

Model Persediaan Ingle Item dengan Mempertimbangkan Tingkat Kadaluwarsa dan Pengembalian Produk

by Laila Nafisah

Submission date: 31-Jan-2020 12:09PM (UTC+0700)

Submission ID: 1249161945

File name: MMT_PPs_ITS_2011.pdf (837.56K)

Word count: 3546

Character count: 24821

15
**MODEL PERSEDIAAN SINGLE-ITEM DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN TINGKAT KADALUWARSA DAN
PENGEMBALIAN PRODUK**

26
25
Laila Nafisah, Puryani, F.X. Ketut Bayu Lukito
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
UPN "Veteran" Yogyakarta
laila.nafisah@yahoo.co.id

ABSTRAK

Adanya persediaan dapat dipandang sebagai pemborosan, namun keberadaannya tidak dapat dihindarkan, tetapi harus diminimalkan. Persediaan dalam jumlah sedikit dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan persediaan, sehingga mengakibatkan hilangnya kesempatan untuk mendapatkan keuntungan. Sebaliknya, jika persediaan berlebihan, maka akan menimbulkan biaya simpan tinggi dan dapat menyebabkan banyaknya produk yang kadaluwarsa. Oleh karena itu penting bagi perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan produk dengan sebaik-baiknya agar kebutuhan akan suatu produk dapat terpenuhi.

Instalasi farmasi adalah instalasi pendukung Rumah Sakit dalam penyediaan obat. Obat merupakan salah satu produk yang memiliki tingkat kadaluwarsa. Sistem persediaan obat memerlukan penanganan khusus dan ekstra karena menyangkut masalah kualitas dan keamanan produk. Banyaknya produk obat yang mengalami kadaluwarsa tentu saja akan menimbulkan kerugian bagi pihak Rumah Sakit. Untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh obat yang kadaluwarsa, Rumah Sakit dapat melakukan pengembalian produk (*return*) ke distributor/ supliernya. Permasalahannya adalah bagaimana mengembangkan model matematis pengendalian persediaan dengan mempertimbangkan tingkat kadaluwarsa produk dan pengembalian produk agar total biaya persediaan minimum. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan berapa kuantitas pemesanan produk yang optimal, kapan pemesanan dilakukan, dan berapa kuantitas produk kadaluwarsa yang dapat dikembalikan (*return*).

Dari hasil pengembangan model dan perhitungan numerik dapat disimpulkan bahwa model persediaan yang dikembangkan terbukti dapat menyelesaikan masalah dari suatu sistem yang memiliki faktor kadaluwarsa produk dengan menunjukkan berapa ukuran kuantitas pemesanan yang optimal, kapan melakukan pemesanan kembali, berapa kuantitas produk kadaluwarsa, berapa lot produk yang dapat di-*return* dan berapa jumlah produk yang akan kadaluwarsa yang tidak dapat di-*return*.

Kata kunci: *EOQ, single item, backorder, kadaluwarsa, return*

PENDAHULUAN

Persediaan dalam kegiatan usaha dapat berupa barang mentah, komponen, barang setengah jadi, dan barang jadi yang disimpan untuk digunakan dalam proses produksi, perakitan, atau untuk dijual kembali. Persediaan merupakan kekayaan perusahaan yang memiliki peranan penting dalam operasi bisnis. Oleh karenanya perusahaan perlu melakukan manajemen persediaan proaktif sedemikian rupa sehingga perusahaan mampu mengantisipasi keadaan maupun tantangan yang ada sehingga total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk penanganan persediaan menjadi minimal (Yamit, 2002).

Adanya persediaan dalam kegiatan usaha dapat dipandang sebagai pemborosan, namun keberadaannya tidak dapat dihindarkan. Oleh sebab itu keberadaannya harus diminimalkan. Jika persediaan suatu jenis produk tersedia dalam jumlah sedikit dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan persediaan, sehingga perusahaan akan mengalami kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan (*opportunity cost*). Sebaliknya, jika jumlah produk yang tersedia berlebihan, maka akan menimbulkan biaya simpan tinggi dan dapat menyebabkan banyaknya produk yang kadaluwarsa (*expired*). Oleh karena itu penting bagi perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan produk dengan sebaik-baiknya agar kebutuhan akan suatu produk dapat terpenuhi.

