasi ini berasal dari keadaan (*level*) sebenarnya dari sistem, tapi informasi tersebut dapat salah atau lambat, karena informasi tersebut

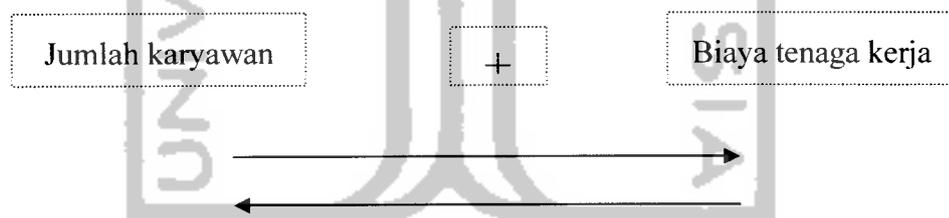
merupakan keadaan dari sistem yang teramati oleh kita dan bukannya keadaan sistem yang sebenarnya. Jadi dasar dari proses pengambilan keputusan adalah keadaan sistem yang teramati atau dirasakan dan bukannya keadaan sebenarnya.

Proses umpan balik dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu umpan balik positif dan umpan balik negatif.

a. Umpan balik positif (*Reinforcing Loop*)

Umpan balik positif menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian menimbulkan akibat yang memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Umpan balik ini mempunyai ciri adanya ketidakstabilan, ketidakseimbangan dan pertumbuhan.

Contoh : Bila jumlah karyawan semakin bertambah maka biaya tenaga kerja yang akan dikeluarkan bertambah pula. Demikian juga sebaliknya.

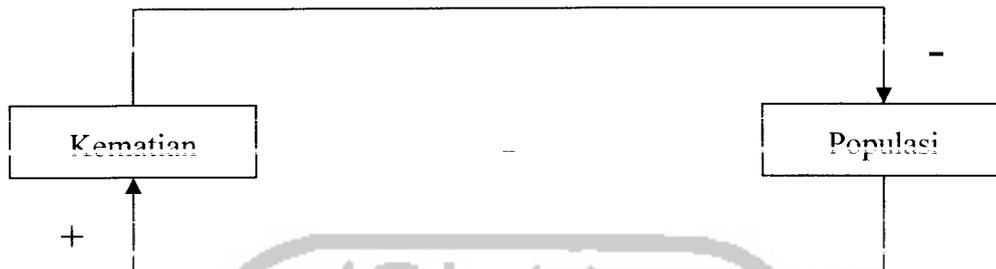


Gambar 2.6. Contoh umpan balik positif

b. Umpan balik negatif (*Balancing Loop*)

Umpan balik negatif selalu berusaha untuk mencapai tujuan tertentu (*goal seeking*) atau keseimbangan dan berusaha memberikan koreksi sebagai tindakan mengatasi kegagalan dalam mencapai tujuan atau keseimbangan

tersebut. Sebagai contoh umpan balik negatif ini adalah jumlah kematian terhadap populasi penduduk, seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7. Jumlah kematian terhadap populasi penduduk sebagai umpan balik

negatif

Sistem dinamis mendekati permasalahan dengan mengamati proses umpan baliknya. Dapat dikatakan bahwa struktur umpan balik berada dibelakang semua perubahan yang teramati oleh kita. Premis utama dari sistem dinamis adalah "Perilaku dinamis merupakan konsekuensi dari struktur sistem".

2.4.5. Konsep pemodelan dalam metode Sistem Dinamis

Model merupakan penggambaran dari keadaan yang sebenarnya dengan cara memperlihatkan bagian-bagian utamanya yang ingin ditonjolkan. Menurut Forester, model merupakan dasar dari penyelidikan eksperimental yang relatif murah dan hemat waktu dibandingkan jika mengadakan percobaan pada sistem nyatanya. Model dalam sistem dinamis dapat digolongkan kedalam model matematika yang disimulasikan menurut waktu, yang mempresentasikan sistem dinamis, baik *linier* maupun *nonlinier*, stabil maupun tidak stabil, *steadystate* maupun *transient*.

2.4.6. Batasan Tertutup

Batas sistem secara implisit menyatakan bahwa tidak ada pengaruh dari luar batas tersebut yang diperlukan untuk membangkitkan perilaku dari sistem yang diamati.

Batasan sistem merupakan garis imajiner yang memisahkan antara apa yang dianggap berada didalam dan diluar dari sistem yang kita amati. Didalam batas tersebut terletak semua konsep dan kuantitas yang menurut pembuat model berpengaruh pada sistem dinamis yang sedang diamati.

