
PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN MEMPERTIMBANGKAN WAKTU KADALUWARSA DAN FAKTOR UNIT DISKON

Hari Prasetyo

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Surakarta
email:

Munajat Tri Nugroho

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Surakarta
email:

Asti Pujiarti

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

ABSTRAK

Persediaan dalam suatu unit usaha dapat dikategorikan sebagai modal kerja yang berbentuk barang. Keberadaannya di satu sisi dianggap sebagai pemborosan, tetapi di sisi lain juga dianggap sebagai asset yang sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan. Persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan biaya persediaan meningkat karena bahan yang rusak, terutama karena bahan telah melewati batas waktu kadaluwarsa. Untuk meminimalkan total biaya persediaan, perusahaan dapat juga mengusahakan penurunan biaya pembelian yang bisa diperoleh dengan mempertimbangkan potongan harga pembelian dari pemasok bila memesan dalam jumlah yang besar. Dengan demikian perlu dicari persediaan yang memberikan biaya yang paling minimal dalam pengadaan persediaan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan model perencanaan persediaan bahan baku dengan kendala keterbatasan waktu kadaluwarsa bahan dan terdapatnya faktor diskon, khususnya all unit discount quantity, yang diberlakukan oleh pemasok. Sedangkan model dasar yang digunakan yaitu model persediaan Economic Order Quantity (EOQ). Validasi model dilakukan dengan meniadakan unsur kadaluwarsa dan faktor unit diskon pada model. Validasi tersebut menyatakan bahwa model yang dikembangkan valid. Pada bagian akhir disajikan algoritma sederhana pencarian solusi model dan contoh numeriknya.

Kata kunci: Persediaan, Kadaluwarsa, Discount, EOQ.

Pendahuluan

Dalam aktivitas kehidupan, persediaan hampir selalu diperlukan, baik dalam kegiatan pribadi, rumah tangga maupun kegiatan usaha. Yang membedakan persediaan tersebut adalah jenis dan jumlah barang, karakteristik kebutuhan barang dan intensitas pengelolannya. Persediaan dalam suatu unit usaha dapat dikategorikan sebagai modal kerja yang berbentuk barang. Keberadaannya di satu sisi dianggap sebagai pemborosan (*waste*) sehingga dapat dikatakan sebagai beban (*liability*) yang harus dihilangkan,

tetapi di sisi lain juga dianggap sebagai kekayaan (*asset*) yang sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan. Bila tidak ada persediaan maka permintaan tidak akan dapat terpenuhi dan hal ini akan menimbulkan kerugian, baik yang berupa keuntungan yang tidak dapat diterima, menganggurnya mesin dan peralatan (*tangible cost*), maupun yang berupa citra yang tidak baik sehingga mengakibatkan berpindahnya pelanggan ke pihak lain (*intangible cost*). Oleh sebab itu keberadaan persediaan perlu dikelola dengan baik sehingga diperoleh kinerja yang optimal (Bahagia, 2003).

Industri yang menghasilkan produk *perishable* (mengalami deteriorasi atau penurunan nilai setelah waktu tertentu) pada umumnya industri proses, tidak terlepas dari permasalahan persediaan. Karakteristik yang dimiliki industri proses umumnya adalah volume produksi tinggi dengan produk dan standardisasi tertentu. Standardisasi ini meliputi standar komposisi produk yang dihasilkan maupun bahan baku yang digunakan. Bagi industri pengolahan makanan, waktu kadaluwarsa merupakan suatu permasalahan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan bahan baku. Hal ini karena menyangkut masalah keamanan produk pada saat dikonsumsi, mengingat kebanyakan bahan baku yang digunakan memiliki masa pakai (kadaluwarsa) yang terbatas (Indrianti, 2001).

Potongan harga sering dijumpai dalam sistem penjualan, baik penjualan produk maupun jasa. Ada dua jenis potongan harga yang biasa digunakan yaitu potongan harga kumulatif (*all units*) dan potongan harga bertahap (*incremental*). Yang terakhir ini dimaksudkan untuk mendorong pembeli meningkatkan jumlah pembelinya. Potongan harga dapat ditinjau dari dua sudut pandang yang berbeda, yaitu pembeli dan penjual. Ditinjau dari sudut pandang pembeli, adanya potongan harga yang ditawarkan penjual mengakibatkan perlunya modifikasi pada sistem persediaan, yaitu dalam menentukan ukuran pemesanan ekonomis (Gunawan, 1990).

