
PENGARUH PERENCANAAN PEMBELIAN BAHAN BAKU DENGAN MODEL *EOQ* UNTUK *MULTIITEM* DENGAN *ALL UNIT DISCOUNT*

Much. Djunaidi

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta
email: joned72@yahoo.com

Siti Nandiroh

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta
email : s-nand@telkom.net

Ika Octaviani Marzuki

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta

ABSTRAK

Perusahaan kebanyakan, pada kenyataannya didapati memesan secara simultan pada satu supplier dari pada memesan per item. Salah satu dari perusahaan tersebut adalah PT. Sari Warna Asli IV Karanganyar. Pemesanan yang terdiri dari beberapa item sekaligus dikenal dengan joint replenishment order. Pada dasarnya sistem ini mempunyai prinsip bahwa biaya marginal dari menambah suatu pesanan item kedalam pesanan item-item lain yang sudah ada lebih murah daripada mengirim dalam lot yang lebih kecil beberapa kali. Dalam kasus persediaan di perusahaan ini supplier memberikan discount berdasar pada jumlah atau nilai item yang dibeli. Model dasar EOQ tidak membahas adanya permintaan multi-item dan adanya potongan harga yang diberikan oleh supplier. Jadi pada penelitian ini akan dikembangkan model persediaan dengan mempertimbangkan permintaan multi-item dengan unit discount. Sehingga didapatkan total biaya persediaan yang minimal. Untuk mendapatkan model matematis EOQ multi-item dengan all unit discount didapat dengan cara menurunkan ongkos total terhadap periode antar pemesanan (t) dan menyamakannya dengan nol untuk mendapatkan jarak pemesanan optimal (t^) dan ukuran pemesanan optimal yang menyebabkan ongkos total menjadi minimum. Pada penerapan model di PT. Sari Warna Asli IV, diperoleh hasil bahwa periode pesan dilakukan setiap 0,0146 (4 hari) dengan kuantitas pesan optimal $Q1^*$ (Cotton 100%) = 315.864 yard/pesan, $Q2^*$ (Polyester 100%) = 298.864 yard/pesan dan $Q3^*$ (Tetron) = 290.976 yard/pesan. Maka akan diperoleh biaya total persediaan yang minimum sebesar Rp. 174.457.515.100.*

Kata Kunci : *EOQ, Multi-item, All Unit Discount, Jarak pemesanan*

Pendahuluan

Setiap perusahaan industri disengaja maupun tidak, akan selalu memiliki persediaan bahan baku. Ada beberapa perusahaan yang persediaan bahan bakunya tidak dipersiapkan sama sekali. Keadaan semacam ini antara lain disebabkan oleh: bahan baku yang dipergunakan untuk proses produksi tidak dapat dibeli secara satu

persatu sebesar jumlah yang diperlukan serta pada saat bahan tersebut digunakan. Selain itu jenis bahan baku yang dibutuhkan tidak hanya satu *item*, hal ini yang membuat jadwal pemesanan bahan baku tidak teratur. Meskipun suplier memberikan diskon pada kuantitas pembelian tertentu, jika penjadwalan pembelian tidak teratur akan menyebabkan membengkaknya biaya persediaan. Maka diperlukan adanya suatu perencanaan pembelian material, agar dapat diketahui pengaruhnya terhadap pengendalian persediaan. Sehingga perusahaan dapat menentukan kuantitas bahan baku yang akan dibeli sesuai jadwal produksi agar tidak terjadi penumpukan persediaan. Dan guna memenuhi pesanan dalam jumlah yang tepat dan waktu yang tepat sehingga biaya total persediaan dapat dikurangi dengan adanya periode pesan dan kuantitas pemesanan yang optimal. Model matematis untuk mendapatkan jarak pemesanan dan kuantitas yang optimal untuk *multi item* dengan *all unit discount* akan mengambil contoh kasus di PT. Sari Warna Asli IV Karanganyar.

Dasar Teori

Model EOQ Multi item

Dalam dunia nyata sangat sedikit perusahaan yang memiliki hanya satu macam *item* saja dalam persediaannya. Model statis EOQ *multi-item* merupakan model EOQ untuk pembelian bersama (*joint purchase*) beberapa jenis *item*, dengan asumsi:

1. Tingkat permintaan untuk setiap *item* bersifat konstan dan diketahui dengan pasti, *lead time* juga diketahui dengan pasti.
2. *Lead* timenya sama untuk semua *item*,
3. *Holding cost*, harga per-unit (*unit cost*) dan *ordering cost* untuk setiap *item* diketahui. Tidak ada perubahan dalam biaya per-unit (seperti *quantity discount*), *ordering cost* dan *holding cost*.