Kriteria utama untuk menarik batas sistem dengan benar adalah membuat hubungan umpan balik tertutup. Hubungan ini dibuat berdasarkan perilaku tertentu dari sistem yang kita anggap paling menarik dan merupakan titik awal dari pengamatan kita dan gejala-gejala yang teramati.

Selanjutnya untuk menentukan apakah berada didalam dan diluar batas sistem., kita harus membedakan antara yang secara eksplisit ada didalam. Perbedaan ini dilakukan dengan cara agregasi dan interpretasi variabel dan juga hubungannya dengan tujuan penelitian yang diinginkan.

2.4.7. Prinsip-prinsip pengembangan model Sistem Dinamis.

Dalam mengembangkan model Sistem Dinamis. ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, terutama pada tahap konseptualisasi model.

- a. Korespondensi variabel model dengan variabel sistem nyata.

Model sistem dinamis harus bisa menggambarkan dengan tepat variabel

sistem nyata. *Variabel model* harus diukur dengan satuan yang sama seperti pada sistem nyata. Untuk memperoleh perilaku sistem dinamis yang benar, maka urutan waktu kejadian yang terjadi diantara variabel-variabel aktual harus tetap dijaga didalam model.

b. Kontinuitas

Dalam menyusun model awal dianggap bahwa setidaknya pada awalnya aliran dan hubungan yang terjadi antar *variabel* bersifat kontinyu. Suatu keputusan dianggap berlangsung secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap perubahan informasi yang menjadi dasar keputusan tersebut. Ini berarti bahwa keputusan tidak dipandang sebagai peristiwa terputus untuk tiap periode tertentu. Beberapa alasan yang mendasari anggapan ini adalah:

1. Sistem sesungguhnya lebih bersifat kontinyu
Penandatanganan kontrak didahului oleh serangkaian negosiasi.
Keputusan yang diambil pada kenyataannya dilaksanakan dalam bentuk serangkaian kegiatan.
2. Modul dengan aliran kontinyu membantu untuk memusatkan perhatian pada pusat kerangka kerja sistem. Kerangka ini lebih teratur dan tetap.
Pengamatan secara terpisah akan mengaburkan gambaran tentang kerangka kerja sistem.
3. Model diskontinyu yang dievaluasi dengan interval waktu yang jarang tidak harus dibuat berdasarkan kenyataan bahwa data yang diamati pada sistem juga diambil dalam interval yang jarang pula. Model sebenarnya

berlangsung kontinyu sejalan dengan proses sebenarnya yang terjadi pada sistem nyata. Perlu diingat bahwa anggapan kontinyu ini tidak mengabaikan kejadian menyendiri. Dengan mempelajari kejadian menyendiri tersebut, kita dapat memahami bagaimana keputusan dibuat dan bagaimana aliran mengalami *delay*.

c. *Stabilitas dan Linieritas*

Model dalam sistem dinamis bisa bersifat stabil atau tidak stabil, *linier* atau tidak *linier*. Disebut stabil jika perubahan perilaku cenderung menuju suatu harga tertentu atau menuju keseimbangan, baik tanpa solasi maupun melalui solasi yang teredam (*steadystate*). Sebaliknya tidak stabil jika menimbulkan ketidakseimbangan (*transient*). Selanjutnya model disebut *linier* jika suatu pengaruh atau gangguan tampak sebagai suatu penjumlahan sederhana.

Peristiwa dalam sistem sosial maupun ekonomi pada umumnya menunjukkan gejala hubungan yang tidak *linier*. Keadan ini setelah diperkuat dengan tendensi ketidakstabilan akan memberikan bermacam-macam perilaku dinamis seperti yang kita lihat pada dunia nyata.

2.4.8. Validasi Model Sistem Dinamis

Penilaian keabsahan model merupakan proses formal untuk meninjau berapa besar tingkat kepercayaan yang dapat diberikan terhadap model tersebut. Dalam sistem dinamis, keabsahan model dikaitkan dengan konsistensi dan kesesuaiannya dengan tujuan model. Secara formal juga terdapat berbagai pengujian keabsahan.

2.4.8.1. Pemodelan dan proses validasi

Dalam menilai validitas model, tujuan pembuatan model memegang peranan yang sangat penting. Suatu model dikatakan baik jika ia berhasil mencapai tujuan yang ingin dicapainya. Maka pernyataan mengenai tujuan model selain untuk memusatkan arah penelitian juga berguna sekali dalam menilai validitas model. Berbeda dengan statistika, dalam sistem dinamis penilaian suatu rangkaian terus menerus dalam iterasi rangkaian kegiatan pembuatan model.