Rumah Sakit merupakan salah satu unit pelayanan kesehatan bagi orang sakit. Salah satu instalasi yang mendukung kelancaran pelayanan ini adalah Instalasi Farmasi. Instalasi ini menangani pelayanan pasien dalam penyediaan obat. Obat merupakan salah satu produk yang memiliki tingkat kadaluwarsa. Oleh karena itu sistem persediaan obat memerlukan penanganan khusus dan ekstra karena menyangkut masalah kualitas dan keamanan produk. Banyaknya produk obat yang mengalami kadaluwarsa tentu saja akan menimbulkan kerugian bagi pihak Rumah Sakit. Untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh obat yang kadaluwarsa, biasanya Rumah Sakit dapat melakukan pengembalian produk (*return*) ke distributor/supliernya. Produk obat dapat dilakukan *return* sebelum tanggal kadaluwarsa. Syarat *return* ke distributor pun bermacam-macam, diantaranya adalah bahwa obat yang dilakukan *return* harus masih utuh dalam satu lot sebelum tanggal kadaluwarsa tiba. Jika isi dalam lot tersebut sudah berkurang, maka obat tidak dapat dikembalikan sehingga harus dilakukan pemusnahan. Biaya yang timbul akibat pemusnahan ini ditanggung oleh pihak Rumah Sakit. Akibatnya pihak Rumah Sakit seringkali mengalami kerugian karena banyaknya obat kadaluwarsa yang tidak dapat dikembalikan ke supplier.

Dari fenomena diatas, maka permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan model pengendalian persediaan dengan mempertimbangkan tingkat kadaluwarsa produk dan pengembalian produk agar total biaya persediaan minimum. Penelitian tentang model persediaan yang mempertimbangkan kadaluwarsa telah dilakukan oleh Indrianti, 2001. Dalam Indrianti, 2001, dikembangkan model persediaan bahan baku yang memiliki tingkat kadaluwarsa dan produk kadaluwarsa dapat dijual kembali. Sedangkan dalam penelitian ini akan dikembangkan model persediaan yang mempertimbangkan tingkat kadaluwarsa produk dan produk dapat di kembalikan tetapi produk kadaluwarsa tidak dapat dijual kembali.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan berapa kuantitas pemesanan produk yang optimal, kapan pemesanan dilakukan, dan berapa kuantitas produk kadaluwarsa yang dapat dikembalikan (*return*).

TINJAUAN PUSTAKA

Secara umum persediaan merupakan sumberdaya yang menganggur yang di simpan atau menunggu untuk dijual atau digunakan (Tersine, 1994). Permasalahan dalam sistem persediaan adalah permasalahan yang berkaitan dengan pengambilan keputusan dalam menentukan berapa jumlah pemesanan barang yang ekonomis dan kapan barang tersebut dipesan sehingga dapat meminimasi total biaya persediaan.

Secara umum biaya dalam sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul akibat adanya persediaan. Adapun komponen biaya persediaan terdiri dari sebagai berikut (Nasution, 1999) :

- 7**
- Biaya pembelian, adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang yang nilainya tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. **18**
 - Biaya pengadaan, yang dibedakan atas asal barang, yaitu biaya pemesanan **7** (semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar dan biaya persiapan **4** semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang)
 - Biaya penyimpanan, adalah semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang. Biaya ini meliputi: biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya **6** rusak dan penyusutan, biaya kadaluarsa
 - Biaya kekurangan persediaan, adalah biaya yang timbul akibat konsekuensi kerugian bila perusahaan mengalami kekurangan persediaan pada saat ada permintaan. Kekurangan persediaan dapat diatasi dengan cara pemesanan ulang (*back order*) atau kehilangan penjualan (*lose sales*) **8**

Menurut Handoko (1984), pengendalian persediaan adalah serangkaian kebijakan dan sistem pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga kapan persediaan harus diisi dan berapa banyaknya pesanan harus dilakukan. Elsayed et al.(1994) mengelompokkan model pengendalian persediaan berdasarkan permintaan, sebagai berikut :

- 1) Model persediaan deterministik statis, permintaan bersifat deterministik dan tingkat permintaan sama pada setiap periode.
- 2) Model persediaan deterministik dinamis, permintaan bersifat deterministik tetapi tingkat permintaan mungkin berubah-ubah dari satu periode ke periode lainnya. **13**
- 3) Model persediaan probabilistik statis, permintaan merupakan variabel acak yang memiliki distribusi probabilitas yang sama pada setiap periode. **13**
- 4) Model persediaan probabilistik dinamis, permintaan merupakan variabel acak yang memiliki distribusi probabilitas yang berubah pada setiap periode.

Model Economic Order Quantity Single Item dengan Backorder

Dalam model deterministik, semua variabel yang berpengaruh bersifat deterministik (diketahui secara pasti). Oleh karena itu disebut juga sebagai sistem pengendalian persediaan tanpa resiko. Model persediaan deterministik yang pertama kali dikenal adalah Model Wilson, dikenal pula sebagai Model **23** *Economic Order Quantity* (EOQ), yaitu mencari jawaban optimal dari berapa yang akan dipesan dan kapan pemesanan dilakukan. Model ini merupakan model dasar bagi pengembangan model pengendalian persediaan lainnya.

Model *EOQ* dengan *backorder* merupakan model persediaan deterministik dengan memperbolehkan terjadinya kekurangan persediaan yang diatasi secara *backorder*, dimana permintaan konsumen tidak dapat dipenuhi dan bersedia menunggu pemenuhan permintaan sesuai kesepakatan. Pemenuhan dapat dilakukan dengan mengirim di lain waktu atau melakukan pembelian/pemesanan darurat. Konsekuensi biaya yang ditimbulkan akibat kekurangan persediaan yang diatasi secara *backorder* seperti adanya biaya penanganan khusus, biaya pengiriman lebih cepat, *lead time* yang singkat, harga material per unit lebih mahal.