Pada dasarnya pembeli akan lebih tertarik untuk melakukan pembelian jika potongan harga yang ditawarkan lebih besar. Begitu pun pihak perusahaan, tentunya akan mempertimbangkan kuantitas diskon terhadap keputusan pemesanan ekonomisnya. Namun demikian hendaknya perusahaan, khususnya bagi industri produk *perishable* tetap mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan baku sehingga tingkat persediaan tetap optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibahas pengembangan model perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan pada industri pengolahan makanan serta faktor unit diskon yang diberikan oleh pihak pemasok. Ide yang mendasari penelitian ini adalah bahwa waktu kadaluwarsa bahan sangat berpengaruh dalam sistem produksi, terutama persediaan bahan. Persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan biaya persediaan meningkat karena bahan menjadi rusak, karena melewati batas kadaluwarsa. Di samping itu perusahaan juga menginginkan mendapatkan potongan harga pembelian dari pemasok bila memesan dalam jumlah yang besar. Dengan demikian perlu dicari persediaan yang optimal, yaitu besarnya biaya yang dikeluarkan dalam pengadaan persediaan dan perencanaan bahan. Model ini diharapkan dapat digunakan untuk menentukan jumlah dan saat bahan dipesan apabila bahan tersebut memiliki waktu kadaluwarsa yang harus dipertimbangkan serta adanya kuantitas diskon dari pihak pemasok terhadap banyaknya bahan yang dipesan.

Karakteristik Sistem

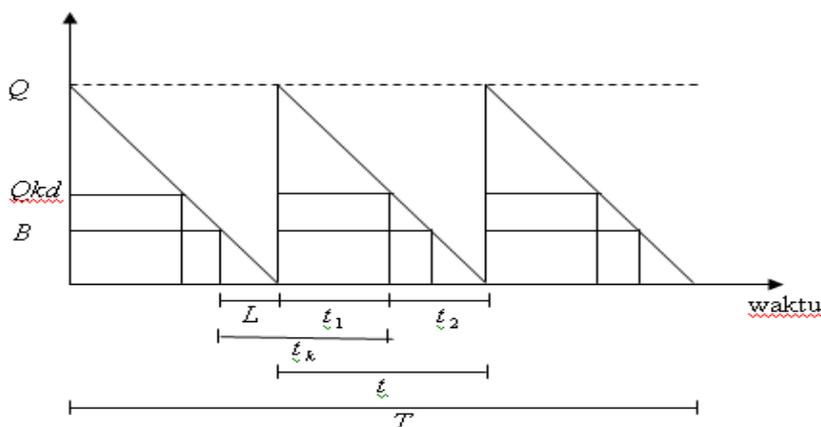
Model yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah model persediaan yang mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan dan faktor *unit discount*, sehingga didapatkan total biaya persediaan yang minimal. Tujuannya adalah untuk menentukan kuantitas optimal dari bahan baku yang akan dipesan, dengan biaya persediaan yang minimal, serta untuk menentukan saat pemesanan yang optimal. Dalam mengembangkan model, waktu kadaluwarsa bahan baku bersifat deterministik dan sesuai standar perusahaan. Artinya, data waktu kadaluwarsa bahan merupakan masa pakai bahan setelah mengalami perlakuan tertentu dalam penyimpanan sesuai prosedur perusahaan.

Adapun situasi dari model persediaan yang mempertimbangkan waktu kadaluwarsa seperti pada gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan situasi persediaan bahan yang mempertimbangkan waktu kadaluwarsa, dimana persediaan bahan yang ada adalah sebesar Q dan terdapat bahan yang kadaluwarsa sebesar Qkd yang terjadi pada akhir periode t_1 . Akibat adanya bahan yang kadaluwarsa tersebut, maka terjadi juga kekurangan bahan sebesar Qkd selama periode t_2 .

Model dasar EOQ single item, merupakan model yang digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan secara ekonomis sehingga dapat meminimumkan total biaya persediaan. Dalam model dasar EOQ single item diasumsikan bahwa harga beli barang persediaan dianggap selalu sama atau tetap. Dalam kenyataannya, harga barang tidaklah selalu sama karena adanya faktor diskon, sehingga model EOQ single item tidaklah relevan bila digunakan dalam kasus ini. Pada penelitian ini sistem diskon yang dikaji adalah unit diskon.

