

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persediaan

Persediaan adalah bahan atau produk yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan dan periode tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari peralatan atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah, bahan pembantu, bahan dalam proses, barang jadi, ataupun suku cadang. Bisa dikatakan persediaan hanyalah suatu sumber dana menganggur, karena sebelum persediaan digunakan berarti dana terikat didalamnya tidak dapat digunakan untuk keperluan lain (Herjanto, 2008).

Sudah seharusnya apabila sebuah perusahaan melakukan pengendalian terhadap persediaan, sehingga persediaan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan secara efisien. Menurut Rangkuti (2004) pengendalian persediaan merupakan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus disediakan dan berapa besar pemesanan yang harus dilakukan.

2.2 Jenis Persediaan

Setiap jenis persediaan memiliki karakteristik dan cara pengolahan yang berbeda. Menurut Rangkuti (2004), berdasarkan karakteristiknya dalam persediaan, persediaan terdiri dari:

1. persediaan bahan mentah (*raw material*), yaitu persediaan barang-barang yang digunakan dalam proses produksi,
2. persediaan komponen rakitan (*purchased parts/components*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yang secara langsung dapat dirakit menjadi suatu hasil produksi,
3. persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi bukan merupakan bagian dari barang jadi,
4. persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang terdapat di tiap-tiap bagian dalam

proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi,

5. persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah diproses dan siap dijual kepada konsumen.

Menurut Herjanto (2008) persediaan dapat dikelompokkan berdasarkan perencanaan, yaitu:

1. *fluctuation stock*, merupakan persediaan yang dimaksudkan untuk menjaga terjadinya fluktuasi permintaan yang tidak diperkirakan sebelumnya dan untuk mengatasi bila terjadi kesalahan/penyimpangan dalam perkiraan penjualan, waktu produksi, atau pengiriman barang,
2. *anticipation stock*, merupakan persediaan untuk menghadapi permintaan yang dapat diramalkan pada musim permintaan tinggi, tetapi kapasitas produksi pada saat itu tidak mampu memenuhi permintaan. Persediaan ini juga dimaksudkan untuk menjaga kemungkinan sukarnya diperoleh bahan baku sehingga tidak mengakibatkan terhentinya produksi,
3. *lot-size inventory*, merupakan persediaan yang diadakan dalam jumlah yang lebih besar daripada kebutuhan saat itu. Persediaan dilakukan untuk mendapatkan keuntungan dari harga barang (berupa potongan harga) karena membeli dalam jumlah yang besar, atau untuk mendapatkan penghematan dari biaya pengangkutan per unit yang lebih rendah,
4. *pipeline inventory*, merupakan persediaan yang dalam proses pengiriman dari tempat asal ke tempat dimana barang tersebut akan digunakan. Misalnya, barang yang dikirim dari pabrik menuju tempat penjualan, yang dapat memakan waktu beberapa hari atau minggu.

2.3 Tujuan Persediaan

Pengadaan persediaan sangatlah penting untuk perusahaan, berikut adalah beberapa tujuan diadakannya persediaan dalam perusahaan menurut Herjanto (2008):

1. menghilangkan resiko keterlambatan pengiriman produk yang dipesan oleh perusahaan,
2. menghilangkan resiko jika produk yang dipesan dalam kondisi tidak baik sehingga harus dikembalikan,
3. menghilangkan resiko terhadap kenaikan harga atau inflasi,

4. untuk menyimpan bahan baku yang dihasilkan secara musiman sehingga perusahaan tidak akan kesulitan jika bahan baku itu tidak tersedia dipasaran,
5. mendapatkan keuntungan dari pembelian berdasarkan *quantity discount*,
6. untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat,
7. menjaga supaya tidak terjadi penyimpanan secara besar-besaran, karena hal tersebut dapat mengakibatkan biaya menjadi lebih besar,
8. untuk menjaga perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi,
9. untuk mempertahankan dan meningkatkan penjualan serta laba perusahaan,
10. menjaga agar pembelian terjadi secara optimal.