2.4.8.2. Validitas Sebagai Kesesuaian dan Konsistensi

Dalam sistem dinamis, masalah validitas diarahkan untuk menjawab pertanyaan berikut :

- Apakah model sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan sesuai dengan masalah yang ingin diteliti ?
- Apakah model konsisten dengan keadaan sistemnya ?

Perkataan "valid" mencerminkan suatu keabsolutan mengenai kebenaran, padahal kebenaran pada semua ilmu hanya bersifat relatif, sehingga lebih baik yang dipermasalahkan adalah konsistensi dan kesesuaian.

Untuk mendapatkan model yang konsisten dan sekaligus sesuai tentunya harus dilakukan konsensus antar keduanya. Dalam hal ini subjektifitas pembuat model berpengaruh dengan kegunaan dan efektifitas. Untuk meneliti keadaan ini kita dapat melakukan beberapa jenis pengujian.

2.4.8.3. Pengujian Kesesuaian dan Efektifitas Model

Prinsip pokok pengujian adalah membandingkan apakah kebijaksanaan yang diterapkan pada sistem nyata konsisten dengan hasil yang diramalkan oleh model. Walaupun pada analisis akhir banyak unsur subjektifitas pembuat model yang berpengaruh, tetapi terdapat serangkaian cara pengujian objektif untuk model sistem dinamis.

Validasi Model

Fokus pengujian ini adalah terhadap struktur, perilaku dan implikasi kebijaksanaan. Pengujian struktur model adalah pengujian asumsi model dibandingkan dengan pengetahuan yang ada tentang sistem nyata. Selanjutnya pengujian implikasi kebijaksanaan.

Validasi model dalam sistem dinamis ada 3 macam yaitu :

- Uji Struktur Model
- Uji Perilaku Model
- Uji Implikasi Kebijakan

a. Uji Struktur Model

Dalam uji struktur model ada beberapa macam, yaitu :

- Uji Verifikasi Struktur

Test dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan berikut ini : “Apakah model tidak mengandung kontradiksi dengan pengetahuan struktur sistem aktual dan memiliki relevansi struktur yang tinggi dengan sistem aktual yang dimodelkan ?”

- Uji konsistensi Dimensi

“Apakah dimensi variabel pada setiap persamaan seimbang pada setiap bagian persamaan?”, jika dimensi tidak cocok pada kedua bagian sisi persamaan, maka harus di *review* dan diformulasikan kembali.

- Uji Validitas Permukaan

Uji ini untuk menguji validitas model pada permukaan, konsistensinya dengan sistem aktual. “Apakah struktur model menyerupai sistem aktual? Apakah struktur model merepresentasikan sistem aktual yang diidentifikasi? Apakah ada kecocokan antara struktur model dan karakteristik esensial dari sistem aktual.

- Uji Verifikasi Parameter

Verifikasi Parameter dilakukan melalui definisinya dan nilai parameter yang diseleksi dengan membandingkan pengetahuan dari sistem aktual. “Apakah parameter cocok dengan konsep dan angka-angka pada kehidupan nyata? Apakah parameter dapat dikenal pada sistem aktual atau apakah beberapa parameter membuat keseimbangan persamaan? Apakah nilai parameter konsisten dengan ketersediaan uji informasi mengenai sistem aktual?

- Uji Kondisi Ekstrim

“Apakah setiap persamaan pada model membuat pengertian yang sama jika suatu variabel dirubah pada kondisi ekstrem akan menghasilkan suatu nilai kemungkinan akan terjadi”. Sebagai contoh, Jika pada proses

inventory sebuah produksi mencapai nilai nol, *output* harus nol, dan jika *inventory* pada produksi akhir nol pengiriman barang juga akan nol. Jika pengetahuan kondisi ekstrim dilibatkan, sebuah pengembangan model dihasilkan pada bagian pengoperasian normal.

b. Uji Perilaku Model

Dalam uji struktur model ada beberapa macam, yaitu :

- Uji Sensitivitas Paramater

Pertanyaan untuk dijawab pada uji ini : “Apakah perilaku model sensitif terhadap variasi nilai parameter contoh apakah moda perilaku berubah dengan beberapa variasi parameter?”. Test ini mudah dalam membentuk tingkat kepercayaan pada model yang menunjukkan insensitivitas karena perubahan nilai parameter.

- Uji Sensitivitas Struktural

Pada uji ini sensitivitas dicek dengan memperhatikan referensi perubahan struktural : “Apakah perilaku model sensitif terhadap formulasi ulang struktur contoh Apakah mode perilaku berubah dengan variasi struktural?”.