Asumsi yang digunakan dalam model ini adalah sebagai berikut :

- a) Permintaan selama horison perencanaan diketahui secara pasti, konstan dan datang kontinyu sepanjang waktu
- b) Barang yang dipesan datang serentak pada saat pemesanan dilakukan
- c) Harga barang yang dipesan tetap dan tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan
- d) Kekurangan persediaan diatasi secara *backorder*

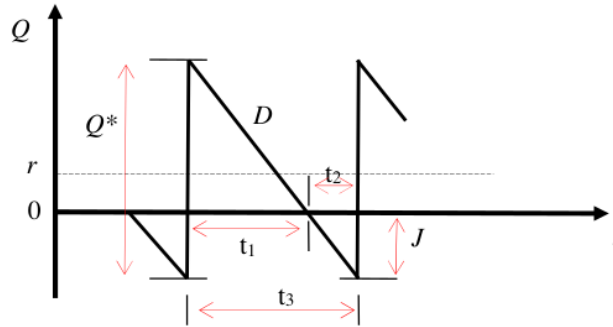
- e) Biaya pesan tidak tergantung pada jumlah pemesanan
- f) Biaya simpan berbanding lurus dengan jumlah persediaan
- g) Tidak ada *quantity discount*
- h) Dana, kapasitas, dan gudang tidak terbatas
- i) Item persediaan merupakan *single item* dan independen

Adapun notasi-notasi yang digunakan adalah sebagai berikut

Notasi-notasi yang digunakan :

D : laju permintaan, unit/tahun	J : jumlah kekurangan persediaan per siklus, unit/siklus
L : <i>lead time</i> , tahun	π : biaya <i>stockout</i> /unit/tahun
N : frekuensi pemesanan per tahun	t_1 : interval waktu mulai pesanan datang sampai dengan tidak ada persediaan, tahun
Q : ukuran kuantitas pemesanan, unit	t_2 : interval waktu selama kekurangan persediaan, tahun
A : biaya per sekali pesan, Rp/pesan	t_3 : interval waktu dalam satu siklus pemesanan, tahun
h : biaya simpan per unit per tahun, $h = I.P$	
I : persentase dari harga satuan barang	
P : harga satuan barang, Rp/unit	
r : titik pemesanan kembali, unit	
T : waktu antar pemesanan, tahun	

Pola posisi persediaan Model *EOQ* dengan *Backorder* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola posisi persediaan dengan *backorder*

Fungsi tujuan dari model ini adalah meminimasi **total biaya persediaan per tahun**. Total biaya persediaan per tahun (*TC*) terdiri dari biaya pembelian per tahun (*PC*), biaya pesan per tahun (*OC*), biaya simpan per tahun, dan biaya kekurangan persediaan (*SC*)

- a) Biaya pembelian per tahun (*PC*) = (harga per unit) x (banyaknya unit yang dibeli/tahun)

$$PC = P.D \dots\dots\dots(1)$$

- b) Biaya pesan per tahun (*OC*) = (biaya pesan per sekali pesan) x (frekuensi pemesanan/tahun)

$$C = A \frac{D}{Q} \dots\dots\dots(2)$$

- c) Biaya simpan pertahun (*HC*) = (biaya simpan per unit/tahun) x (rata-rata persediaan setahun)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata persediaan setahun} &= (\text{rata-rata persediaan per siklus}) \times (\text{jumlah siklus/tahun}) \\ &= (\text{rata-rata persediaan selama } t_1) \times (\text{jumlah siklus/tahun}) \end{aligned}$$

Sehingga rata-rata persediaan yang dalam periode t_1 adalah

$$\frac{(Q-J)}{2} \cdot t_1 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana $t_1 = \frac{(Q-J)}{D} \dots\dots\dots(4)$

Maka besarnya rata-rata persediaan selama t_1 adalah $\frac{(Q-J)^2}{2D} \dots\dots\dots(5)$

.. Jika jumlah siklus pertahun sebesar $\frac{D}{Q}$, maka biaya simpan per tahun adalah

$$HC = \frac{h(Q-J)^2}{2Q} \dots\dots\dots(6)$$

d) Biaya kekurangan persediaan pertahun (SC)

= (biaya *backorder*/unit/tahun) x (rata-rata *backorder* selama setahun)

Rata-rata *backorder* selama setahun :

= (rata-rata *backorder* per siklus) x (jumlah siklus/tahun)

= (rata-rata *backorder* selama t_2) x (jumlah siklus/tahun)

Rata-rata *backorder* selama t_2 sebesar $\frac{J}{2} \cdot t_2 \dots\dots\dots(7)$