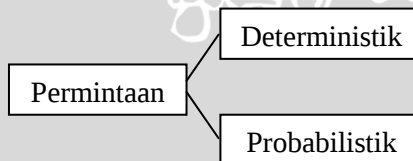
2.4 Tingkat Persediaan (*Inventory Level*)

Ada tiga pengertian untuk tingkat persediaan, yaitu:

1. *onhand inventory* adalah persediaan yang ada di gudang,
2. *inventory position* (posisi persediaan) adalah jumlah dari persediaan di tangan dan persediaan yang sedang dipesan,
3. *net inventory* (persediaan bersih) adalah *onhand inventory* dikurangi permintaan selama *lead time*.

2.5 Model Persediaan

Setiap keputusan yang diambil mempunyai pengaruh terhadap besar biaya persediaan. Model-model manajemen persediaan mempermudah dalam pengambilan keputusan. Model pengambilan keputusan dibagi menjadi dua macam, yaitu permintaan deterministik dan permintaan probabilistik (Taha, 1992).



Gambar 2.1 Klasifikasi Permintaan dalam Persediaan.

Berdasarkan Gambar 2.1, pengertian model persediaan sebagai berikut:

1. persediaan deterministik,
pada model-model persediaan deterministik, diasumsikan bahwa semua parameter persediaan selalu konstan dan diketahui secara pasti,
2. persediaan probabilistik,
model persediaan yang variabel-variabelnya mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti dan terdapat variabel yang merupakan variabel acak.

2.6 Komponen Biaya Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya simpan. Berikut ini akan diuraikan secara singkat masing-masing komponen biaya di atas (Nasution, 1997).

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*).

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor yang penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* di mana harga barang per-unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*).

Biaya pengadaan dibedakan atas 2 jenis sesuai asal-usul barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pemasok dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri.

- a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*).

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok, pengetikan pemesanan, pengiriman pemesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan sebagainya. Biaya ini asumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

b. Biaya Pembuatan (*Setup Cost*).

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang ditimbulkan untuk persiapan memproduksi barang. Ongkos ini biasanya timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, ongkos menyetel mesin, ongkos mempersiapkan gambar benda kerja, dan sebagainya.

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*).

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang. Biaya ini meliputi:

a. Biaya Memiliki Persediaan (biaya modal).

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, di mana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus dihitung dalam biaya persediaan.

b. Biaya Gudang.

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Bila gudang dan peralatannya disewa maka biaya gudangnya merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya depresi.

c. Biaya Kerusakan dan Penyusutan.

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena hilang. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai dengan persentasenya.

d. Biaya Kadaluarsa (*absolence*).

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model seperti barang-barang elektronik. Biaya kadaluarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e. Biaya Asuransi.

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan, seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung pada jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian yang dilakukan dengan perusahaan asuransi.

f. Biaya Administrasi dan Pemindahan.

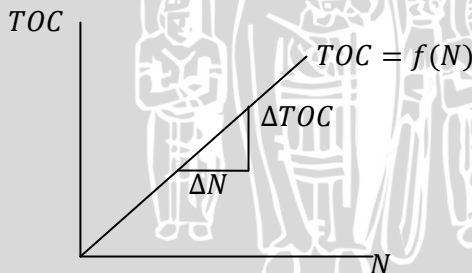
Biaya ini dikeluarkan untuk administrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari dan ke dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan peralatan.

2.7 Pemesanan

Setiap kali suatu bahan dipesan, perusahaan menanggung biaya pemesanan (*order cost*). Biaya-biaya pemesanan secara terperinci meliputi:

1. pemrosesan pemesanan dan biaya ekspedisi,
2. upah,
3. biaya telepon,
4. biaya surat menyurat,
5. biaya pengepakan dan penimbangan,
6. biaya pemeriksaan (inspeksi) penerimaan,
7. biaya pengiriman ke gudang,
8. biaya hutang lancar dan sebagainya.

Total biaya pemesanan periode adalah jumlah pemesanan yang dilakukan setiap periode dikalikan biaya yang harus dikeluarkan setiap kali pesan (Siswanto, 1985). Dalam kaitannya dengan frekuensi pemesanan, maka sifat total biaya pemesanan adalah linier.



Gambar 2.2 Total Biaya Pemesanan.