Tujuan pengembangan model ini adalah untuk menentukan jumlah dan saat bahan dipesan apabila bahan tersebut memiliki waktu kadaluwarsa yang harus dipertimbangkan serta adanya kuantitas diskon, yaitu *all unit discount*, dengan kriteria minimasi biaya total persediaan (*Total Cost of Inventory*).



Gambar 1. Situasi persediaan untuk model persediaan dengan mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan (Indrianti, 2001)

Formulasi Model

Notasi

Notasi-notasi yang digunakan dalam formulasi model matematis ini adalah sebagai berikut:

- B : Titik pemesanan kembali
- Ck : Biaya kekurangan bahan per unit per periode perencanaan
- Ckd : Biaya kadaluwarsa bahan
- Ckn : Biaya kekurangan bahan
- Co : Biaya pemesanan
- Cp : Biaya pembelian
- Cs : Biaya penyimpanan
- D : Jumlah permintaan bahan
- F : Frekuensi pemesanan selama periode perencanaan
- h : Fraksi biaya simpan per unit per periode perencanaan
- J : Harga jual bahan baku yang sudah kadaluwarsa per unit
- L : *Lead Time* pengadaan atau pengiriman
- P : Harga bahan baku per unit
- Q : Jumlah bahan yang dipesan
- Q^* : Jumlah optimum dari bahan yang dipesan
- Qkd : Jumlah bahan yang kadaluwarsa
- S : Biaya sekali pesan
- t : Kurun waktu (periode) pesanan
- T : Periode perencanaan
- TAC : Biaya total persediaan tahunan
- t_1 : Periode penyimpanan bahan sebelum kadaluwarsa
- t_2 : Periode terjadinya kekurangan bahan
- t_k : Waktu kadaluwarsa bahan
- t_B : Saat pemesanan kembali
- U : Batas jumlah bahan yang dipesan dimana terjadi perubahan tingkat unit harga (*price break quantity*).

Asumsi-asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembuatan model ini adalah sebagai berikut:

1. Tingkat pemakaian diketahui dengan pasti
2. Pemesanan hanya dilakukan untuk satu jenis barang
3. Jumlah permintaan yang dilakukan adalah tetap
4. Laju produksi konstan
5. Kekurangan bahan terjadi jika bahan melewati batas masa pakai
6. *Lead time* merupakan parameter dan diketahui
7. Kapasitas produksi diasumsikan mampu memenuhi semua permintaan yang datang.
8. Masa pakai (kadaluwarsa) bahan diketahui.

Model Matematik

Total Annual Cost (TAC) merupakan penjumlahan dari biaya-biaya berikut: biaya pembelian, biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan bahan, dan biaya

kadaluwarsa bahan. Berikutnya akan disajikan ekspresi matematik dari tiap komponen biaya tersebut.

1. Biaya Pembelian

$$C_p = P_i \cdot D \quad \dots (1)$$

P_i : Harga bahan/unit dimana

$$P_i = \begin{cases} P_0 \text{ untuk } U_0 \leq Q < U_1 \\ P_1 \text{ untuk } U_1 \leq Q < U_2 \\ \vdots \\ P_j \text{ untuk } U_j \leq Q < U_{j+1} \end{cases}$$

Dengan $P_j > P_{j+1}$

2. Biaya Pesan

$$C_o = S \cdot \frac{D}{Q} \quad \dots (2)$$

3. Biaya Simpan

$$C_s = \frac{(Q^2 - Qkd^2)}{2Q} P_i h \quad \dots (3)$$

4. Biaya Kekurangan Bahan

$$C_{kn} = \frac{(Qkd^2)}{2Q} C_k \quad \dots (4)$$

5. Biaya Kadaluwarsa Bahan

$$C_{kd} = Qkd(P_i - J) \quad \dots (5)$$

Sehingga total biaya persediaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$TAC(Q, Qkd) = P_i D + S \frac{D}{Q} + \frac{Q^2 P_i h}{2Q} - \frac{Qkd^2 P_i h}{2Q} + \frac{Qkd^2 C_k}{2Q} + Qkd(P - J) \quad \dots (6)$$

Jumlah unit yang optimal (Q^*), dapat diperoleh dengan menurunkan $TAC(Q, Qkd)$ terhadap Q dan Qkd pada turunan pertama dan menyamakannya dengan nol, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2SD - Qkd^2 (P_i h - C_k)}{P_i h}} \quad \dots (7)$$

$$Qkd = \frac{(P_i - J)Q}{(P_i h - C_k)} \quad \dots (8)$$

Dengan syarat $Qkd \geq 0$, maka $P_i > J$ dan $P_i h > C_k$ supaya nilai Qkd terdefinisi. Karena perusahaan hanya membeli bahan baku yang berkualitas baik, maka

jumlah persediaan bahan baku yang baik akan lebih besar daripada jumlah bahan yang mengalami kadaluwarsa ($Q > Q_{kd}$), maka: $\frac{(P_i - J)}{(P_i h - Ck)} < 1$.