- Uji Reproduksi Perilaku:

Uji ini membandingkan perilaku model dengan perilaku sistem aktual. “Sebaik apa perilaku model dibandingkan dengan observasi perilaku sistem aktual meliputi gejala pembangkitan, pembangkitan frekuensi, pentahapan relatif. *multiple mode*. dan karakteristik perilaku?”

- Uji Prediksi Perilaku :

Uji ini memfokuskan pada perilaku masa depan . Sistem dinamis tidak digunakan untuk prediksi titik (optimasi) tetapi prediksi pola dan prediksi peristiwa untuk dievaluasi.

- Uji Prediksi Peristiwa :

Uji untuk melihat : “Apakah sebuah peristiwa merubah keadaan sekitarnya, dapat ditemukan pada kehidupan nyata dan kondisi yang bagaimana yang serupa dengan peristiwa tersebut.”

- *Family Member Test*

Terkadang dapat dibuat model general untuk sekelompok sistem yang terdiri dari anggota-anggota yang berbeda tetapi dapat digolongkan sebagai suatu kelompok. Model adalah teori general yang digambarkan pada strukturnya. Sedangkan keadaan sistem dilukiskan oleh nilai parameter. Contoh model perusahaan yang kehilangan pangsa pasarnya dapat digunakan untuk bermacam-macam perusahaan. “Bagaimana kebijakan yang berbeda menghasilkan perilaku yang berbeda apakah model menunjukkan karakteristik dari anggota yang berbeda dari kelompok jika kebijakan dirubah sesuai dengan perbedaan pengetahuan pembuatan keputusan antara anggota?

c. Uji Implikasi Kebijakan

Dalam uji struktur model ada beberapa macam, yaitu :

- *Testing Suitability*

Test ini diartikan untuk melahirkan kepercayaan kecocokkan antara

implikasi kebijakan dengan tujuan. Uji kecocokkan ini meliputi sensitivitas kebijakan (*policy sensitivity*) dan uji kekakuan (*robustness test*)

- **Test Konsistensi**

Uji model implikasi kebijakan digunakan untuk konsistensi model dengan melihat perubahan kebijakan pada sistem real. Uji Konsistensi adalah uji prediksi perubahan perilaku, kecukupan batasan dan uji perbaikan sistem.

- ***Changed Behavioral Prediction Test***

Test ini menguji : “Apakah model memprediksi dengan benar bagaimana perubahan perilaku dari sistem jika sebuah kebijakan dilakukan?”. Test dilakukan dengan perubahan kebijakan pada model dan memeriksa kebenaran perubahan perilaku. Respon model dari perubahan kebijakan dibandingkan dengan respon sistem real terhadap perubahan kebijakan

- ***Boundary Adequacy Test***

Uji ini mempertimbangkan hubungan struktural yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan model. “Apakah pengelompokan model sudah tepat dan meliputi semua struktur yang relevan berisikan variabel dan pengaruh umpan balik yang dibutuhkan untuk permasalahan tersebut dan kesesuaiannya dengan tujuan studi ?”

- ***System Improvement Test***

Ini merupakan test terakhir dari sistem dinamis yang mengidentifikasi kebijakan dengan maksud memberikan perbaikan performansi sistem aktual. Test ini menguji : “Apakah kebijakan memberikan keuntungan setelah

dilakukan terhadap model, ketika diimplementasikan juga memberikan keuntungan pada perilaku sistem aktual?”.

Uji Implikasi Kebijakan mempunyai kegunaan, yaitu :

- Uji implikasi dibutuhkan untuk memberikan kepercayaan pada model berdasarkan rekomendasi kebijakan.
- Uji untuk validasi kebijakan dapat juga diklasifikasikan pada *suitability*, *consistency*, dan *utility* dan *effectiveness*.

Perilaku

- Struktur akan menentukan Perilaku
- Struktur adalah unsur-unsur pembentuk
- Pola Keterkaitan antar unsur
 - *Feedback*
 - *Level/Stock*
 - *Delay*
 - *Non-Linieritas*

Perancangan Kebijakan

- Apabila perilaku sistem ingin dirubah, maka cari struktur mana yang menyebabkan perilaku tersebut.

2.4.9. Simulasi

Simulasi merupakan alat analisis numeris terhadap model untuk melihat sejauh mana *input* mempengaruhi pengukuran *output* atas performansi sistem.