Gambar (2.2) memperlihatkan kurva biaya pemesanan. TOC adalah total biaya pemesanan. $TOC = f(N)$ dan biaya setiap kali pesan $S = \frac{\Delta TOC}{\Delta N}$. Frekuensi pemesanan (N) sangat bergantung pada

permintaan (D), periode (t) dan persediaan yang dipesan (Q). Berikut merupakan frekuensi pemesanannya:

$$N = \frac{D}{Q}, \quad (2.1)$$

Jika periode (t) = $\frac{1}{N}$, maka $t_1 = t_2 = \dots = t_n$, maka hubungan periode dengan frekuensi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t = \frac{1}{N} = \frac{Q}{D}. \quad (2.2)$$

Apabila dikaitkan dengan Q , total biaya pemesanan akan menjadi:

	$TOC = N \times S,$	
	$TOC = \frac{D}{Q} \times S.$	(2.3)

Dengan mensubstitusikan periode (t) ke dalam frekuensi (N), maka total biaya pemesanan menjadi:

	$TOC = \frac{S}{t}.$	(2.4)
--	----------------------	-------

Secara matematis persamaan 2.3 merupakan fungsi non linier, yaitu bila nilai Q semakin kecil, maka total biaya pemesanan akan semakin besar. Demikian pula sebaliknya, bila Q semakin besar maka total biaya pemesanan akan turun dengan persentase tertentu berdasarkan bertambahnya nilai Q .

2.8 Pembelian

Pembelian adalah harga yang harus dibayar untuk setiap *unit* barang (Siswanto, 1985). Terdapat dua macam kemungkinan untuk harga barang, yaitu:

1. harga barang per *unit* yang tetap,
2. harga barang per *unit* yang berubah.

Kemungkinan yang ke-2 dijumpai apabila diberikan potongan harga tertentu untuk jumlah tertentu. Hubungan antara tingkat harga dengan jumlah barang yang dibeli adalah semakin besar jumlah barang yang dibeli maka tingkat harga per *unit* lebih rendah.

Adapun model dari total biaya pembelian diberikan dalam persamaan berikut:

$TCP = C \times D,$	(2.5)
---------------------	-------

dimana:

TCP : biaya pembelian.

C : harga per *unit*.

2.9 Persediaan Rata-rata

Persediaan rata-rata dihitung dengan menjumlahkan persediaan awal dan persediaan akhir kemudian dibagi dua, yaitu:

$$Q_r = \frac{Q_a + Q_t}{2}, \quad (2.6)$$

dimana:

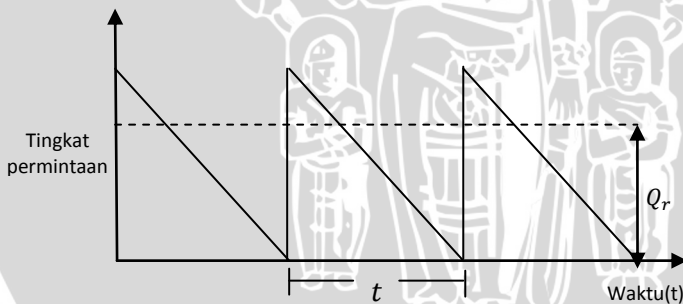
Q_r : jumlah rata-rata barang,

Q_a : jumlah awal barang,

Q_t : jumlah akhir barang.

Jika persediaan diasumsikan habis di akhir periode maka persediaan rata-rata menjadi:

$$\begin{aligned} Q_r &= \frac{Q_a + Q_t}{2}, \\ Q_r &= \frac{Q_a + 0}{2}, \\ Q_r &= \frac{Q_a}{2}. \end{aligned} \quad (2.7)$$



Gambar 2.3 Kurva Persediaan rata-rata.

Dari Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa garis vertikal merupakan tingkat persediaan dan garis horizontal mewakili waktu. Dimana waktu dipengaruhi oleh persediaan barang (Q) dibagi dengan permintaan (D). Seiring berjalannya waktu, karena barang-barang tersebut dipergunakan, maka lambat laun akan berkurang dan

mencapai nol. Berdasarkan gambar garis yang miring menunjukkan semakin menipisnya barang persediaan (Siswanto, 1985).