Model EOQ *multi-item* merupakan pengembang lanjutan dari model model EOQ *single-item*. Asumsi yang dipergunakan tidak berbeda bahkan ditambah lagi dengan dua buah asumsi, yaitu:

1. Biaya pesan untuk masing-masing jenis persediaan adalah sama.
2. Biaya penyimpanan yang dinyatakan dalam % dari nilai rata-rata persediaan adalah sama.

Model matematis :

D_i = permintaan barang ke i

C_i = harga barang ke i per-unit

Q_i = jumlah barang ke i (optimal)

H = biaya penyimpanan dalam % dari nilai rata-rata persediaan

S = biaya setiap kali pesan

Biaya total persediaan adalah :

TIC = biaya total pesan + biaya penyimpanan, dimana :

$$\text{Biaya total pesan} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} S = S \cdot \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} \quad \dots (1)$$

$$\text{Biaya penyimpanan} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot C_i}{2} H = H \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot C_i}{2} \quad \dots (2)$$

$$\text{Sehingga } TIC = S \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{D_i} + H \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot C_i}{2} \quad \dots (3)$$

Dari formulasi TIC kita dapat menurunkannya untuk memperoleh unit (optimal) yang dipesan, yaitu:

$$Q_i (\text{unit}) = \sqrt{\frac{2 \cdot D_i \cdot S}{C_i \cdot H}} \quad \dots (4)$$

Ni atau frekuensi pesanan untuk unit ke i adalah :

$$N_i = \frac{D_i}{Q_i} = \frac{D_i}{\sqrt{\frac{2 \cdot D_i \cdot S}{C_i \cdot H}}} \quad \dots (5)$$

$$N_i = \sqrt{\frac{D_i \cdot C_i \cdot H}{2 \cdot S}} \quad \dots (6)$$

Reorder point dan *reorder cycle* dari masing-masing barang tergantung pada *lead time* dan frekuensi pesannya, dalam hal ini model memberikan tempat untuk menampung perbedaan dalam hal *lead time*, sedangkan frekuensi pesanan (N_i) dengan sendirinya pasti berbeda karena Q_i dan D_i juga tidak sama.

Model EOQ Dengan Discount

Dalam menghitung total biaya tahunan model EOQ, belum dimasukkan unsur biaya atau harga dari *item* itu sendiri, karena telah diasumsikan bahwa harga konstan (tidak relevan untuk dimasukkan). Dalam kenyataannya asumsi harga konstan tidak selalu benar. Kuantitas diskon maupun harga diskon merupakan praktek yang biasa dalam dunia bisnis saat ini dan digunakan sebagai insentif bagi perusahaan yang membeli dalam jumlah yang lebih besar. Model-model sebelumnya tidak memperhatikan kemungkinan bahwa potongan kuantitas (*quantity discount*) atau harga per unit lebih rendah mungkin diberikan bila perusahaan membeli dalam kuantitas-kuantitas persediaan yang lebih besar.

Masalah yang dihadapi dalam kasus pembelian dengan potongan harga adalah menentukan Q optimal sesuai dengan unit yang terkait dengan harga pembelian sedemikian rupa sehingga akan memberikan *Total Inventory Cost* minimum. Dalam kondisi adanya potongan harga, perhitungan EOQ mengalami sedikit modifikasi. Jumlah pemesanan ekonomis akan dihitung berdasarkan biaya total persediaan untuk setiap harga yang mungkin dan jumlah minimum dimana harga tersebut berlaku.

Formulasi Model

Notasi-notasi yang digunakan dalam pembuatan model:

D_i = Permintaan barang *item-i* untuk suatu horison perencanaan (unit/tahun)

C_{ij} = Harga barang/unit untuk *item-i* pada interval *price break j* harga (Rp/unit)

H_i = Ongkos simpan barang *item-i*/unit/periode, karena pengaruh diskon maka $H_i = h_{ij} \cdot C_{ij}$ (Rp/unit/tahun)

$h_i \cdot C_{ij}$ = Prosentase ongkos simpan barang/periode terhadap harga barang *item-i* pada interval *price break j* harga (%/tahun)

S = Ongkos pesan untuk setiap kali pemesanan (Rp/pesan)

Q_i = Ukuran lot pemesanan ekonomis untuk barang *item-i* (unit)

t = Periode antar pemesanan (tahun)

- n = Jumlah *item* barang (unit)
 m_i = Jumlah inventori rata-rata untuk *item*-i (unit)
 r = Jumlah *price break* j harga (unit)
 N = Frekuensi pesan (pesan/tahun).

