

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Persediaan (*Inventory*)

Persediaan atau *Inventory* merupakan aset yang sangat penting, baik dilihat dari jumlahnya maupun dilihat dalam kegiatan perusahaan. Persediaan adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal (Assauri, 1993).

##### 2.1.1 Parameter-parameter Persediaan

Berdasarkan dua karakteristik utama parameter-parameter masalah persediaan, model-model persediaan dibedakan menjadi model deterministik dan model probabilistik. Kelompok model deterministik ditandai oleh karakteristik tingkat permintaan dan periode kedatangan pesanan yang bisa diketahui sebelumnya secara pasti. Sebaliknya, jika salah satu atau kedua parameter tidak dapat diketahui secara pasti sebelumnya sehingga harus didekati dengan distribusi probabilitas, maka hal itu menandai kelompok model probabilitas.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penyelesaian masalah persediaan adalah meminimumkan biaya total persediaan. Biaya-biaya yang digunakan antara lain:

1. Biaya Pesan (*Ordering Cost*)  
Biaya pesan timbul saat terjadi proses pemesanan suatu barang.
2. Biaya Simpan (*Carrying Cost*)  
Timbulnya biaya simpan adalah saat terjadi proses penyimpanan suatu barang.
3. Biaya Kehabisan Persediaan (*Stockout Cost*)  
Saat persediaan habis atau tidak tersedia, biaya kehabisan persediaan timbul.
4. Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)  
Biaya pembelian terjadi saat pembelian suatu barang.

(Siswanto, 2007).

### 2.1.2 Sistem Persediaan Bahan

Menurut (Prawirosentono, 2005), dalam manajemen persediaan dikenal beberapa sistem persediaan antara lain:

#### 1. Sistem JIT

Dalam persediaan bahan dapat digunakan sistem JIT (*Just in Time*), yang artinya membeli pada saat diperlukan. Akan tetapi, JIT tersebut memerlukan kondisi seperti mudahnya mencari dan menyediakan bahan kebutuhan dari pasar bebas dengan cepat sesuai kebutuhan. Sistem JIT merupakan upaya meminimumkan persediaan (bernuansa *stockless* atau tanpa persediaan).

#### 2. Sistem ABC

Pada sistem ABC, jenis-jenis dikelompokkan berdasarkan harga atau bernilai murah dan mahalnya jenis bahan. Bahan yang bernilai mahal tentu harus diawasi dan diadministrasikan secara ketat, sedangkan bahan yang harganya murah tidak memerlukan pengawasan secara ketat. Dalam pembagian kelas, seolah-olah prioritas pengawasan atas persediaan berdasarkan besar kecilnya nilai jenis persediaannya.

#### 3. Sistem Persediaan Garis Merah (*Red Lines*)

Sistem persediaan garis merah (*red lines*) pada prinsipnya berpatokan kepada batas garis merah yang dicantumkan pada tempat (wadah) bahan disimpan. Garis merah tersebut merupakan batas minimal suatu bahan yang harus tersedia di gudang. Dalam hal ini, manajemen gudang harus selalu waspada kapan harus mulai memesan kembali bahan, agar persediaan kembali sesuai kebutuhan hingga proses produksi berikutnya.

#### 4. Sistem Pemesanan Kembali (*Reorder Point System*)

Persediaan bahan yang tersedia telah digunakan sehingga harus dilakukan pengisian kembali melalui pemesanan kembali (*reorder*). Pada sistem *reorder point*, pemesanan kembali bahan harus dilakukan jika jumlah sisa persediaan telah mencapai batas garis *reorder level*.