2.10 Penyimpanan

Setiap barang yang dibeli oleh distributor akan disimpan dalam tempat penyimpanan atau gudang, selama masa penyimpanan akan timbul biaya untuk mempertahankan persediaan dan biaya ini dinamakan biaya penyimpanan (*THC*) dan H adalah anggaran biaya yang dikeluarkan untuk biaya simpan per *unit*. Anggaran tersebut dinyatakan dengan persentase (h) dari harga barang yang dibeli.

$$THC = H \frac{Q}{2} = (hC) \frac{Q}{2}, \quad (2.8)$$

dimana biaya penyimpanan per periode merupakan perkalian antara rata-rata persediaan per periode dengan biaya simpan perunit (Siswanto, 1985). Kondisi semacam ini dapat dituangkan ke dalam model fungsi yang linier, dimana f = biaya penyimpanan atau jumlah yang disimpan. Keadaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Hubungan antara Biaya Penyimpanan dengan Persediaan yang Disimpan.

2.11 Total Biaya Persediaan Single Item

Menurut Siswanto (2007) *Total Inventory Cost* atau total biaya persediaan merupakan jumlah dari total biaya pemesanan (*TOC*), total biaya pembelian (*TCP*), dan total biaya penyimpanan (*THC*)

$$TIC = TOC + TCP + THC.$$

Total biaya pemesanan merupakan perkalian antara biaya setiap kali pesan (S) dengan frekuensi pemesanan (N)

$$TOC = N \times S = \frac{D}{Q} S.$$

Dimana total biaya pembelian merupakan total harga yang dikeluarkan untuk membeli suatu barang, yaitu perkalian antara harga barang per unit (C) dengan banyaknya barang yang dibeli

$$TCP = C \times D.$$

Setelah itu ditambahkan dengan biaya penyimpanan persediaan. Diambil dari persediaan rata-rata dan presentase biaya penyimpanan terhadap harga barang

$$THC = H \frac{Q}{2} = (hC) \frac{Q}{2}.$$

Dengan demikian total biaya persediaan adalah

$$TIC = \left(\frac{D}{Q} S\right) + (C \times D) + \left((hC) \frac{Q}{2}\right). \quad (2.9)$$

2.12 Model EOQ (Economic Order Quantity) Multi Item

Model *EOQ multi item* merupakan pengembangan lanjutan dari model-model *EOQ single item*. Asumsi yang dipergunakan tidak berbeda.

Frekuensi pemesanan pada kasus *multi item* dihitung setiap barang, maka persamaan frekuensi (2.1) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$N_i = \frac{D_i}{Q_i}. \quad (2.10)$$

Total biaya pemesanan dapat ditulis sebagai berikut:

$$TOC = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} S. \quad (2.11)$$

Harga dan banyaknya barang berbeda-beda, maka persamaan (2.5) dan (2.8) ditulis sebagai berikut:

$$TCP = \sum_{i=1}^n C_i \times D_i, \quad (2.12)$$

$$THC = \frac{\sum_{i=1}^n (hC_i) Q_i}{2}, \quad (2.13)$$

dimana :

i : indeks barang ke- i .

N_i : frekuensi pemesanan barang ke- i .

D_i : permintaan barang ke- i .

Q_i : pemesanan barang ke- i .

C_i : harga barang ke- i per-unit.

Total biaya persediaan adalah $TIC = TOC + TCP + THC$, maka persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$TIC = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} S + \sum_{i=1}^n C_i D_i + \frac{\sum_{i=1}^n (h C_i) Q_i}{2}. \quad (2.14)$$

2.13 Model *EOQ (Economic Order Quantity) Multi Item Dikirim Bersamaan*

Dalam model *EOQ multi item* dikirim bersamaan akan dibuat sebuah kisaran pemesanan untuk memperkirakan interval-interval jumlah barang yang akan dipesan. Pihak distributor dapat melakukan pemesanan yang dikirim bersamaan dari kisaran yang telah dibuat.