Dimana $t_2 = \frac{J}{D} \dots\dots\dots(8)$

Rata-rata *backorder* selama t_2 sebesar $\frac{J^2}{2D} \dots\dots\dots(9)$

Jika jumlah siklus pertahun sebesar $\frac{D}{Q}$, maka biaya kekurangan persediaan per tahun adalah

$$SC = \frac{\pi J^2}{2Q} \dots\dots\dots(10)$$

e) Maka total biaya persediaan pertahun

$$TC = PD + \frac{AD}{Q} + \frac{h(Q-J)}{2Q} + \frac{\pi J^2}{2Q} \dots\dots\dots(11)$$

Untuk menentukan kuantitas pemesanan yang optimal, Q^* , maka persamaan (11) diturunkan terhadap Q , dimana $\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$, diperoleh

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \cdot \sqrt{\frac{h+\pi}{\pi}} \dots\dots\dots(12)$$

Untuk menentukan jumlah unit yang di-*backorder* maksimum, J^* , maka persamaan (2.11) diturunkan terhadap J , dimana $\frac{\partial TC}{\partial J} = 0$, diperoleh

$$J^* = \frac{hQ^*}{h+\pi} \dots\dots\dots(13)$$

Titik pemesanan kembali : $r^* = DL - J^* \dots\dots\dots(14)$

Waktu tunggu maksimum : $\frac{J^*}{\lambda} \dots\dots\dots(15)$

Total biaya persediaan pertahun pada Q^* dan J^* : $TC = PD + \pi J^* \dots\dots\dots(16)$

PENGEMBANGAN MODEL

Karakteristik Sistem yang Dikaji

11
Rumah Sakit merupakan salah satu unit pelayanan kesehatan bagi orang sakit. Salah satu instalasi yang mendukung kelancaran pelayanan ini adalah Instalasi Farmasi. Instalasi ini menangani pelayanan pasien dalam penyediaan obat. Obat merupakan salah satu produk yang memiliki tingkat kadaluwarsa. Oleh karena itu sistem persediaan obat memerlukan penanganan khusus dan ekstra karena menyangkut masalah kualitas dan keamanan produk. Banyaknya produk obat yang mengalami kadaluwarsa tentu saja akan menimbulkan kerugian bagi pihak Rumah Sakit.

Pada penelitian ini akan dikembangkan model pengendalian persediaan yang mempertimbangkan tingkat kadaluwarsa produk dan pengembalian produk. Adapun karakteristik sistem yang dimodelkan adalah sebagai berikut :

- 1) Obat yang telah kadaluwarsa tidak dapat dijual kembali dan harus dimusnahkan
- 2) Biaya yang ditimbulkan akibat pemusnahan obat kadaluwarsa ditanggung pihak Rumah Sakit
- 3) Obat dapat dikembalikan ke *supplier* sebelum tanggal kadaluwarsa dengan syarat kondisi obat masih utuh dalam satu lot.
- 4) Jika jumlah obat sudah berkurang dari satu lot, maka obat tidak dapat dikembalikan lagi ke *supplier*.
- 5) Obat yang dapat dikembalikan akan diganti obat yang sama dengan masa kadaluwarsa yang lebih panjang

Pengembangan Model

Penelitian tentang model persediaan yang mempertimbangkan kadaluwarsa telah dilakukan oleh Indrianti, 2001. Dalam Indrianti, 2001, dikembangkan model persediaan bahan baku yang memiliki tingkat kadaluwarsa dan produk kadaluwarsa dapat dijual kembali. Sedangkan dalam penelitian ini akan dikembangkan model persediaan yang mempertimbangkan tingkat kadaluwarsa produk dan produk kadaluwarsa tidak dapat dijual kembali tetapi produk dapat di kembalikan sebelum tanggal kadaluwarsa tiba.

Model dasar yang digunakan dalam pengembangan model pada penelitian ini adalah model persediaan deterministik *Economic Order Quantity* dengan *Backorder* dalam Tersine (1994). Tujuan dari pengembangan model ini adalah menentukan berapa kuantitas pemesanan produk yang optimal, kapan pemesanan dilakukan, berapa kuantitas produk kadaluarsa yang dapat dikembalikan (*return*) dan kapan *return* dilakukan agar dapat meminimasi total biaya persediaan.

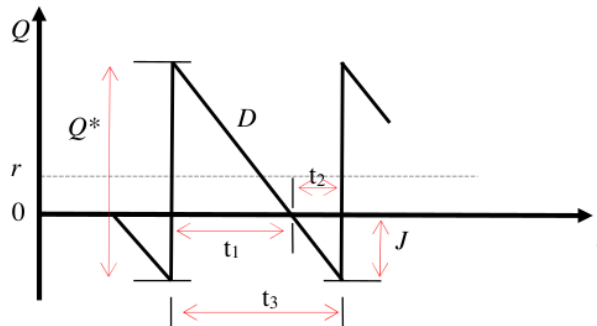
Batasan dan asumsi yang digunakan dalam pengembangan model ini adalah