Pemahaman yang utama adalah bahwa simulasi bukan merupakan alat optimasi yang memberi suatu keputusan hasil namun hanya merupakan alat pendukung keputusan (*decision support system*) dengan demikian interpretasi hasil sangat tergantung kepada pemodel.

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem, berdasarkan sifat perubahannya sendiri dikategorikan menjadi 2 yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu. Sistem diskrit mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah. Sedangkan sistem kontinyu mempunyai arti jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus-menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu.

Dari penjelasan diatas dapat diambil konklusi bahwa simulasi pada dasarnya merupakan suatu model dari suatu keadaan, dimana dalam model tersebut elemen-elemen dari keadaan direpresentasikan dengan serangkaian proses aritmatika dan logik yang dapat dijalankan dengan bantuan komputer untuk meramalkan sifat-sifat dinamis dari keadaan itu (Emshoff, 1970). Model-model simulasi dapat dibuat untuk hampir semua keadaan asalkan si pembuat model mampu mengidentifikasi hubungan yang terjadi antar variabel-variabelnya.

Meskipun suatu model simulasi secara penting tidak dapat dikatakan valid, tetapi minimal dengan simulasi suatu model dapat disajikan secara tertulis, konsekuensi-konsekuensinya dapat dipelajari, dan hasilnya dapat dikomunikasikan kepada orang lain. Dalam penggunaannya, ada beberapa karakteristik dari model-

model simulasi yaitu :

a. *Statis - Dinamis*

Suatu model simulasi dapat digunakan untuk merepresentasikan baik keadaan statis maupun dinamis. Dalam banyak studi mengenai penelitian operasional lebih sering dipakai model dinamis. Sebagai contoh adalah simulasi yang menggambarkan penjualan dari suatu produk baru. Sedangkan simulasi yang statis sering digunakan dalam perancangan tata letak ruangan dan fasilitas.

b. *Agregat – Detil*

Salah satu karakteristik yang penting dari model simulasi adalah tingkat agregasinya. Tingkat agregasi ini sangat bergantung pada tujuan pemodelannya.

c. *Kontinyu – Diskrit*

Variabel-variabel dalam simulasi dapat berubah dalam empat cara :

1. Secara kontinyu dalam seluruh selang waktu
2. Secara kontinyu dalam selang waktu tertentu
3. Secara diskrit dalam seluruh selang waktu
4. Secara diskrit dalam selang waktu tertentu

Penggunaan variabel tergantung pada situasi yang dimodelkan, tujuan pemodelan dan jenis fasilitas komputasi yang tersedia. Pada umumnya model-model agregat cenderung menggunakan variabel-variabel yang nilainya kontinyu tetapi dalam selang waktu yang diskrit. Contohnya dalam model-model sosio ekonomik. Sedangkan untuk variabel yang diskrit, seperti jumlah mesin, jumlah orang, atau transaksi dan dalam selang waktu yang diskrit.

d. *Deterministik – Stokastik*

Kebanyakan situasi dalam dunia nyata memiliki sifat *stokastik*. Kadang-kadang sifat ini harus dimodelkan secara *eksplisit*, tetapi seringkali dianggap cukup untuk memodelkan situasi tersebut secara *deterministik* dengan menggunakan nilai ekspektasi dari variabel

e. Ukuran selang waktu

Dimensi dari suatu simulasi adalah ukuran dari satuan waktu (selang waktu terkecil antara dua titik) yang digunakan. Ukuran ini berhubungan langsung dengan tingkat agregasi model. Dalam model yang bersifat agregat satuan waktu relatif besar (tahun, dekade). Model-model yang lebih detil biasanya menggunakan satuan waktu yang lebih kecil (hari, menit, detik)

2.4.9.1. Bangun Model Sistem Dinamis dan Notasi Yang Dipergunakan

Setelah melakukan pengidentifikasian masalah dan menentukan variabel-variabel yang signifikan, selanjutnya kita dapat menyelidiki interelasi antar variabel tersebut. Untuk mendapatkan struktur umpan balik, maka kita mencari hubungan sebab akibat antar variabel tersebut sampai terbentuk sengkeliit umpan balik. Diagram yang dipergunakan untuk mempresentasikan struktur sengkeliit umpan balik ini adalah diagram sengkeliit sebab akibat (*causal loop diagram*). Selanjutnya diagram ini akan dipergunakan sebagai dasar penyusunan diagram alir atau diagram *rate / level*. Bentuk model sistem dinamis yang merepresentasikan struktur umpan balik adalah diagram sengkeliit sebab akibat atau yang biasa disebut dengan *Causal Loop*

Diagram.