Berbeda dengan model *EOQ multi item*, biaya pemesanan setiap barang harus dihitung karena frekuensi pemesannya berbeda. Pada model *EOQ multi item* dikirim bersamaan, cukup menghitung frekuensi satu barang yang mewakili frekuensi pemesanan barang lainnya. Frekuensi dari kisaran dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$N_{i,k} = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}}, \quad (2.15)$$

dimana :

k : indeks barang pada kisaran ke- k ,

$N_{i,k}$: frekuensi pemesanan barang ke i pada kisaran ke- k ,

$D_{i,k}$: permintaan barang ke- i pada kisaran ke- k ,

$Q_{i,k}$: pemesanan barang ke- i pada kisaran ke- k ,

Dengan demikian untuk menghitung total biaya pemesanan, persamaan (2.11) dapat ditulis sebagai berikut:

$$TOC = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}} S. \quad (2.16)$$

Dimana persamaan (2.10) dan (2.15) adalah sama yaitu persamaan frekuensi maka frekuensi pemesanan (N) dan pemesanan (Q_i) dapat ditulis

$$N = \frac{D_i}{Q_i} = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}},$$

$$Q_i = \frac{D_i}{D_{i,k}} Q_{i,k}. \quad (2.17)$$

Berdasarkan persamaan (2.2) maka persamaan (2.17) dapat ditulis sebagai berikut

$$Q_i = D_i \frac{Q_{i,k}}{D_{i,k}} = D_i \frac{1}{N_{i,k}}. \quad (2.18)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.16) dan (2.18) ke persamaan (2.14), maka persamaaan untuk menghitung total biaya persediaan (*TIC*) menjadi

$$TIC = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}} S + \sum_{i=1}^n C_i D_i + \frac{\sum_{i=1}^n h C_i D_i}{2 N_{i,k}},$$

$$TIC = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}} S + \sum_{i=1}^n C_i D_i + \frac{Q_{i,k} \sum_{i=1}^n h C_i D_i}{2 D_{i,k}}, \quad (2.19)$$

2.14 Model EOQ (Economic Order Quantity) Multi Item Dikirim Bersamaan dan Dipengaruhi Quantity Discount

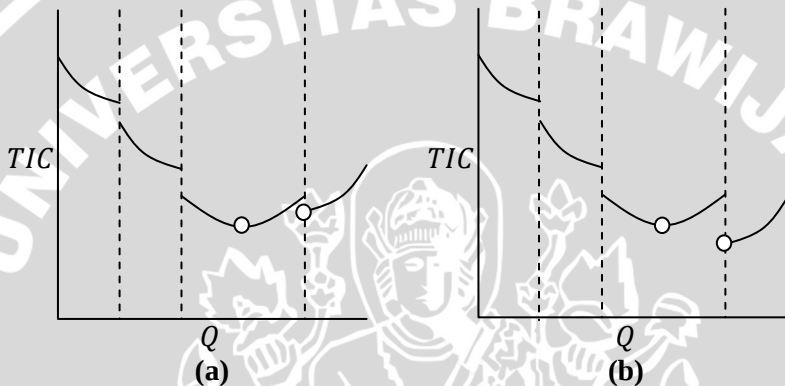
Untuk mendapatkan, memikat, dan mengikat pelanggan, pihak pemasok melakukan berbagai kiat. Salah satu diantaranya yang paling umum adalah pemberian potongan harga pada jumlah pembelian yang relatif besar. Keuntungan bagi pemasok adalah penjualan dalam jumlah yang banyak akan mengurangi biaya produksi tiap unitnya (Herjanto, 2008). Keuntungan bagi pembeli bila membeli dalam jumlah yang besar adalah turunnya harga beli per-unit, biaya perpindahan dan pengiriman yang lebih rendah, penurunan biaya pemesanan, dan kemungkinan kekurangan persediaan sangat kecil. Akan tetapi, disisi lain pembelian dalam jumlah besar mengakibatkan kerugian di mana biaya investasi (modal) yang tertanam pada persediaan terlalu besar, biaya penyimpanan dalam gudang membengkak, dan kesempatan barang yang disimpan menjadi rusak dan susut sangat besar karena penyimpanan yang terlalu lama.