- a) Item persediaan adalah *single item* dan independen
- b) Kekurangan persediaan diatasi secara *backorder* yang besarnya sama dengan jumlah produk yang kadaluwarsa
- c) Biaya pesan tetap untuk sekali pemesanan
- d) *Lead time* tetap dan konstan
- e) Kapasitas gudang tidak terbatas
- f) Permintaan diketahui secara pasti
- g) Tanggal kadaluwarsa diketahui
- h) Periode *review* produk kadaluwarsa dilakukan bersamaan sesaat sebelum melakukan pemesanan
- i) Tidak ada *quantity discount*

Notasi-notasi yang digunakan :

D : laju permintaan, unit/tahun	J : jumlah kekurangan persediaan per siklus, unit/siklus
L : lead time, tahun	π : biaya <i>stockout</i> /unit/tahun
N : frekuensi pemesanan per tahun	t_1 : interval waktu mulai pesanan datang sampai dengan tidak ada persediaan, tahun
Q : ukuran kuantitas pemesanan, unit	t_2 : interval waktu selama kekurangan persediaan, tahun
Q_{kad} : jumlah produk yang kadaluwarsa, unit	t_3 : interval waktu dalam satu siklus pemesanan, tahun
A : biaya per sekali pesan, Rp/pesan	s : kuantitas produk per lot, unit/lot
A_r : biaya per sekali <i>return</i> , Rp/ <i>return</i>	w : banyaknya lot yang dikembalikan, lot
X_r : indeks, ada atau tidak adanya <i>return</i>	
5 h : biaya simpan per unit per tahun, $h = I.P$	
I : persentase dari harga satuan barang	
P : harga satuan barang, Rp/unit	
r : titik pemesanan kembali, unit	
T : waktu antar pemesanan, tahun	

Pola posisi persediaan model dasar yang akan dikembangkan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pola posisi persediaan dengan *backorder*

Fungsi tujuan dari model yang akan dikembangkan adalah minimasi ² total biaya persediaan per tahun.

Total biaya persediaan per tahun (TC) terdiri dari biaya pembelian per tahun (PC), biaya pesan per tahun (OC), biaya simpan per tahun, biaya kekurangan persediaan (SC), biaya produk yang kadaluwarsa pertahun (EC), dan biaya *return* (RC)

a) Biaya pembelian per tahun (PC) = (harga per unit) x (banyaknya unit yang dibeli/tahun)

$$PC = P.D \dots\dots\dots(3.1)$$

b) Biaya pesan per tahun (OC) = (biaya pesan per sekali pesan) x (frekuensi pemesanan/tahun)

$$C = A \frac{D}{Q} \dots\dots\dots(3.2)$$

c) Biaya simpan pertahun (HC) = (biaya simpan per unit/tahun) x (rata-rata persediaan setahun)

Rata-rata persediaan setahun = (rata-rata persediaan per siklus) x (jumlah siklus/tahun)
 = (rata-rata persediaan selama t_1) x (jumlah siklus/tahun)

Karena produk yang kadaluwarsa dapat dikembalikan atau tetapi harus dimusnahkan, maka tidak ada biaya simpan untuk produk yang kadaluwarsa. Sehingga rata-rata persediaan yang dalam periode t_1 adalah

$$\frac{(Q-Q_{kd})}{2} \cdot t_1 \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Dimana } t_1 = \frac{(Q-Q_{kd})}{D} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Maka besarnya rata-rata persediaan selama } t_1 \text{ adalah } \frac{(Q-Q_{kd})^2}{2D} \dots\dots\dots(5)$$

..Jika jumlah siklus pertahun sebesar $\frac{D}{Q}$, maka biaya simpan per tahun adalah

$$HC = \frac{h(Q-Q_{kd})^2}{2Q} \dots\dots\dots(6)$$

- d) Biaya kekurangan persediaan (*stockout*) adalah biaya yang harus dikeluarkan karena terjadinya kekurangan produk akibat dari adanya produk kadaluwarsa. Kekurangan persediaan diatasi secara *backorder*.

Biaya *stockout* pertahun (*SC*)

= (biaya *backorder*/unit/tahun) x (rata-rata jumlah produk kadaluwarsa selama setahun)

Rata-rata jumlah produk kadaluwarsa selama setahun :
 = (rata-rata jumlah produk kadaluwarsa per siklus) x (jumlah siklus/tahun)
 = (rata-rata jumlah produk kadaluwarsa selama t_2) x (jumlah siklus/tahun)

$$\text{Rata-rata jumlah produk kadaluwarsa selama } t_2 \text{ sebesar } \frac{Q_{kd}}{2} \cdot t_2 \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Dimana } t_2 = \frac{Q_{kd}}{D} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Rata-rata jumlah produk kadaluwarsa selama } t_2 \text{ sebesar } \frac{Q_{kd}^2}{2D} \dots\dots\dots(9)$$

Jika jumlah siklus pertahun sebesar $\frac{D}{Q}$, maka biaya kekurangan persediaan per tahun akibat adanya produk yang kadaluwarsa adalah

$$SC = \frac{\pi \cdot Q_{kd}^2}{2Q} \dots\dots\dots(10)$$

- e) Biaya kadaluwarsa produk adalah biaya yang dikeluarkan karena produk telah melewati masa pakai sehingga produk rusak (kadaluwarsa).