### 2.1.3 EOQ (*Economic Order Quantity*) *Single-Item*

EOQ (*Economic Order Quantity*) adalah model persediaan yang pertama kali dikembangkan tahun 1915 secara terpisah oleh For Harris dan R.H. Wilson. Model EOQ juga merupakan model deterministik yang memperhitungkan dua macam biaya persediaan paling dasar, yaitu:

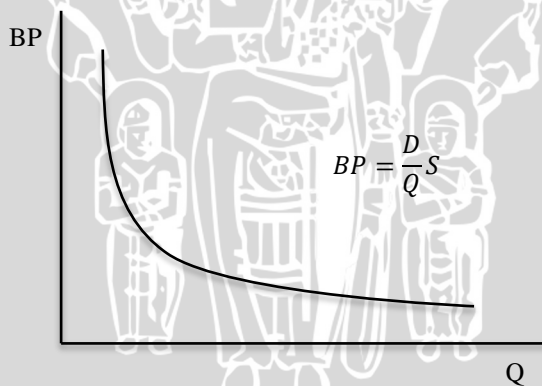
1. biaya pesan,
2. biaya simpan,

sehingga Biaya Total Persediaan (*BTP*) atau *Total Inventory Cost* (*TIC*) = Biaya Pesan + Biaya Simpan. Secara umum memiliki bentuk:

$$TIC = BP + BS$$

Model ini mengasumsikan bahwa persediaan akan dipesan sebesar  $Q$  unit dan datang secara serentak.

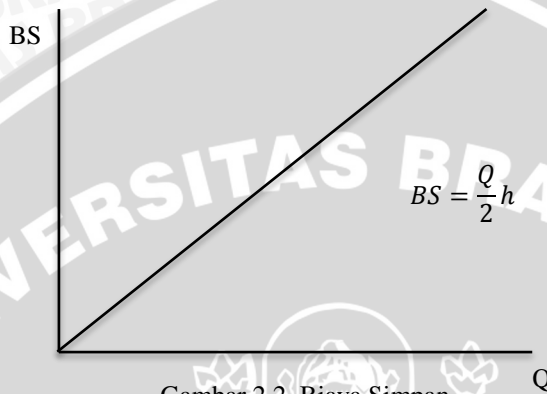
Biaya Pesan (*BP*) adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena pemesanan suatu barang. Jika semakin sering pemesanan suatu barang dilakukan maka semakin besar biaya pesan yang dikeluarkan. Biaya pesan diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Biaya Pesan

Biaya Simpan (*BS*) harus dikeluarkan oleh perusahaan berkaitan dengan penyimpanan persediaan. Jika semakin banyak dan semakin lama persediaan disimpan maka semakin besar biaya persediaan yang dibutuhkan. Karena siklus persediaan adalah datang-

digunakan-habis maka volume persediaan didasarkan pada persediaan rata-rata dan dapat diilustrasikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Biaya Simpan (Siswanto, 2007).

#### 2.1.4 EOQ (*Economic Order Quantity*) Multi-Item

Kejadian deterministik, yang dipakai sebagai asumsi untuk pembentukan model-model pengendalian persediaan deterministik, sebenarnya tidak pernah terjadi. Namun teori ini dapat digunakan untuk mendekati kejadian yang tingkat ketidapastiannya cukup rendah. Model pengendalian persediaan probabilistik, yang lebih kompleks daripada model deterministik, akan menjadi tidak ekonomis untuk diterapkan bila dipakai untuk memodelkan kejadian yang tingkat ketidapastiannya cukup rendah.

Model biaya pengadaan persediaan multi-*item* telah dikembangkan oleh Narasimhan, dkk., (1985), yang secara umum memiliki bentuk seperti berikut:

$$TIC = F \left( C + \sum_{i=1}^n c_i \right) + \frac{\sum_{i=1}^n h_i Q_i}{2} + \sum_{i=1}^n P_i D_i \quad (2.1)$$

dengan

$TIC$  : biaya total pengadaan persediaan selama satu periode,

- $F$  : frekuensi pemesanan per periode,
- $C$  : biaya pesan tetap setiap kali pesan,
- $c_i$  : biaya pesan untuk pemesanan *item-i*,
- $h_i$  : biaya penyimpanan barang jadi *item-i*,
- $Q_i$  : jumlah *item-i* setiap kali pesan,
- $P_i$  : harga *item-i*,
- $D_i$  : kebutuhan *item-i* per periode.