Dan asumsi-asumsi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan biaya total persediaan (*total inventory cost*) yang minimum:

1. Semua produk diasumsikan sempurna.
2. Pembelian yang dilakukan untuk *multi-item*.
3. *Item* tidak memiliki waktu kadaluarsa.
4. Permintaan berlaju konstan dan diketahui dengan pasti, *lead time* juga diketahui dengan pasti, tidak ada *stockout* maupun biaya *stockout*.
5. Periode pemesanan untuk setiap *item* sama.
6. Semua *item* yang dipesan akan datang pada satu titik waktu yang sama untuk setiap siklus.

Untuk mencari model persediaan atau untuk menentukan kuantitas (Q^*) dan waktu (t^*) optimum yang mempertimbangkan pembelian multi item dan faktor *all unit discount*, maka langkah awal adalah menentukan biaya total persediaan yang merupakan penjumlahan dari biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya simpan. Biaya persediaan pada model yang akan dikembangkan meliputi beberapa elemen biaya, yaitu:

1. Biaya pembelian

$$C_p = \sum_{i=1}^n C_{ij} D_i, j \in (1,2,3,4,\dots,r) \quad \dots (7)$$

dimana,

C_{ij} = harga per unit untuk item ke-I pada interval harga price break j .

D_i = jumlah permintaan untuk item ke-i.

2. Biaya pemesanan

$$C_o = \sum N \times S_n, \quad \dots (8)$$

dimana;

N = frekuensi pemesanan

S_n = biaya per pesan.

Jika periode pesan (t) = $\frac{1}{N}$ untuk semua item sama, maka $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_n$.

Sehingga biaya pemesanan menjadi

$$C_o = \frac{S}{t} \quad \dots (9)$$

3. Biaya simpan

Jika $N = \frac{D_i}{Q_i}$ dan $t = \frac{1}{N}$, $\rightarrow t = \frac{Q_i}{D_i}$, maka $Q_i = t \times D_i$...(10),

sehingga biaya simpan menjadi:

$$Ch = 1/2 \sum_{i=1}^n t \cdot D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}, j \in (1,2,3,\dots,r) \quad \dots(11)$$

dimana,

D_i = rata-rata persediaan item ke- i .

h_i = prosentase biaya simpan barang per periode terhadap harga barang untuk item ke- i .

Dengan demikian biaya total persediaan adalah sebagai berikut:

$$TIC = \sum_{i=1}^n C_{ij} \cdot D_i + \frac{S}{t} + 1/2 \sum_{i=1}^n t \cdot D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}, \quad j \in (1,2,3,\dots,r) \quad \dots(12)$$

Syarat agar TIC minimal adalah:

$$\frac{\partial TIC}{\partial t} = 0$$

$$0 = -\frac{S}{t^2} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}$$

$$t^2 = \frac{2S}{\sum_{i=1}^n D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}}$$

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2S}{\sum_{i=1}^n D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}}}, j \in (1,2,3,\dots,r) \quad \dots(13)$$

Langkah Penyelesaian (Algoritma)

Algoritma untuk penyelesaian masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Hitung jarak pesan optimal (t^*) untuk masing-masing *item-i* pada interval *price break* harga j (t_{ij}^*).
2. Selanjutnya hitung kuantitas pesan optimal untuk *item-i* (Q_i^*) untuk permintaan *item-i* (D_i).
3. Tentukan apakah Q_i^* yang telah dihitung berada pada *price break* harga j atau di luar *price break* harga j . Q_i^* dikatakan valid (Q_i^{**}), apabila Q_i^* berada di dalam interval *price break* harga j .
4. Kemudian hitung biaya total persediaan (TIC) untuk kuantitas pesan optimal untuk *item-i* yang berada di dalam interval *price break* harga j (Q_i^{**}) untuk masing-masing waktu pemesanan optimal *item-i* pada tingkat interval *price break* harga j (t_{ij}^{**}).