Kuantitas produk kadaluwarsa per siklus sebesar Q_{kd} , produk dapat di kembalikan ke *supplier* jika kuantitas produk masih sejumlah s , dimana s merupakan kuantitas produk per lot.

w adalah jumlah lot yang dapat direturn dan w merupakan bilangan interger positif, dimana

$$w = \begin{cases} 0 & \text{Jika } Q_{kd} < s \\ 1, 2, 3, \dots & \text{Jika } Q_{kd} \geq s \end{cases} \dots\dots\dots(11)$$

Maka rata-rata jumlah produk kadaluwarsa yang tidak dapat di kembalikan ke *supplier* dan menjadi tanggungan perusahaan selama t_2 sebesar

$$\text{nilai positif dari } \frac{(Q_{kd}-w \cdot s)^2}{2} \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Dimana } t_2 = \frac{(Q_{kd}-w \cdot s)}{D} \dots\dots\dots(13)$$

Sehingga jumlah produk kadaluwarsa yang ditanggung perusahaan selama t_2 adalah $\frac{(Q_{kd}-w.s)^2}{D}$ (14)

Jika jumlah siklus pertahun $\frac{D}{Q}$, maka jumlah produk kadaluwarsa yang ditanggung oleh perusahaan per tahun sebesar $\frac{(Q_{kd}-w.s)^2}{2Q}$ (15)

Biaya kadaluwarsa yang ditanggung perusahaan dalam setahun adalah $EC = \frac{P(Q_{kd}-w.s)^2}{2Q}$ (16)

- f) Biaya produk kadaluwarsa yang dapat di-*return* tergantung pada frekuensi *return* dan biaya per sekali *return*.

$$X_r = \begin{cases} 0, & \text{jika tidak ada produk yang di-} \textit{return} \\ 1, & \text{jika ada produk yang di-} \textit{return} \end{cases} \dots\dots\dots(17)$$

Biaya *return* persekali *return* = $X_r A_r$, dan diasumsikan bahwa *review* produk kadaluwarsa dilakukan bersamaan sesaat sebelum pemesanan. Maka dalam satu tahun terjadi *review* produk kadaluwarsa sebanyak $= \frac{D}{Q}$, sehingga total biaya *return* dalam satu tahun adalah

$$\%_0C = A_r \sum_{i=1}^N X_{ri} \dots\dots\dots(18)$$

- g) Total biaya persediaan per tahun

$$TC = PC + OC + HC + SC + EC + RC \dots\dots\dots(19)$$

$$TC = PD + A \frac{D}{Q} + \frac{h(Q-Q_{kd})^2}{2Q} + \frac{\pi Q_{kd}^2}{2Q} + \frac{P(Q_{kd}-w.s)^2}{2Q} + A_r \sum_{i=1}^N X_{ri} \dots\dots\dots(20)$$

Untuk menentukan kuantitas pemesanan yang optimal, jumlah produk kadaluwarsa maksimal, dan banyaknya lot yang dapat di-*return* yang meminimasi total biaya persediaan maka persamaan (20) masing-masing diturunkan terhadap Q , Q_{kd} dan w sedemikian rupa sehingga $\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$, $\frac{\partial TC}{\partial Q_{kd}} = 0$, dan $\frac{\partial TC}{\partial w} = 0$

Hasil dari penurunan $\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$ diperoleh kuantitas pemesanan yang optimal, Q^* , sebesar

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD + Q_{kd}^2(h + \pi + P) + P(w^2 s^2 - 2w.s.Q_{kd})}{h}} \dots\dots\dots(21)$$

Hasil dari penurunan $\frac{\partial TC}{\partial Q_{kd}} = 0$, diperoleh jumlah produk kadaluwarsa yang optimal, Q_{kd}^* , sebesar

$$Q_{kd}^* = \frac{hQ + Pws}{(h + \pi + P)} \dots\dots\dots(22)$$

Hasil dari penurunan $\frac{\partial TC}{\partial w} = 0$, diperoleh jumlah lot yang optimal, w^* , sebesar

$$w = \frac{Q_{kd}}{s} \dots\dots\dots(23)$$

Untuk mendapatkan jumlah produk kadaluwarsa yang optimal (Q_{kd}^*), maka persamaan (23) disubstitusikan ke persamaan (22) sehingga diperoleh

$$Q_{kd}^* = \frac{hQ}{(h + \pi)} \dots\dots\dots(24)$$

Sedangkan untuk mendapatkan kuantitas pemesanan yang optimal, Q^* , dilakukan substitusi dari persamaan (23) ke persamaan (21), diperoleh

$$Q^{*2} = \frac{2AD}{h} + \frac{Q_{kd}^2(h+\pi+P)}{h} + \frac{PQ_{kd}^2}{h} - \frac{2PQ_{kd}^2}{h} \dots\dots\dots(25)$$