Dengan mensubstitusikan Q_{kd} pada persamaan (7), diperoleh

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD \cdot (P_i h - Ck)}{P_i h (P_i h - Ck) + (P_i - J)^2}} \quad \dots (9)$$

Sedangkan titik pemesanan kembali (B):

$$B = \frac{Q^* \cdot L}{T} \quad \dots (10)$$

Apabila f adalah frekuensi pemesanan, maka jumlah pemesanan yang harus dilakukan dalam setahun adalah:

$$f = \frac{D}{Q^*} \quad \dots (11)$$

Validasi Model

Persamaan (10) telah dilakukan validasi dimensi/ satuan dan menunjukkan semua persamaan tersebut valid. Berikutnya akan dibahas validasi model terhadap model dasar *EOQ*.

Jika $Q_{kd} = 0$, maka $Q_{kd} = \frac{(P_i - J)Q}{(P_i h - Ck)} = 0$. Dengan demikian $(P_i - J)Q = 0$,

dengan syarat $Q \neq 0$ maka $(P_i - J) = 0$ dan $(P_i h - Ck)$ belum tentu nol. Karena tidak ada persediaan yang kadaluwarsa maka biaya kekurangan bahan akibat kadaluwarsa pun tidak ada ($Ck = 0$), sehingga $P_i h \neq 0$. Dari ketentuan-ketentuan tersebut, maka:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{Ph}}$$

(Sama dengan model dasar *EOQ Single item*, dalam Tersine, 1994)

Prosedur Penyelesaian (Algoritma)

Prosedur untuk memperoleh jumlah pemesanan bahan baku yang optimum bila terdapat *all unit discount* dan dengan mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan dengan tujuan meminimumkan biaya total persediaan (*total cost of inventory*) dapat dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

(Langkah 1) Hitung Q^* pada setiap *price break quantity* (tingkat unit biaya).

(Langkah 2) Bandingkan Q^* dengan U (batas jumlah bahan yang dipesan dimana terjadi perubahan tingkat unit harga. Jika Q^* berada pada interval U

($U_j \leq Q < U_{j+1}$) berarti Q^* valid.

(Langkah 3) Jika Q^* valid, maka lanjutkan langkah (5).

(Langkah 4) Jika Q^* tidak valid maka:

a. Untuk Q^* yang lebih kecil dari interval U , gunakan U_j

b. Jika Q^* lebih besar dari interval U , maka gunakan U_{j+1} .

(Langkah 5) Hitung jumlah bahan yang kadaluwarsa (Q_{kd})

(Langkah 6) Hitung *Total Annual Cost* (TAC) untuk setiap Q^* yang valid dan semua U yang mungkin.

(Langkah 7) Bandingkan hasil perhitungan TAC untuk Q^* yang valid dengan TAC untuk semua nilai U yang mungkin.

(Langkah 8) Pilihlah jumlah pemesanan (Q) yang memberikan nilai TAC paling minimum.

Contoh Numerik

Untuk lebih memahami penerapan prosedur penyelesaian jumlah pemesanan yang ekonomis dalam model hasil pengembangan, maka di sini akan diberikan sebuah contoh kasus serta langkah-langkah penyelesaiannya.

Perusahaan 'XYZ' yang bergerak di bidang penyediaan produk makanan membutuhkan bahan baku jenis 'A' sebesar 500 unit per tahun dengan biaya pesan Rp 150.000,00 per sekali pesan dan fraksi biaya simpan per unit per tahun 1,4. Apabila terjadi kerusakan bahan karena disimpan terlalu lama maka bahan tersebut dapat dijual kembali seharga Rp 3.000,00 per unit. Sebagai akibat kerusakan tersebut, maka akan terjadi kekurangan bahan dengan biaya sebesar Rp 6.250,00 per unit per tahun. Pihak pemasok akan memberikan potongan harga *all unit discount*, dengan penawaran *schedule* harga sebagai berikut:

Lot Size	Harga/Unit
≤ 50	Rp 11.500,00
51 - 100	Rp 11.000,00
101 - 150	Rp 10.500,00
>150	Rp 10.000,00