Bila setiap *item* tidak pernah dipesan bersama-sama, maka suku  $C$  akan melebur ke  $\sum_{i=1}^n c_i$  dan persamaan (2.1) menjadi

$$TIC = \sum_{i=1}^n \left( \frac{D_i}{Q_i} c_i + \frac{\sum_{i=1}^n h_i Q_i}{2} + P_i D_i \right),$$

sebaliknya bila semua *item* selalu dipesan bersama-sama, suku  $\sum_{i=1}^n c_i$  akan melebur ke  $C$  dan persamaan (2.1) menjadi

$$TIC = FC + \frac{\sum_{i=1}^n h_i Q_i}{2} + \sum_{i=1}^n P_i D_i.$$

(Suharyanti, 1999).

## 2.2 Model Persediaan Kerusakan Barang

Menurut Li, dkk, (2010), *deterioration item* mengacu pada barang yang menjadi busuk, rusak, menguap, kadaluwarsa, devaluasi, dan sebagainya. Kerusakan barang dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori. Kategori pertama mengacu pada item yang menjadi busuk, rusak, menguap, atau 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.

Menurut Ghare dan Schrader (1963) dari *review deteriorating inventory study*, penggunaan dari persediaan kerusakan barang relatif erat terhadap fungsi eksponensial negatif terhadap waktu.



Ghare dan Schrader mengusulkan model persediaan kerusakan barang adalah seperti berikut.

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

dengan

$\theta$  adalah tingkat kerusakan barang.

$Q(t)$  adalah tingkat persediaan pada waktu  $t$ .

$f(t)$  adalah tingkat permintaan pada waktu  $t$ .

## 2.3 Saluran Distribusi

Saluran distribusi menggambarkan jalur barang dari produsen sampai ke pelanggan. Saluran tersebut biasanya melibatkan juga perantara distribusi, atau perusahaan yang ikut serta dalam proses pemindahan barang sampai ke tangan konsumen.

Keputusan perusahaan yang berkaitan dengan distribusi dapat berpengaruh terhadap kinerja perusahaan karena mempengaruhi cakupan barang atas pelanggan. Keputusan distribusi juga dapat mempengaruhi kinerja perusahaan karena mempengaruhi ongkos kirim barang dari asal barang tersebut dibarangi ke tangan pelanggan (Madura, 2001).

### 2.3.1 Tipe Saluran Distribusi

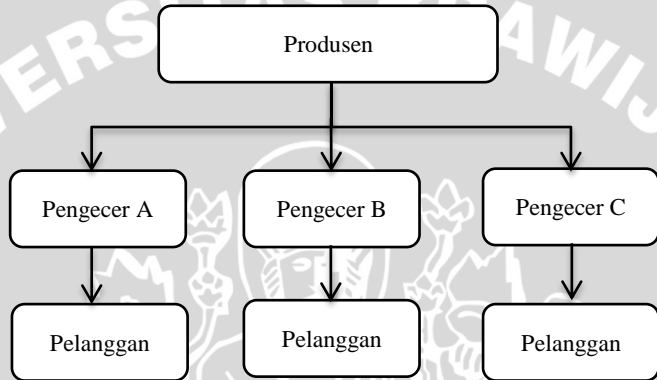
Menurut Madura (2001), tipe saluran distribusi terbagi atas tiga macam, antara lain:

#### 1. Saluran Langsung

Ketika produsen melakukan transaksi langsung dengan pelanggan, perantara distribusi tidak diikutsertakan, situasi ini disebut sebagai saluran langsung. Keuntungan saluran langsung adalah perbedaan yang jelas antara biaya barang dan harga yang dibayarkan oleh pelanggan kepada produsen. Sementara itu, kerugian saluran langsung salah satunya adalah perusahaan memerlukan karyawan lebih banyak.