Kemudian persamaan (24) disubstitusi ke persamaan (25), maka kuantitas pemesanan yang optimal, Q^* adalah

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD(h+\pi)}{h\pi}} \dots\dots\dots(26)$$

Biaya total per tahun minimal akan tercapai dengan memasukan hasil substitusi Q^* dan Q_{kd}^* pada biaya total, maka total biaya persediaan minimal adalah :

$$TC = PD + \frac{h(Q^* - Q_{kd}^*)^2}{2Q^*} + \frac{AD}{Q^*} + \frac{\pi(Q_{kd}^*)^2}{2Q^*} + \frac{P(Q_{kd}^* - ws)^2}{2Q^*} + A_r \sum_{i=1}^N X_{ri} \dots\dots(27)$$

Sedangkan pemesanan dilakukan pada saat tingkat persediaan mencapai titik

$$r^* = DL - Q_{kd}^* \dots\dots\dots(28)$$

PERHITUNGAN NUMERIK

Diketahui data sebagai berikut :

- Data permintaan produk selama setahun sebesar 1770 unit
- Biaya simpan per unit per tahun (h) sebesar Rp.500,-
- Biaya per sekali pesan produk (A) sebesar Rp. 30.000,-
- Harga produk per unit (P) sebesar Rp.8.250,-
- Biaya kekurangan persediaan per unit per tahun (π) sebesar Rp. 6500,-
- Biaya per sekali *return* per tahun (A_r) sebesar Rp.150.000,-
- *Lead time* 2 minggu, dengan asumsi 1 tahun terdapat 52 minggu
- Satuan unit per lot produk yang dapat di-*return* (s) adalah 5 unit

Langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan kuantitas pemesanan optimal (Q^*) dengan menggunakan persamaan (26).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD(h+\pi)}{h\pi}} = \sqrt{\frac{2(30.000)(1770)(500+6500)}{(500)(6500)}} = 478 \text{ unit}$$

- 2) Menentukan jumlah produk kadaluwarsa maksimal yang meminimasi total biaya persediaan (Q_{kd}^*) dengan persamaan (24). $\rightarrow Q_{kd}^* = \frac{hQ^*}{(h+\pi)} = \frac{(500)(478)}{(500+6500)} = 34$ unit

- 3) Menentukan titik pemesanan kembali (r^*) $\rightarrow r^* = DL - Q_{kd}^* = (1770) \frac{(3)}{52} - 34 = 102$ unit

- 4) Menentukan jumlah produk yang dapat di-*return* (w) dengan persamaan (23).
 $w = \frac{Q_{kd}^*}{s} = \frac{34}{5} = 6,8$ lot

Artinya banyaknya lot produk kadaluwarsa yang dapat di-*return* sebesar 6 lot.

- 5) Menentukan total biaya persediaan per tahun
 Jika periode review dilakukan bersamaan sesaat sebelum melakukan pemesanan maka periode review sebesar

$$N = \frac{D}{Q^*} = \frac{1770}{478} = 4, \text{ artinya dalam setahun melakukan review sebanyak 4 kali}$$

Total biaya persediaan pertahun dengan persamaan 27, jika *return* dilakukan sebanyak *review* :

$$TC = PD + \frac{h(Q^* - Q_{kd}^*)^2}{2Q^*} + \frac{AD}{Q^*} + \frac{\pi \cdot (Q_{kd}^*)^2}{2Q^*} + \frac{P(Q_{kd}^* - ws)^2}{2Q^*} + A_r \sum_{i=1}^N X_{ri}$$
$$TC = (8250)(1770) + \frac{500(478 - 34)^2}{2(478)} + \frac{(30000)(1770)}{478} + \frac{(6500) \cdot (34)^2}{2(478)}$$
$$+ \frac{(8250)(34 - (6)(5))^2}{2(478)} + (150000) \sum_{i=1}^4 1$$
$$TC = \text{Rp. } 15.424.690,-$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengembangan model dan perhitungan numerik di atas, dapat disimpulkan bahwa model persediaan yang dikembangkan terbukti dapat menyelesaikan masalah dari suatu sistem yang memiliki faktor kadaluwarsa produk, dapat menunjukkan pula berapa lot produk yang dapat di-return dan berapa jumlah produk yang akan kadaluwarsa yang tidak dapat di-return pun dapat diketahui.

Dengan kriteria performansi minimasi total biaya persediaan pertahun, model ini juga mampu menjawab berapa ukuran kuantitas pemesanan yang optimal, kapan melakukan pemesanan kembali, dan berapa kuantitas produk kadaluwarsa yang dapat meminimasi total biaya persediaan.