Secara umum ada dua jenis potongan harga berdasarkan jumlah barang pemesanan yang ditawarkan oleh pemasok, yaitu:

1. *all-units discount* adalah pembelian dalam jumlah yang besar mengakibatkan adanya suatu potongan harga tiap satuan yang lebih rendah untuk keseluruhan paket pemesanan,

2. *quantity discount* adalah memberlakukan harga per satuan yang lebih rendah hanya untuk membeli barang di atas jumlah tertentu, sesuai yang ditetapkan perusahaan secara berjenjang.

Potongan harga *all-units* mengakibatkan harga satuan akan lebih rendah dengan jumlah yang telah ditentukan oleh pemasok, sedangkan *quantity discount* dapat mengakibatkan berbagai harga satuan lebih rendah dengan jumlah yang berbeda-beda untuk barang tertentu di dalam paket pemesanan.



Gambar 2.5 Grafik Total Biaya Persediaan *Quantity Discount*,
(a) Total Biaya pada Optimal Valid, (b) Total Biaya pada *Quantity Discount*

Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa total biaya persediaan akan membentuk kurva cekung yang didapat dari penjumlahan seluruh biaya yang dikeluarkan yaitu total biaya pemesanan, total biaya pembelian, dan total biaya penyimpanan. Garis putus-putus menandakan bahwa pada kisaran sekian terjadi potongan harga. Setiap kisaran memiliki total biaya persediaan yang berbeda, dikarenakan bergantung pada jumlah dan potongan harga yang ditetapkan. Gambar 2.5 (a) adalah gambar dimana total biaya persediaan yang minimum berada di pemesanan optimal valid, sedangkan Gambar 2.5 (b) adalah gambar dimana total biaya persediaan minimum berada di kisaran potongan harga.

Asumsi yang digunakan ditambah lagi yaitu:

1. berapapun potongan harga tidak berpengaruh terhadap jumlah kebutuhan barang pihak distributor,

2. biaya penyimpanan tetap dinyatakan dalam % terhadap biaya pembelian per-unit dengan potongan harga berapapun.

Model matematis:

$C_{i,k}$: harga barang ke- i pada kisaran ke- k .

Dengan mensubstitusikan C_i dengan $C_{i,k}$ pada persamaan (2.19), maka akan didapatkan rumus sebagai berikut:

$$TIC = \frac{D_{i,k}}{Q_{i,k}} S + \sum_{i=1}^n C_{i,k} \times D_i + \frac{Q_{i,k} \sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}{2 D_{i,k}}. \quad (2.20)$$

Dengan menurunkan persamaan (2.20), diperoleh persamaan untuk mencari $Q_{i,k}$ optimal sebagai berikut:

$$\frac{\partial(TIC)}{\partial Q_{i,k}} = -D_{i,k} Q_{i,k}^{-2} S + \frac{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}{2 D_{i,k}} = 0,$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}{2 D_{i,k}} = D_{i,k} Q_{i,k}^{-2} S,$$

$$\frac{D_{i,k} S}{Q_{i,k}^2} = \frac{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}{2 D_{i,k}},$$

$$Q_{i,k}^2 = \frac{2 D_{i,k} D_{i,k} S}{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i},$$

$$Q_{i,k} = \sqrt{\frac{2 D_{i,k} D_{i,k} S}{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}},$$

$$Q_{i,k} = \sqrt{\frac{2 D_{i,k}^2 S}{\sum_{i=1}^n h C_{i,k} D_i}}, \quad (2.21)$$

Untuk mengetahui bahwa fungsi TIC menghasilkan nilai yang minimum, maka perlu dilakukan pengecekan dengan menurunkan fungsi TIC dua kali dan melihat apakah turunan ke-2 dari TIC terhadap $Q_{i,k}$ lebih besar atau lebih kecil dari nol, apabila lebih kecil dari nol maka TIC menghasilkan nilai maksimum, dan apabila lebih besar dari nol maka TIC menghasilkan nilai minimum. Diperoleh turunan ke-2 persamaan (2.20) sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2(TIC)}{\partial Q_{i,k}^2} = 2 D_{i,k} Q_{i,k}^{-3} S > 0$$

Dapat dilihat dari nilai $D_{i,k}$, $Q_{i,k}$ dan S yang selalu positif, maka nilai turunan ke-2 TIC terhadap $Q_{i,k}$ terbukti lebih besar dari nol.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