## 2. Saluran Satu Tingkat

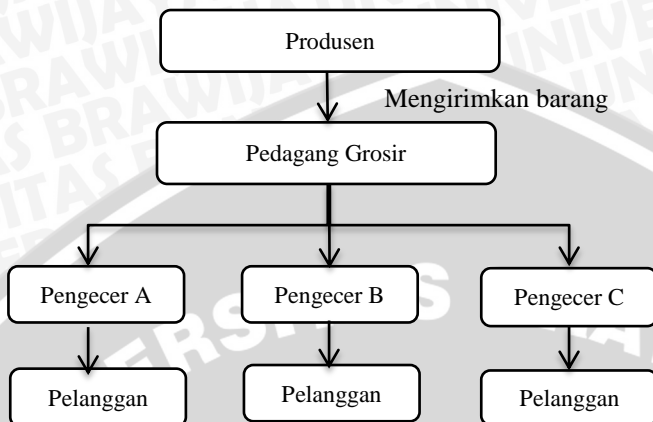
Dalam saluran satu tingkat, satu perantara distribusi berada diantara produsen dan konsumen, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3. Beberapa perantara distribusi (pengecer) menjadi pemilik dari barang dan kemudian menjualnya kembali. Perantara lainnya disebut agen, yang mempertemukan pembeli dan penjual barang tanpa harus menjadi pemilik barang.



Gambar 2.3 Saluran Distribusi Satu Tingkat

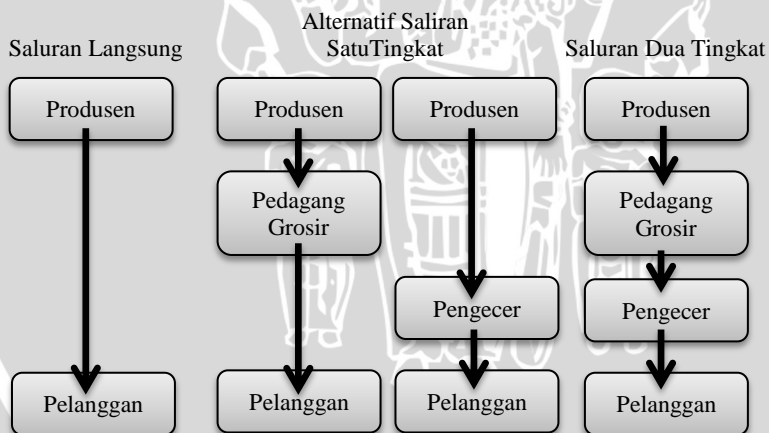
## 3. Saluran Dua Tingkat

Beberapa barang melewati saluran distribusi dua tingkat, di mana dua perantara pemasaran berada di antara produsen dan konsumen. Tipe saluran distribusi dua tingkat diilustrasikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Saluran Distribusi Dua Tingkat

Secara umum, tipe saluran distribusi diperbandingkan barang pada Gambar 2.5. Di mana perbandingan saluran distribusi langsung, alternatif saluran distribusi satu tingkat, dan saluran distribusi dua tingkat terlihat dengan jelas perbedaannya. Secara umum perusahaan dapat menggunakan lebih dari satu saluran distribusi.



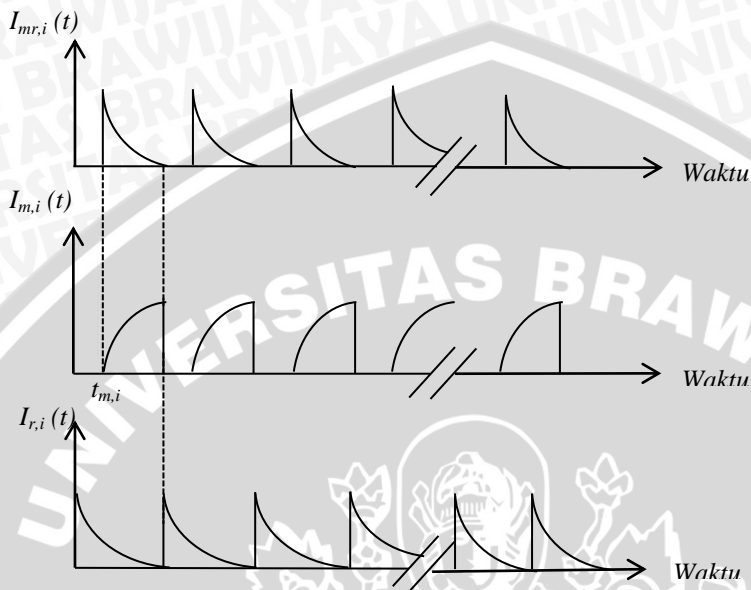
Gambar 2.5 Perbandingan Saluran Distribusi Umum



