



Pada Gambar 2.1 menjelaskan bahan baku yang dikirim dari *supplier* ke *manufacturer*. Setelah produk selesai diproduksi, mereka dikirim ke *distributor*, lalu pengecer atau *ritel*, kemudian ke pelanggan. Untuk mengetahui proses pengelolaan barang dari *supplier* sampai *customer* dapat dilihat pada konsep *supply chain*.

### 2.1.1 Konsep *Supply Chain*

Konsep dalam *supply chain* adalah proses pengelolaan barang dari hulu sampai ke hilir atau dari *suppliers* sampai ke *customers*. Aliran barang berlaku searah dari *suppliers* sampai ke *customers*. Melihat definisi *supply chain* ada beberapa pelaku utama yang merupakan perusahaan-perusahaan yang mempunyai kepentingan yang sama yaitu (Indrajit dan Djokopranoto 2002):

1. *suppliers*,
2. *manufacturer*,
3. *distribution*,
4. *retail*,
5. *customers*.

#### Rantai 1 : *Suppliers*

Jaringan berawal dari *suppliers*, *suppliers* merupakan sumber yang menyediakan bahan pertama, di mana rantai penyaluran barang akan dimulai. Bahan pertama ini bisa berupa bahan baku, bahan mentah, bahan penolong, suku cadang, dan sebagainya.

#### Rantai 2 : *Supplier* → *Manufacturer*

Rantai pertama dihubungkan dengan rantai kedua. Dalam rantai kedua terjadi proses produksi atau bentuk lain dari melakukan pekerjaan membuat, memfabrikasi, merakit, mengkonversikan, atau menyelesaikan barang (*finishing*). Hal ini dilakukan untuk penghematan biaya.

#### Rantai 3 : *Supplier* → *Manufacturer* → *Distribution*

Dalam rantai ini barang harus mulai disalurkan kepada pelanggan. Dalam *supply chain* umumnya penyaluran barang disalurkan melalui distributor walaupun tersedia banyak cara untuk penyaluran.

Rantai 4 : *Supplier* → *Manufacturer* → *Distribution* → *Retail*

Pedagang biasanya mempunyai fasilitas gudang sendiri atau dapat juga menyewa dari pihak lain. Gudang ini digunakan untuk menyimpan barang sebelum disalurkan ke pengecer. Sekali lagi hal ini dilakukan untuk penghematan dalam jumlah *inventories* dan biaya gudang.

Rantai 5 : *Supplier* → *Manufacturer* → *Distribution* → *Retail*  
→ *Customers*

Dari para pengecer (retailer) menawarkan barangnya langsung kepada pelanggan. Mata rantai *supply* akan benar-benar berhenti setelah barang yang bersangkutan tiba di pemakai langsung.

## 2.2 *Supply Chain Management*

Supply Chain Management (SCM) adalah jaringan organisasi dan proses bisnis untuk mendapatkan bahan mentah, mengubah bahan mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi, dan mendistribusikan barang kepada pelanggan. Rantai pasokan menghubungkan pemasok, pabrik, pusat distribusi, toko eceran, dan pelanggan untuk menyediakan barang dan jasa dari sumber melalui konsumsi (Laudon dan Jane, 2008).

Schroeder (2000) membedakan pengertian rantai pasokan (*supply chain*) dengan manajemen rantai pasokan (*supply chain management*). Menurutnya *supply chain* adalah suatu urutan proses bisnis dan informasi terhadap suatu produk atau jasa, mulai dari *suppliers* sampai ke *retailers* sampai akhirnya ke pengguna akhir atau *customers*. Sedangkan definisi untuk *supply chain management* adalah perencanaan, desain, dan pengendalian terhadap aliran informasi dan materi yang terdapat pada *supply chain* dalam rangka memenuhi kebutuhan pelanggan dengan cara yang efisien saat ini dan masa yang akan datang.