Lup dapat dibedakan menjadi 2 jenis lup yaitu :

a. Lup positif

Lup dikatakan positif bila jumlah hubungan negatif antar variabelnya adalah nol atau genap.

b. Lup negatif

Lup dikatakan negatif bila jumlah hubungan negatif antar variabelnya adalah ganjil. Diagram ini menunjukkan arah aliran perubahan variabel dan polaritasnya. Polaritas aliran sebagaimana diungkapkan diatas dibagi menjadi positif dan negatif.

Bentuk diagram lain yang juga menggambarkan struktur model sistem dinamis adalah Diagram Aliran atau *Flow Diagram*. Diagram aliran merepresentasikan hubungan antar variabel yang telah dibuat dalam diagram sebab akibat dengan lebih jelas, dengan menggunakan berbagai simbol tertentu untuk berbagai variabel yang terlibat. Diagram ini dapat membedakan informasi fisik dari sub sistem dan dapat mengklasifikasikan semua jenis variabel dan fungsi. Selain itu flow diagram juga menjadi alat utama dalam merepresentasikan struktur umpan balik atau feed back dalam segi fisik dan aliran informasi dan barang.

Menurut *Salient*, flow diagram mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Membedakan antara subsistem fisik dan subsistem informasi.
- b. Membedakan antara tipe-tipe variabel.
- c. Mempunyai korespondensi satu-satu dengan persamaan matematis.

- d. Menunjukkan berbagai *delay* atau penundaan dalam sistem.
- e. Menunjukkan rata-rata atau pemulusan dalam sistem.
- f. Menunjukkan secara jelas fungsi-fungsi khusus yang digunakan dalam rumus persamaan matematis.
- g. Membedakan simbol dalam tiap variabel yang berbeda

Variabel dalam *flow diagram* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. *Level (stocks)*

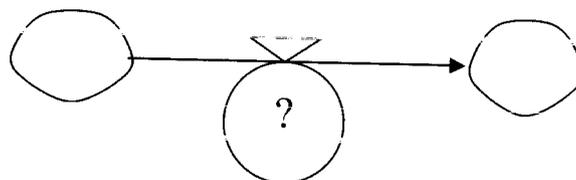
Variabel *level* atau *state* menggambarkan suatu kondisi sistem pada setiap saat. Variabel ini dinyatakan dengan sebuah besaran kuantitas terakumulasi sebagai akibat aktivitas aliran sepanjang waktu. *Level* akan dipengaruhi oleh *rate (flow)*



Gambar 2.8. Simbol *level*

b. *Rate (flow)*

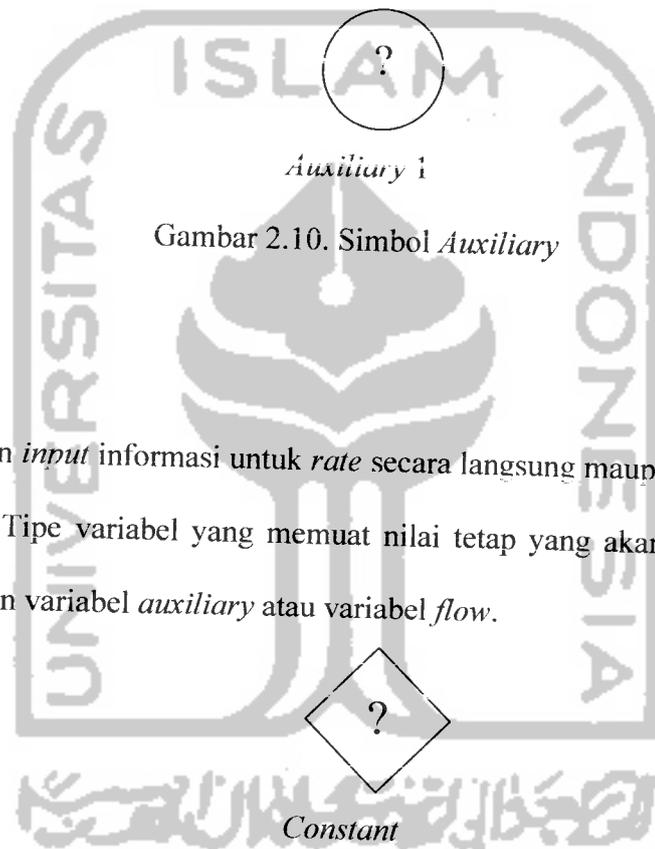
Variabel *rate* menggambarkan suatu aktivitas, pergerakan (*movement*) dan aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu *level* yang dinyatakan dalam suatu besaran laju perubahan. Tipe variabel yang akan mempengaruhi variabel *level*.