Saran

Adanya beberapa batasan dan asumsi yang digunakan dalam pengembangan model, maka perlu dilakukan pengembangan selanjutnya agar model semakin mendekati sistem riilnya. Oleh karenanya pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan:

- Permintaan probabilistik
- Produk *multi item* dengan tingkat kadaluwarsa yang berbeda pada setiap produk
- Kapasitas gudang terbatas
- Adanya pengurangan harga (*discount*) terhadap jumlah produk yang dipesan

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S., 1993, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi empat, Penerbit FE UI, Jakarta.
- Elsayed, A. E., dan Boucher, T.O., 1994, *Analysis and Control of Production System*, Prentice-Hall International Inc., New Jerses.
- Fogarty, Blackstone, dan Hoffmann, 1991, *Productionand & Inventory Management*, 2nd, South-Western Publishing Co., Cincinnati.
- Handoko,T.H., 1984, *Dasar-Dasar Managemen Produksi dan Operasi*, BPFE, Yogyakarta.
- Indrianti, N., Ming, T., dan Toha, I.S., 2001, *Model Perencanaan Kebutuhan Bahan Dengan Mempertimbangkan Waktu Kadaluwarsa Bahan*, Media Teknik, Yogyakarta.

1
Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV
Program Studi MMT-ITS, Surabaya 23 Juli 2011

Narasimhan, Seetharama L., Mc Leavey, Dennis W., dan Bilington, Peret J., 1995, *Production Planning and Inventory Control*, Prentice-Hall International, New Jerses. **14**

Nasution, A.H., 2003, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama Cetakan ke Dua, Penerbit Guna Widya, Surabaya. **16**

5
Rangkuti, F., 1997, *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

6
Sutarman, 2003, *Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Model BackOrder*, jurnal Infomatek Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik-Universitas Pansundan. **2**

12
Tersine, Richard J., 1994, *Principle of Inventory and Materials Management*, Prentice Hall, New Jersey.

21
Yamit, Z., 2003, *Manajemen Persediaan*, Penerbit Ekonisia Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta.

Model Persediaan Ingle Item dengan Mempertimbangkan Tingkat Kadaluwarsa dan Pengembalian Produk

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 Arvianto, Ary, Dwi Satria Perkasa, Wiwik Budiawan, Pringgo Widyo Laksosno, and Singgih Saptadi. "Vehicle routing problem modelling to minimize a number of vehicle by considering heterogenous fleet vehicle", Proceedings of the Joint International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial Mechanical Electrical and Chemical Engineering (ICEVT & IMECE), 2015. Publication 3%
- 2 Submitted to UPN Veteran Yogyakarta Student Paper 1%
- 3 Submitted to Forum Komunikasi Perpustakaan Perguruan Tinggi Kristen Indonesia (FKPPTKI) Student Paper 1%
- 4 Submitted to Universitas International Batam Student Paper 1%
- 5 Submitted to Udayana University Student Paper 1%

6	Submitted to President University Student Paper	1%
7	Submitted to Trisakti University Student Paper	1%
8	Submitted to Universitas Warmadewa Student Paper	1%
9	Submitted to Universitas Jenderal Achmad Yani Student Paper	<1%
10	Eun-Young Jeong, Sea Cheon Oh, Yeong-Koo Yeo, Kun Soo Chang, Jin Yang Chang, Kil Su Kim. "Application of traveling salesman problem (TSP) for decision of optimal production sequence", Korean Journal of Chemical Engineering, 1997 Publication	<1%
11	Submitted to Universitas Negeri Makassar Student Paper	<1%
12	Submitted to International University - VNUHCM Student Paper	<1%
13	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1%
14	ŞENYİĞİT, Ercan and YILDIRIM, Funda. "Sipariş büyüklüğü belirleme yöntemleri ile yeni bir sezgisel algoritmanın karşılaştırılması", TUBITAK, 2002.	<1%

15 Rosi Puspitasari, Ary Arvianto, Dyah Ika Rinawati, Pringgo Widyo Laksono. "Q inventory model with product expiry and product return on pharmaceutical products at hospital kardinah", 2016 2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE), 2016 $<1\%$

Publication

16 Sulistyono Sulistyono, Wiwik Sulistiyowati. "Peramalan Produksi dengan Metode Regresi Linier Berganda", PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering), 2018 $<1\%$

Publication

17 Submitted to IAIN Pontianak $<1\%$

Student Paper

18 Submitted to Universitas Pamulang $<1\%$

Student Paper

19 Submitted to Universitas Islam Negeri Sumatera Utara $<1\%$

Student Paper

20 Submitted to University of South Australia $<1\%$

Student Paper

21 Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia $<1\%$

Student Paper

22

Submitted to iGroup

Student Paper

<1%

23

Submitted to Surabaya University

Student Paper

<1%

24

Submitted to Tarumanagara University

Student Paper

<1%

25

D S Donoriyanto, A S Anam, E Pudji W.
"Application of genetic algorithm method on
machine maintenance", Journal of Physics:
Conference Series, 2018

Publication

<1%

26

Dadang Arifin, Edhi Yusuf, Cantri Charisma.
"Fixed Order Interval Model for Multi Item Single
Supplier Considering Lifetime and Minimum
Order Quantity", Journal of Physics: Conference
Series, 2019

Publication

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off