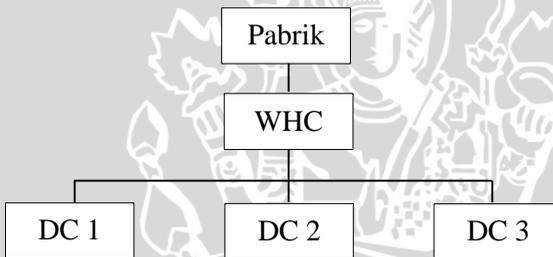
## 2.3 Sistem Distribusi Multi Eselon

Menurut Nasution (2003) dalam sistem multi eselon terdapat satu atau lebih tempat penyimpanan antara pabrik sampai pelanggan. Manfaat menggunakan sistem ini antara lain :

1. Pesanan customer akan lebih cepat bisa dipenuhi bila gudang diusahakan sedekat mungkin dengan lokasi customer.
2. Biaya transportasi akan lebih kecil karena jarak transportasi dengan titik persediaan lebih dekat.
3. Menimbulkan rasa tenang dan senang bagi pelanggan dekatnya toko atau gudang distribusi.

Gudang-gudang cabang berfungsi untuk menyimpan produk akhir maupun suku cadang. Gudang cabang sering disebut sebagai pusat distribusi (Distribution Center), dan gudang yang akan melayani sejumlah gudang regional disebut Regional Distribution Center (RDC).

Gambar 2.2 menunjukkan sistem distribusi dengan 2 eselon. Produk dibuat dipabrik, disimpan pada gudang pusat pemasok, dan pusat-pusat distribusi dipasok dari gudang pusat ini. Pesanan *customer* akan masuk dan dipenuhi dari tiap-tiap pusat distribusi.



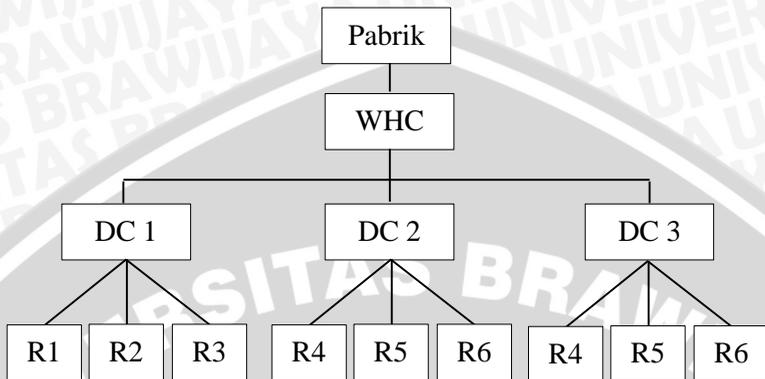
Gambar 2.2 Sistem Distribusi 2 Eselon

Keterangan :

WHC = Warehouse Center (gedung pusat)

DC = Distribution Centre (pusat distribusi)

Sistem distribusi 3 eselon ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pada sistem ini pihak pembuat (pabrik) memiliki toko-toko eceran (*retail stores*). Barang-barang yang dibuat dipabrik disimpan pada gudang pusat pemasok. Gudang pusat ini memasok pusat-pusat distribusi dan setiap pusat distribusi akan melayani toko-toko eceran.



Gambar 2.3 Sistem Distribusi 3 Eselon

## 2.4 Persediaan pada *Supply Chain*

Persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, dan untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah, bahan pembantu, barang dalam proses, barang jadi ataupun suku cadang. Pengendalian persediaan dapat didefinisikan sebagai serangkaian kebijakan pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan penambahan persediaan harus dilakukan dan berapa besar pesanan harus diadakan (Herjanto, 2001).

Persediaan sangat penting bagi setiap perusahaan, baik perusahaan jasa maupun manufaktur. Hal ini dikarenakan untuk mengantisipasi ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi keinginan pelanggan mengingat bahwa tidak selamanya barang dan jasa tersedia setiap saat. Untuk itulah manajemen persediaan sangat diperlukan di setiap perusahaan (Rangkuti, 2004).