## 2.4 Saluran Distribusi multi-*item*

Model saluran distribusi multi-*item* berdasarkan pengurangan biaya dan peningkatan pendapatan yang akan dirumuskan menjadi dua model keputusan dengan mempertimbangkan efek koordinasi saluran dan *Joint Replenishment Program* (JRP). Dua model saluran distribusi multi-*item* ini berasal dari kebijakan desentralisasi dengan mempertimbangkan efek koordinasi saluran dan JRP dipengendalian biaya penawaran, sehingga didapatkan model yang memaksimalkan keuntungan. Kebijakan desentralisasi berada dalam efek koordinasi *non-cooperative* dan terdapat model dengan dan tanpa JRP. Kebijakan desentralisasi merupakan kebijakan dalam setiap saluran distribusi yang bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi keuntungan pengecer, tanpa pertimbangan yang diberikan pada produsen. JRP berkaitan dengan koordinasi pengisian multi-*item* yang dapat dilakukan pemesanan secara bersama-sama dari satu produsen. Saluran distribusi yang digunakan adalah saluran distribusi satu tingkat, di mana terdapat satu produsen dan satu pengecer, yang menyimpan dan menjual barang multi-*item* ( $n$ ) untuk konsumen akhir. Setiap *item* memiliki tingkat kerusakan barang yang sesuai dengan distribusi eksponensial.

Pengisian kembali (*replenishment*) dilakukan berdasarkan kebijakan EOQ yang dikenakan biaya *setup* utama untuk setiap pesanan dan biaya *setup* tambahan khusus untuk setiap *item* tertentu yang mengalami kerusakan. Dua model yang dirumuskan bertujuan untuk menentukan siklus pengisian kembali (*replenishment*) dan harga eceran, sehingga dapat memaksimalkan keuntungan dalam saluran distribusi besar per satuan waktu untuk produsen.



Gambar 2.6. Persediaan tiga level pada saluran distribusi satu tingkat.

Berdasarkan Gambar 2.6, pada produsen, tingkat persediaan barang baku *item-i* ( $I_{mr,i}(t)$ ) akan mengalami penurunan dalam waktu  $t$ , sebesar perubahan penambahan tingkat persediaan barang jadi ( $I_{m,i}(t)$ ). Pada pengecer, grafik tingkat persediaan barang jadi ( $I_{r,i}(t)$ ) mengalami penurunan, selama waktu  $t$ . Saat  $I_{mr,i}$  dan  $I_{r,i}(t)$  menurun dan  $I_{m,i}$  naik, terjadi siklus pengisian kembali (*replenishment*). Pada saat  $I_{mr,i}(t) = 0$  dan  $I_{m,i}(t) = 0$  di produsen,  $I_{r,i}(t)$  terjadi banyaknya persediaan pada pengecer. Dan garis putus-putus menggambarkan hubungan antara produsen dan pengecer yang merupakan proses adanya JRP.