5. Pilih waktu pemesanan optimal pada *item-i* pada tingkat interval *price break* harga j (t_{ij}^{**}) yang memiliki biaya total terkecil dan memiliki ukuran pemesanan optimal untuk *item-i* yang berada didalam interval *price break* harga j .

Contoh Kasus

1. Data kebutuhan bahan baku

Data kebutuhan bahan baku untuk selama satu tahun untuk periode 2005 seperti pada tabel 1. Dan biaya total persediaan yang dikeluarkan sebesar Rp. 232.866.336.000.

Tabel 1. Data Kebutuhan Bahan Baku PT. Sari Warna Asli IV

Bulan	Cotton 100% (x 1000 yard)	Polyester 100% (x 1000 yard)	Tetron (x 1000 yard)
Januari	1628	2073	1884
Februari	1566	1765	1700
Maret	2063	1702	1505
April	1846	1481	1540
Mei	1800	1434	1402
Juni	1809	1702	1629
Juli	2153	2134	2159
Agustus	1893	1814	1679
September	1823	1492	1740
Oktober	1925	1765	1775
Nopember	1443	1213	1430
Desember	1715	1923	1514
Jumlah	21664	20498	19957

2. Data Biaya pemesanan

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mendatangkan pesanan dari luar. Pemesanan dilakukan dengan menggunakan telepon dan faksimili. Selain itu, biaya pengiriman juga termasuk dalam biaya pemesanan ini.

3. Data biaya simpan

Biaya simpan adalah biaya yang timbul akibat menyimpan barang dalam gudang. Biaya yang diperhitungkan antara lain:

- Biaya penyimpanan di gudang/yard kain grey yaitu Rp. 125,-/bulan
- Biaya asuransi gudang sebesar 1,2% dari biaya simpan di gudang/yard kain grey.

Berdasarkan data-data yang ada maka ditentukan penetapan price break seperti pada table 2. Untuk mendapatkan t^* dan Q^* , maka langkah pertama adalah mencari nilai t^* dengan menggunakan persamaan (9). Berdasarkan tabel diatas, maka permintaan berada pada *price break* harga kedua, sehingga akan dicari t^* dan Q^* pada harga kedua. Biaya pesan/tahun Rp. 5.888.000.

Untuk harga $C_{12} = \text{Rp. } 3.404$, $C_{22} = \text{Rp. } 2.007$ dan $C_{32} = \text{Rp. } 1.557$, diperoleh:

$$t^*_{122232} = 0,0146 \text{ tahun/pesan}$$

Tabel 2 Data Persediaan PT. Sari Warna Asli IV

No	Bahan Baku	Kebutuhan (x1000 yard/tahun)	Harga barang kena diskon (Rp/yard)	Holding cost
1.	<i>Cotton 100%</i>	21664	$Q_0 < 15000$, Rp. 3.547,- $Q_0 \geq 15000$, Rp. 3.404,-	29,20%
2.	<i>Polyster 100%</i> <i>Tetron</i>	20498	$Q_0 < 10000$, Rp. 2.092,- $Q_0 \geq 10000$, Rp. 2.007,-	40,57%
3.		19957	$Q_0 < 12700$, Rp. 1.626,- $Q_0 \geq 12700$, Rp. 1.577,-	53,62%

Kuantitas pemesanan optimal untuk *item-i* $Q_i^* = t_i^* D_i$

a) Untuk $D_1 = 21.664.000$ yard/tahun

$$Q_1^* = t^*_{122232} D_1$$

$$Q_1^* = 0,0146.(21.664.000)$$

$$Q_1^* = 315.864,14 \approx 315.864$$

berada di dalam *price break* harga $Q_0 \geq 15.000$ yard.

b) Untuk $D_2 = 20.498.000$ yard/tahun

$$Q_2^* = t^*_{122232} D_2$$

$$Q_2^* = 0,0146.(20.498.000)$$

$$Q_2^* = 298.863,7 \approx 298.864$$

berada di dalam *price break* harga $Q_0 \geq 10.000$ yard.

c) Untuk $D_3 = 19.957.000$ yard/tahun

$$Q_3^* = t^*_{122232} D_3$$

$$Q_3^* = 0,0146.(19.957.000)$$

$$Q_3^* = 290.975,84 \approx 290.976$$

berada di dalam *price break* harga $Q_0 \geq 12.700$ yard.