## 2.5 Komponen Biaya Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya persediaan umumnya terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan.

Komponen-komponen biaya persediaan adalah sebagai berikut (Nasution, 2008):

1. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Menurut Winston (1991), pemesanan tidak perlu dilakukan ketika persediaan ( $I$ ) lebih besar dari nol, karena akan menimbulkan biaya penyimpanan yang tidak perlu. Pemesanan ketika  $I = 0$  dilakukan untuk mencegah kekurangan persediaan. Anggap  $Q$  adalah pemesanan setiap  $I = 0$ , maka total biaya pemesanan ( $OC$ ) per tahun adalah frekuensi pemesanan per tahun ( $f$ ) dikalikan dengan biaya yang harus dikeluarkan setiap kali pesan ( $R$ ). Dimana  $f$  bergantung pada kebutuhan untuk periode yang akan datang dan dinyatakan dengan jumlah permintaan tahunan ( $D$ ). Sehingga frekuensi pemesanannya adalah  $\frac{D}{Q}$  dan total biaya pemesanan adalah sebagai berikut

$$OC = R \times f = R \times \frac{D}{Q}$$

2. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Menurut Siswanto (2007) pembelian adalah harga yang harus dibayar untuk setiap unit barang. Terdapat dua macam kemungkinan untuk harga barang. Kemungkinan pertama adalah harga barang perunit yang tetap, dan yang kedua adalah harga barang perunit yang berubah. Hubungan antar tingkat harga dengan jumlah barang yang dibeli adalah semakin besar jumlah barang yang dibeli adalah semakin besar jumlah barang yang dibeli maka tingkat harga per unit lebih rendah.

Model dari biaya pembelian diberikan dalam persamaan berikut.

$$C_p = c \times D \quad (2.1)$$

dimana  $C_p$  adalah total biaya pembelian,  $c$  adalah biaya pembelian per unit barang dan  $D$  adalah jumlah permintaan (Ristono, 2009).

3. Biaya Penyimpanan (*Holding cost*)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang timbul akibat adanya persediaan ( $I$ ). Anggap tingkat persediaan tidak konstan dari waktu ke waktu. Jika tingkat rata-rata persediaan selama waktu  $T$  adalah  $\bar{I}$ , maka biaya penyimpanan untuk periode waktu  $T$  adalah  $hT\bar{I}$ . Secara

matematis, rata – rata tingkat persediaan  $\bar{I}(t)$  dari waktu 0 sampai waktu  $T$  diberikan sebagai berikut.

$$\bar{I}(t) = \frac{\int_0^T I(t) dt}{T},$$

maka total biaya persediaan antara waktu 0 sampai waktu  $T$  adalah

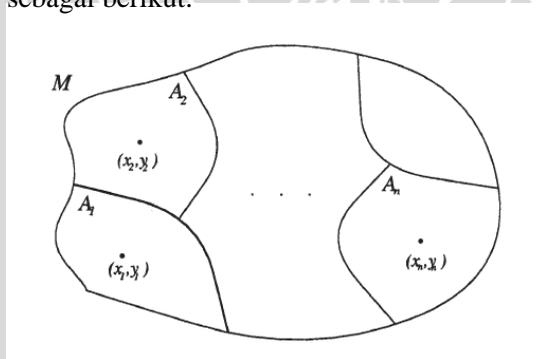
$$C_h = \int_0^T hI(t) dt \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} &= h \int_0^T I(t) dt \\ &= h[I(t)(T) - (I(t)(0))] \\ &= h[I(t)T - 0] \\ &= hTI(T), \end{aligned}$$

(Winston, 1991)

## 2.6 Biaya Transportasi

Misalkan  $M$  adalah area pelayanan di suatu kluster yang diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 2.4 Area pelayanan di suatu kluster