Gambar 2.9. Simbol *Rate*

c. *Auxiliary*

Variabel *auxiliary* merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara *level* dan *rate*. Variabel ini dinyatakan dalam persamaan matematik yang pada dasarnya merupakan bagian dari persamaan *rate*. Tipe variabel yang memuat perhitungan dasar pada variabel lain.



Gambar 2.10. Simbol *Auxiliary*

d. *Constant*

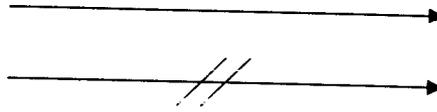
Merupakan *input* informasi untuk *rate* secara langsung maupun melalui variabel *auxiliary*. Tipe variabel yang memuat nilai tetap yang akan digunakan dalam perhitungan variabel *auxiliary* atau variabel *flow*.

Gambar 2.11. Simbol *Constant*

e. *Link*

Sebuah alat yang menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

Dalam *Powersim Studio* link dapat dibedakan menjadi *link* dan *delayed link*.



Gambar 2.12. Simbol *Link* dan *Delayed Link*

f. Variabel *Exogen*

Merupakan pernyataan dari variabel luar sistem yang mempengaruhi sistem. Variabel ini dinyatakan dalam bentuk fungsi dari waktu.

g. Sumber (*source*)

Menyatakan asal aliran yang harganya tidak berpengaruh terhadap sistem dan endapan (*sink*) menyatakan tujuan dari suatu aliran yang tidak mempengaruhi sistem.

Pada dasarnya, penentuan *level* dan *rate* adalah yang terpenting bagi pemodelan sistem dinamis. *Level* dapat diibaratkan seperti sebuah bak dan *rate* adalah keran yang mengisi bak tersebut dengan air atau sumbat didasar bak yang mengeluarkan air didalam bak tersebut. Ilustrasi tersebut selalu dapat digunakan untuk menjadi panduan dalam menentukan *level* atau *rate* suatu sistem.

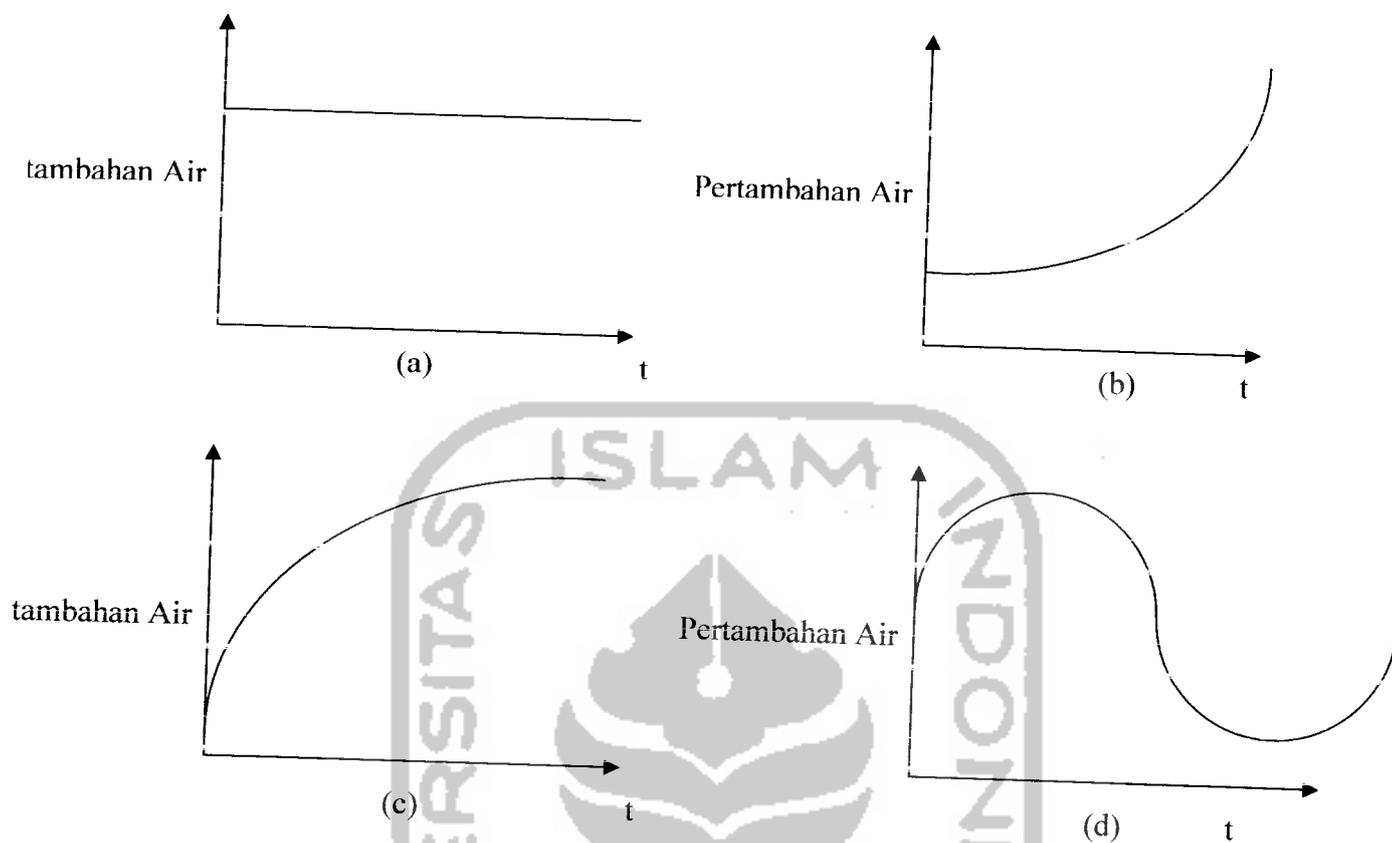
Sebagai contoh, pada sistem populasi disuatu kota (misalkan Jogja), yang menjadi *level* adalah populasi di Jogjakarta dan yang menjadi *rate* adalah jumlah kelahiran dan kematian. Contoh lain dalam penentuan *rate* dan *level* adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Contoh *Rate* Dan *Level*