Pada pada jarak pemesanan t^*_{122232} , Q_1 , Q_2 dan Q_3 berada di dalam *price break* harga. Maka biaya total persediaan untuk jarak pemesanan t^*_{122232} adalah:

$$TIC = \sum_{i=1}^n C_{ij}.D_i + \frac{S}{t} + 1/2 \sum_{i=1}^n t.D_i.h_i.C_{ij}$$

$$TIC = ((C_{12}.D_1) + (C_{22}.D_2) + (C_{32}.D_3)) + \frac{S}{t} + 1/2 \left\{ \begin{array}{l} (D_1 h_1 C_{12}) + (D_2 h_2 C_{22}) + \\ (D_3 h_3 C_{32}) \end{array} \right\}$$

$$TIC = \text{Rp. } 174.457.515.100$$

Analisis

Model persediaan *EOQ* untuk *multi-item* dengan *all unit discount* dapat diterapkan di perusahaan yang memiliki *multi-item* dan adanya *all unit discount* yang ditawarkan oleh *supplier* pada waktu pembelian.

Jarak pemesanan optimum (t^*) diperoleh jika biaya total persediaan (*TIC*) minimum, dimana t^* didapatkan dengan cara derivasi (penurunan) persamaan biaya total persediaan terhadap periode antar pemesanan disamakan dengan nol. Dengan mensubstitusikan t^* ke dalam $Q_i = t \times D_i$, maka akan menghasilkan kuantitas pemesanan optimal untuk *multi-item* dengan mempertimbangkan *all unit discount*.

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat adalah:

1. Diperoleh hasil pengembangan model untuk *multi-item* dengan *all unit discount* agar biaya total persediaan yang minimum.

- Model pengembangan untuk jarak pemesanan yang optimal (t^*):

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2S}{\sum_{i=1}^n D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}}}, j \in (1,2,3,\dots,r)$$

- Model pengembangan untuk kuantitas pemesanan yang optimal (Q_i^*):

$$Q_i^* = D_i \sqrt{\frac{2S}{\sum_{i=1}^n D_i \cdot h_i \cdot C_{ij}}}, j \in (1,2,3,\dots,r)$$

- Biaya total persediaan yang minimum (*TIC*)

$$TIC = \sum_{i=1}^n C_{ij} \cdot D_i + \frac{S}{t} + 1/2 \sum_{i=1}^n t \cdot D_i \cdot h_i \cdot C_{ij},$$

$$j \in (1,2,3,\dots,r)$$

2. Pada kasus di PT. Sari Warna Asli IV diperoleh hasil $t^* = 0,0146$ tahun (± 4 hari) setiap kali pesan dengan kuantitas pemesanan optimal pada Q_1^* (*Cotton* 100%) = 315.864 yard/pesan, Q_2^* (*Polyester* 100%) = 298.864 yard/pesan, Q_3^* (*Tetron*) = 290.976 yard/pesan. Dan *TIC* minimum diperoleh Rp. 174.457.515.100 dengan selisih biaya sekitar Rp. 58.405.520.900 atau $\pm 25,08\%$ dari biaya yang selama ini dikeluarkan perusahaan untuk persediaan.
3. Ketiga jenis produk yang dipesan mendapatkan diskon pada *price break* harga kedua.

Referensi

- Elsayed, E. 1994. *Analysis and Control of Production Systems*. Second Edition, Prentice Hall, Inc. : New Jersey.
- Nasution, A.H. 1999. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Penerbit Guna Widya : Jakarta.
- Handoko, T. H. 1984. *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*. Edisi I, BPFE : Yogyakarta.

-
- Nahmias, S. 2005. *Production and Operation Analysis*, Fifth Edition, Mc Graw Hill : New York
- Prawirosentono, S. 1997. *Manajemen Produksi Dan Ooperasi*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Reksohadiprodjo, S.; dan Gitosudarmo, I. 1986. *Manajemen Produksi*. BPFE : Yogyakarta.
- Siswanto. 1985. *Economic Order Quantiy (EOQ)*. Andi Offset : Yogyakarta.
- Tampubolon, M.P. 2003. *Manajemen Operasional*. Ghalia Indonesia : Jakarta.
- Tersine, R. J. 1994. *Principles of Inventory and Materials Managemen. Fourth edition*, , Prentice Hall Inc. : New Jersey.
- Yamit, Z. 1999. *Manajemen Persediaan*. EKONOSIA Fakultas Ekonomi UII : Yogyakarta.