Jika suatu perusahaan ingin membuka distributor baru di daerah  $M$ , maka setiap distributor ( $A_i$ ) harus melayani di daerahnya sendiri. Dimana variabel dan parameter didefinisikan sebagai berikut

$n$  : jumlah distributor,

$(x_i, y_i)$  : koordinat lokasi distributor ke- $i$ ,  $i = 1 \dots n$

Biaya transportasi lebih kompleks tergantung dari bentuk setiap wilayah, lokasi fasilitas di setiap area pelayanan, jarak, ukuran kendaraan, dan jadwal pengiriman. Sehingga biaya transportasi dikenakan berdasarkan jumlah item per mil. Diasumsikan kegiatan transportasi merupakan suatu siklus dimana distributor berada ditengah maka total biaya transportasi dapat didefinisikan sebagai

$$\sum_i g(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^N C_T f_r \sqrt{A_i} D, \quad (2.3)$$

dimana

- $g(x_i, y_i)$  : total biaya transportasi,
- $C_T$  : biaya angkut untuk pengiriman barang (jarak/item),
- $f_r$  : tetapan jarak,
- $A_i$  : luas daerah pelayanan distributor di klaster  $i$ ,
- $D$  : permintaan (barang/mil<sup>2</sup>).

Perhatikan bahwa  $f_r \sqrt{A_i}$  merupakan rata – rata jarak dari ditributor ke konsumen dalam satu area pelayanan dengan distributor berada di tengah (Dasci, 2000).

## 2.7 Model Persediaan Kerusakan Barang

Menurut Li dkk. (2010), *deterioration item* mengacu pada barang yang menjadi busuk, rusak, menguap, kadaluwarsa, devaluasi, dan sebagainya. Barang yang memburuk dapat diklasifiikasikan menjadi dua kategori. Kategori pertama mengacu pada barang yang menjadi busuk, rusak, menguap dan kadaluwarsa. Kategori kedua mengacu pada barang yang kehilangan sebagian atau nilai total seiring waktu karena teknologi baru atau pengenalan alternatif. Kedua kategori tersebut memiliki karakteristik siklus hidup yang pendek. Untuk kategori yang pertama, barang memiliki siklus hidup yang pendek alami. Untuk kategori kedua, barang memiliki siklus hidup pasar yang pendek.

Proses kerusakan barang relatif erat terhadap fungsi eksponensial negatif terhadap waktu, persediaan yang mengalami kerusakan dimodelkan sebagai berikut.

$$\frac{dQ(t)}{dt} + \theta Q(t) = -f(t).$$

Dalam fungsi tersebut,  $\theta$  adalah notasi untuk tingkat memburuknya barang,  $Q(t)$  mengacu pada tingkat persediaan pada waktu  $t$ , dan  $f(t)$  adalah tingkat permintaan pada waktu  $t$ .

## 2.8 Uji Konveksitas

Menurut Apostol (1969) untuk fungsi dengan multi variabel, uji konveksitas dilakukan dengan menentukan Matriks Hessian terlebih dahulu. Matriks Hessian adalah matriks berukuran  $n \times n$  dari turunan parsial orde dua. Jika  $f = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$ , maka Matriks Hessian dari  $f$  adalah matriks sebagai berikut.

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix}$$

(Kaplan, 1991).

$H$  matriks berukuran  $n \times n$ , disebut matriks simetrik jika  $H = H^T$ . Selain itu,  $H_{n \times n}$  disebut:

1. Semi definit positif jika  $(-1)^j |H_j| \leq 0, j = 1, 2, \dots, n$
2. Definit positif jika  $(-1)^j |H_j| < 0, j = 1, 2, \dots, n$
3. Semi definit negatif jika  $(-1)^j |H_j| \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$
4. Definit negatif  $(-1)^j |H_j| > 0, j = 1, 2, \dots, n$

dengan  $|H_j| = \det \begin{bmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{j1} & \cdots & h_{jj} \end{bmatrix}$ .