<i>Rate</i> (menambah level)	<i>Level</i>	<i>Rate</i> (mengurangi level)
Pemasukan	Kas Organisasi	Pengeluaran
Debit	Kas	Kredit
<i>Customer Realization</i>	<i>Customer Value</i>	<i>Customer Service</i>
Pendapatan Kotor	<i>Profit</i>	Biaya
Produksi	Persediaan	Pengiriman

2.4.9.2. Analisa Grafis

Sesuai dengan tujuan sistem dinamis, maka pemodelan sistem dinamis tidak akan menghasilkan suatu nilai tertentu. Keluaran (*output*) yang dihasilkan dengan pendekatan ini adalah berupa kumpulan data yang memiliki pola tertentu. Dari data-data tersebutlah kemudian pemodel dapat menginterpretasikan sesuai dengan tujuan awal pemodelan. Gambar dibawah ini adalah beberapa tipe grafis yang sering ditemui dalam sistem dinamis.



Gambar 2.13. (a) *constan*, (b) dan, (c) fungsi *ramp*, (d) fungsi *sinwave*

2.4.9.3. Kelebihan Dan Kekurangan Sistem Dinamis

Sebagaimana layaknya sebuah metodologi, maka model simulasi sistem dinamis pun memiliki sejumlah kekurangan dan kelebihan. Berikut ini disebutkan beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh metode sistem dinamis.

- a. Kelebihan Metode Sistem Dinamis
 1. Sistem Dinamis memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menerangkan perilaku dan karakteristik sistem yang diamati.
 2. Karena berorientasi pada mekanisme internal, maka akan sangat mudah

digunakan oleh para pengambil keputusan untuk menganalisis kebijakan yang dibuatnya.

3. Sistem Dinamis dapat menerangkan hubungan kausal dan konsekuensi dari perubahan keadaan setiap variabelnya.
 4. Dengan konsep simulasi yang dimilikinya, maka sistem dinamis memiliki fleksibilitas dalam aplikasinya, serta tidak mengganggu sistem riil yang diamati.
 5. Sistem Dinamis sangat baik untuk memodelkan sistem-sistem sosial dan manajerial yang membutuhkan pengelolaan akan data yang banyak secara baik serta memiliki hubungan yang non linier dari setiap variabelnya.
- b. Kekurangan Metode Sistem Dinamis
1. Sistem Dinamis adalah alat deskripsi sistem, dan bukan alat untuk menyelesaikan masalah, sehingga diperlukan alat-alat penyelesaian lain guna mendesain alternatif pengembangan sistem yang diamati.
 2. Sistem Dinamis memiliki karakteristik yang sangat subyektif, sehingga pengetahuan pemodel akan sistem yang diamati sangat menentukan akan validitas model yang dibuat.
 3. Model yang kompleks membutuhkan skill dan pengetahuan khusus untuk memahaminya.