Perubahan banyaknya persediaan untuk setiap *item* ke- $i$  pada waktu  $t$  yang disebabkan oleh permintaan dan kerusakan selama siklus pengisian pada pengecer dijelaskan sebagai berikut:

$$\frac{dI_{r,i}(t)}{dt} = -I_{r,i}(t)\theta_i - D_i(p_{i,i}), \quad \text{untuk } 0 \leq t \leq T_{l,i}$$

Setiap siklus pengisian, biaya pembelian dan biaya persediaan mempengaruhi *item-i* yang dikeluarkan oleh pengecer adalah:

$$c_{r,i}I_{r,i}(0) = \frac{c_{r,i}D_i(p_{l,i})}{\theta_i} (e^{\theta_i T_{l,i}} - 1),$$

dan

$$h_{r,i} \int_0^{T_{l,i}} I_{r,i}(t) dt = \frac{h_{r,i}D_i(p_{l,i})}{\theta_i} \left[ \frac{1}{\theta_i} (e^{\theta_i T_{l,i}} - 1) - T_{l,i} \right].$$

Selama siklus produksi, perubahan tingkat persediaan bahan baku dan barang jadi ke-*i* pada waktu *t* yang dipengaruhi oleh kerusakan pada produsen, dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{dI_{mr,i}(t)}{dt} = -u_i \rho_i - I_{mr,i}(t) \theta_{m,i}, \quad \text{untuk } t_{m,i} \leq t \leq T_{l,i},$$

dan

$$\frac{dI_{m,i}(t)}{dt} = \rho_i - I_{m,i}(t) \theta_i, \quad \text{untuk } t_{m,i} \leq t \leq T_{l,i},$$

di mana  $t_{m,i}$  dan  $T_{l,i}$  adalah waktu awal dan akhir menghentikan produksi.

Dua model saluran distribusi multi-*item* dengan efek koordinasi *non-cooperative* yang dirumuskan pada kebijakan yang berbeda dengan dan tanpa JRP diuraikankan sebagai berikut:

#### 2.4.1 Kebijakan I

Pengisian kembali (*replenishment*) dilakukan secara individu, atau tanpa *Joint Replenishment Program* (JRP). Dalam Kebijakan I pengecer menentukan harga eceran dan siklus pengisian kembali untuk setiap *item*. Fungsi keuntungan pengecer dapat dinyatakan sebagai

$$\pi_{l,r} = \sum_{i=1}^n \left\{ (p_{l,i} - c_{r,i}) D_i(p_{l,i}) - \frac{(S_r + s_{r,i})}{T_{l,i}} - \frac{(h_{r,i} + c_{r,i} \theta_i) D_i(p_{l,i}) T_{l,i}}{2} \right\}, \quad (2.2)$$

fungsi keuntungan per satuan waktu untuk produsen dapat dinyatakan sebagai

$$\pi_{I,m} = \sum_{i=1}^n \left\{ c_{r,i} D_i(p_{I,i}) - \frac{(S_m + s_{m,i} + s_{mr,i})}{T_{I,i}} - c_{mr,i} u_i \rho_i - [c_{mr,i} u_i \rho_i \theta_i + (h_{m,i} + h_{mr,i} u_i) D_i(p_{I,i})] \frac{T_{I,i}}{2} \right\},$$

sehingga keuntungan saluran distribusi Kebijakan I adalah

$$\pi_I = \pi_{I,r} + \pi_{I,m}.$$

Untuk mendapatkan siklus pengisian kembali tiap *item* ( $T_{I,i}$ ) diperoleh dari persamaan (2.2) dengan  $\pi_{I,r} = 0$ , dan harga eceran optimal ( $p_{I,i}^*$ ) diperoleh dari substitusi  $T_{I,i}$  ke persamaan (2.2), kemudian diturunkan terhadap  $p_{I,i}$ .