$H_j$  adalah minor ke  $j$  dari matriks Hessian. Uji konveksitas dari suatu fungsi dengan multi variabel adalah sebagai berikut.

1. Konveks jika  $H$  semi definit positif.

2. *Strictly convex* jika  $H$  definit positif.
3. Konkaf jika  $H$  semi definit negatif.
4. *Strictly concave* jika  $H$  definit negatif.

(Anam,2009)

## 2.9 Optimasi Multi Variabel Tanpa kendala

Jika  $f(\mathbf{X})$  dengan  $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  mempunyai sebuah titik ekstrem pada  $\mathbf{X} = \mathbf{X}^*$  dan jika turunan pertama dari  $f(\mathbf{X})$  mempunyai nilai pada titik  $\mathbf{X}^*$ , maka  $\nabla f(\mathbf{X}^*) = 0$ . Titik  $\mathbf{X}^*$  disebut titik maksimum lokal dari  $f(\mathbf{X})$  jika dan hanya jika:

- (i)  $\nabla f(\mathbf{X}^*) = 0$
- (ii)  $\mathbf{H}(\mathbf{X}^*) < 0$  definit negatif dengan  $\mathbf{H}$  = matrik Hessian yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & \dots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1} & \dots & h_{nm} \end{bmatrix}$$

dengan

$$h_{ij} = \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j}$$

(Luknanto,2000)

## 2.10 Metode Newton

Metode Newton teknik yang paling sering digunakan untuk menemukan akar dari persamaan nonlinear. Metode ini banyak pula dikembangkan untuk memecahkan permasalahan optimasi multi variabel. Tujuan dari metode Newton adalah memperoleh  $x_i$  yang membuat

$$f'(x) = 0,$$

syarat perlu untuk memperoleh titik optimasi adalah

$$f'(x_{i+1}) = f'(x_i) + f''(x_i)(x_{i+1} - x_i) = 0,$$

atau

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f'(x_i)}{f''(x_i)}; \quad i = 0,1,2, \dots, n. \quad 2.4$$

Pada setiap iterasi  $i$ , titik optimum  $x_{i+1}$  dari pendekatan kuadratik menjadi titik yang akan digunakan untuk membuat fungsi pendekatan kuadratik yang selanjutnya. Jadi nilai  $x_{i+1}$  dibuat sama dengan  $x^*$  dalam persamaan (2.4) sebagai titik optimum. Iterasi Newton dihentikan jika perubahan dari titik optimum telah mencapai ketelitian yang diharapkan atau  $|x_{i+1} - x_i| < \varepsilon$ , dimana  $\varepsilon$  merupakan error yang ditentukan (Luknanto, 2000).

## 2.11 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu cara untuk mengetahui seberapa besar perubahan pada solusi optimal jika terjadi perubahan parameter. Solusi dapat dikatakan sangat sensitif jika suatu perubahan kecil pada parameter tersebut menyebabkan perubahan drastis dalam solusi. Sebaliknya, jika perubahan parameter tidak mempunyai perubahan besar terhadap solusi dikatakan solusi relatif tidak sensitif terhadap nilai parameter itu (Mulyono, 1991)

Analisis sensitivitas disebut juga analisis pasca optimalitas (*post optimality analysis*) karena analisis ini hanya bisa dilakukan setelah penyelesaian optimal tercapai. Analisis sensitivitas digunakan untuk melakukan interpretasi penyelesaian yang telah dicapai sehingga menjadi lebih mudah dipahami (Agustini dan Rahmadi, 2004).

Tujuan analisis sensitivitas adalah untuk menentukan parameter-parameter sensitif (yaitu parameter yang tidak dapat diubah tanpa penyelesaian optimal), melakukan estimasi parameter yang lebih tepat, serta memilih penyelesaian yang tetap baik untuk sejumlah nilai-nilai yang layak dimiliki oleh parameter-parameter sensitif (Juanda, 1998).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