Jika dalam 1 tahun terdapat 250 hari kerja dan *Lead Time* sebesar 3 hari. (Sumber: Indrianti, 2001, dengan beberapa tambahan)

Langkah 1

$$P = \text{Rp } 10.000,00 \quad Q^* = 86 \text{ unit}$$

$$P = \text{Rp } 10.500,00 \quad Q^* = 84 \text{ unit}$$

$$P = \text{Rp } 11.000,00 \quad Q^* = 82 \text{ unit}$$

$$P = \text{Rp } 11.500,00 \quad Q^* = 80 \text{ unit}$$

Langkah 2

$$Q^* = 86 (Q < 151) \rightarrow \text{tidak valid, maka gunakan } Q^* = 151$$

$$Q^* = 84 (Q < 101) \rightarrow \text{tidak valid, maka gunakan } Q^* = 101$$

$$Q^* = 82 (51 \leq Q < 100) \rightarrow \text{valid}$$

$$Q^* = 80 (Q > 50) \rightarrow \text{tidak valid, maka gunakan } Q^* = 50$$

Langkah 3

$$Q^* = 151 \quad Q_{kd} = 137 \text{ unit,}$$

$$Q^* = 101 \quad Q_{kd} = 90 \text{ unit,}$$

$$Q^* = 82 \quad Q_{kd} = 72 \text{ unit,}$$

$$Q^* = 50 \quad Q_{kd} = 44 \text{ unit}$$

Langkah 4

$$Q^* = 101 \text{ unit } TAC = \text{Rp. } 7.071.087,6$$

$$Q^* = 151 \text{ unit } TAC = \text{Rp. } 7.031.033,9$$

$$Q^* = 82 \text{ unit } TAC = \text{Rp. } 7.332.804,9$$

$$Q^* = 50 \text{ unit } TAC = \text{Rp. } 7.835.804,-$$

Langkah 5

TC minimum = Rp 7.031.033,9 dengan jumlah pemesanan $Q^* = 151$ unit.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan model perencanaan persediaan yang mempertimbangkan kendala keterbatasan masa pakai (kadaluwarsa) bahan dan faktor unit diskon menghasilkan model untuk penentuan jumlah pemesanan yang optimum sebagai berikut:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD.(P_i h - Ck)}{P_i h(P_i h - Ck) - (P_i - J)^2}}$$

dengan unit yang kadaluwarsa sebesar:

$$Q_{kd} = \frac{(P_i - J)Q}{(P_i h - Ck)}$$

sehingga total biaya persediaan (*total cost of inventory*) adalah:

$$TAC(Q, Q_{kd}) = P_i D + S \frac{D}{Q} + \frac{Q^2 P_i h}{2Q} - \frac{Q_{kd}^2 P_i h}{2Q} + \frac{Q_{kd}^2 Ck}{2Q} + Q_{kd}(P_i - J)$$

Model ini berlaku jika $Q > Q_{kd}$, dan hal tersebut akan terpenuhi jika

$$\frac{(P_i - J)}{(P_i h - Ck)} < 1.$$

2. Saat pemesanan bahan kembali yang optimal ditentukan sebagai berikut:

$$t_B = t - \frac{B.t}{Q^*}$$

3. Adanya kuantitas unit diskon (*all unit discount quantity*) dapat menurunkan biaya pembelian dan pada akhirnya dapat menurunkan total biaya persediaan, sehingga membuat pembeli menaikkan jumlah pembeliannya. Namun demikian diskon yang besar tidak selalu harus diambil untuk dapat meminimalkan biaya pembelian, karena adanya faktor kadaluwarsa bahan yang singkat, pemesanan dalam jumlah besar bisa jadi justru hanya menaikkan biaya total persediaan.

Referensi

- Bahagia, S.N. 2003. *Sistem Inventory*. (dalam proses penerbitan)
- Gunawan, I.D. 1990. *Pengembangan Model Penentuan Jadwal Potongan Harga Bertahap untuk Konsumen Ganda dan Titik Perubahan Harga Ganda*. Master Thesis. ITB, Bandung
- Indrianti, N.; Tjen, M.; dan Toha, I.S. 2001. *Model Perencanaan Kebutuhan Bahan dengan Mempertimbangkan Waktu Kadaluwarsa Bahan*. Jurnal Media Teknik No. 2 Tahun XXIII
- Tersine, Richard J. 1994. *Principle of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice Hall