## 2.4.2 Kebijakan II

Pada Kebijakan II, pengisian kembali (*replenishment*) dilakukan secara bersama-sama, atau dengan adanya *Joint Replenishment Program* (JRP). Pengecer menentukan siklus pengisian kembali untuk semua *item* secara bersama-sama. Fungsi keuntungan pengecer dapat dinyatakan sebagai

$$\pi_{II,r} = \sum_{i=1}^n \left\{ (p_{II,i} - c_{r,i}) D_i(p_{II,i}) - \frac{S_{r,i}}{T_{II}} - \frac{(h_{r,i} + c_{r,i} \theta_i) D_i(p_{II,i}) T_{II}}{2} \right\} - \frac{S_r}{T_{II}}, \quad (2.3)$$

fungsi keuntungan per satuan waktu untuk produsen dapat dinyatakan sebagai

$$\pi_{II,m} = \sum_{i=1}^n \left\{ c_{r,i} D_i(p_{II,i}) - \frac{(s_{m,i} + s_{mr,i})}{T_{II}} - c_{mr,i} u_i \rho_i - [c_{mr,i} u_i \rho_i \theta_{m,i} + (h_{m,i} + h_{mr,i} u_i) D_i(p_{II,i})] \frac{T_{II}}{2} \right\} - \frac{S_m}{T_{II}},$$

sehingga keuntungan saluran distribusi Kebijakan II adalah

$$\pi_{II} = \pi_{II,r} + \pi_{II,m}.$$

Untuk mendapatkan siklus pengisian kembali untuk semua *item* ( $T_{II}$ ) diperoleh dari persamaan (2.3) dengan  $\pi_{II,r} = 0$ , dan harga eceran optimal ( $p_{II,i}^*$ ) diperoleh dari substitusi  $T_{II}$  ke persamaan (2.3), kemudian diturunkan terhadap  $p_{II,i}$ .

(Chen dan Tsung-Hui, 2007).

## 2.5 Kasus Permintaan Linear

Analisis model untuk kasus linear harga tergantung dari fungsi permintaan, yaitu  $D_i(p_{j,i}) = a_i - b_i p_{j,i}$  di mana  $a_i > 0$ ,  $b_i > 0$ , dan  $p_{j,i} \leq a_i/b_i$ . Kasus permintaan linear ditunjukkan dengan membuktikan optimalisasi bahwa model keuntungan maksimal, dan berupa fungsi konkaf dalam siklus pengisian dan harga eceran.

Lemma 1

Fungsi keuntungan tiap unit pengecer berdasarkan Kebijakan  $j$ ,  $\pi_{j,r}$  adalah konkaf di siklus pengisian kembali ( $T_{j,i}$ ).

Lemma 2

Fungsi keuntungan tiap unit pengecer berdasarkan Kebijakan  $j$ ,  $\pi_{j,r}$  adalah konkaf di harga eceran ( $p_{j,i}$ ).

(Chen dan Tsung-Hui, 2007).

## 2.6 Uji Konveksitas

Uji konveksitas digunakan untuk mengetahui fungsi keuntungan pengecer ( $\pi_{j,r}$ ) maksimum terhadap siklus pengisian kembali ( $T_{j,i}$ ) dan harga eceran ( $p_{j,i}$ ), yaitu dengan mencari turunan kedua  $\pi_{j,r}$  terhadap  $T_{j,i}$  dan  $p_{j,i}$ .

Pertimbangan fungsi satu variabel  $f(x)$  yang memiliki turunan kedua untuk setiap nilai  $x$  yang mungkin. Dengan demikian, fungsi  $f(x)$  dapat bersifat :



1. **Konveks** jika dan hanya jika  $\frac{d^2f(x)}{dx^2} \geq 0$  untuk setiap nilai  $x$  yang mungkin.
2. **Konveks ketat** jika dan hanya jika  $\frac{d^2f(x)}{dx^2} > 0$  untuk setiap nilai  $x$  yang mungkin.
3. **Konkaf** jika dan hanya jika  $\frac{d^2f(x)}{dx^2} \leq 0$  untuk setiap nilai  $x$  yang mungkin.
4. **Konkaf ketat** jika dan hanya jika  $\frac{d^2f(x)}{dx^2} < 0$  untuk setiap nilai  $x$  yang mungkin.

(Hiller dan Lieberman, 2007).

