

**VENDOR MANAGED CONSIGNMENT INVENTORY (VMCI) MODEL FOR SINGLE  
VENDOR MULTI RETAILERS UNDER PROBABILISTIC**

Erly Ekayanti Rosyida<sup>1</sup>, I Nyoman Pujawan<sup>2</sup>, Nani Kurniati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, UNIM Mojokerto

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: erly\_ekayanti@yahoo.co.id; pujawan@ie.its.ac.id; nanikur@ie.its.ac.id

**ABSTRAK**

*Vendor managed consignment inventory (VMCI)* adalah suatu strategi kolaborasi yang terjalin diantara pihak-pihak yang terkait dalam *supply chain*, dimana *vendor* sebagai supplier mempunyai wewenang untuk memutuskan *order quantity* yang harus dikirimkan ke *buyernya* serta menjadi pemilik barang tersebut sampai barang tersebut terjual atau dipakai. Integrasi pada sistem *supply chain* ini terjadi karena adanya *information sharing* dan *business process reengineering*. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa keuntungan dari strategi *vendor managed consignment inventory (VMCI)* pada vendor tunggal multi retail jika permintaan konsumen bervariasi ditinjau dari minimasi total biaya yang dihasilkan. Pada penelitian ini dikembangkan algoritma untuk menyelesaikan model matematis yang telah dibuat. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan analisa sensitivitas untuk mengetahui parameter yang meliputi biaya pesan *vendor*, biaya simpan *vendor*, biaya *storage retail*, biaya *opportunity retail* yang ditanggung *vendor*, biaya pesan *retail*, *service level retail* dan standar deviasi permintaan retail. Pada penelitian ini juga membandingkan model persediaan consignment dengan model *Vendor Managed Consignment Inventory (VMCI)*. Percobaan numerik dari model ini menyatakan bahwa model *VMCI* lebih menguntungkan dibandingkan dengan model persediaan *consignment*.

**Kata Kunci:** *Vendor Managed Inventory, Consignment, Permintaan Probabilistik*

**ABSTRACT**

*Vendor managed consignment inventory (VMCI)* is a strategy of collaboration that exists among the parties involved in the supply chain, where the vendor as the supplier has the authority to decide the order quantity that must be delivered to buyernya as well as being the owner of the goods until the goods are sold or used. The integration of supply chain systems is due to information sharing and business process reengineering. This research will be conducted analysis of the benefits of the strategy consignment vendor managed inventory (VMCI) on a single vendor multi retail if consumer demand is varied in terms of minimizing the total cost generated. In this study developed algorithms to solve mathematical models that have been made. In addition, this study also conducted a sensitivity analysis to determine the parameters which include the cost of messaging vendors, cost savings and vendor, retail storage costs, opportunity costs are borne by retail vendors, retail messaging costs, service level and standard deviation retail retail demand. In this study also compares the consignment inventory model with a model Consignment Vendor Managed Inventory (VMCI). Numerical experiments of this model suggests that the model *VMCI* more profitable than consignment inventory model.

**Keywords:** *Vendor Managed Inventory, Consignment, Probabilistic Demand.*

## PENDAHULUAN

*Consignment inventory* adalah sebuah konsep dimana pemilik persediaan adalah *vendor* meskipun posisi persediaan berada di gudang retail, karena pada konsep ini proses pembayaran *item* dilakukan ketika produk digunakan atau terjual. Keuntungan dari *consignment inventory* untuk pihak *retail* adalah penangguhan pembayaran item sampai dengan item tersebut digunakan atau terjual. Sedangkan keuntungan untuk pihak *vendor* salah satunya adalah kemudahan proses pemasaran produk baru serta produk mahal. *Vendor-managed inventory (VMI)*, merupakan salah satu perjanjian dalam *supply chain* yang telah dianalisa oleh Gumus et al. (2008) dan Darwish et al. (2010) untuk meminimasi total biaya pada setiap lini di *supply chain*. *Vendor-managed inventory (VMI)* merupakan sebuah strategi yang telah diakui sebagai salah satu praktik paling sukses yang meningkatkan *supply chain integration* (Stapleton et al., 2006 dalam Darwish dkk., 2010). *Vendor-managed inventory (VMI)* adalah suatu strategi kolaborasi yang terjalin diantara pihak-pihak yang terkait dalam *supply chain*, dimana pemanufaktur atau distributor sebagai *vendor* mempunyai wewenang atau otonomi untuk memutuskan *order quantity* yang harus dikirimkan ke *retail* dimana dalam hal ini sebagai retail. Keputusan pengiriman ini didasarkan atas informasi data penjualan dan posisi persediaan yang ada di retail dengan mengikuti waktu *replenishment* yang telah ditetapkan. Integrasi antara *vendor* dan retail terjadi karena adanya *information sharing* dan *business process reengineering*. Retail mempunyai tanggung jawab untuk menjamin adanya aliran informasi berlanjut yang memungkinkan *vendor* dapat merumuskan *order quantity* yang *real* dan akurat.

Konsep *consignment* berbeda dengan *VMI* mengenai keputusan *replenishment* dimana pada *VMI* keputusan ini dibuat oleh *vendor*, sedangkan pada konsep *consignment* meskipun *vendor* mendapatkan informasi posisi persediaan dan permintaan dari retail, proses penentuan *replenishment* dan jumlah order tetap dilakukan oleh retail.

Pada penelitian ini, akan dikombinasikan konsep *VMI* dan *consignment* dimana diharapkan kombinasi dari kedua konsep ini membawa perubahan pada kinerja *supply chain* berupa peningkatan profit. Berbagai penelitian yang telah dilakukan yang membahas kedua konsep ini meliputi, Benefield (1987) mengatakan bahwa retail mendapat beberapa keuntungan yang meliputi berkurangnya total biaya simpan dan berkurangnya biaya operasional yang lain dari penerapan integrasi kedua konsep tersebut. Walaupun *vendor* menanggung sebagian dari biaya simpan di retail yaitu biaya *opportunity* tetapi ada keuntungan lain yang didapat yaitu perputaran arus barang lebih cepat dan proses pemasaran lebih efisien (Cottrill, 1997). Gumus et al. (2008) meneliti pengaruh *consignment* dan *VMI* pada *single vendor*, *single buyer* dan *single item*. Darwish et al. (2010) mengembangkan model *VMI* untuk *single vendor multi retail*. Pada penelitian ini mengembangkan analisa yang telah dilakukan oleh Gumus et al. dan Darwish et al. yaitu mengembangkan model untuk penggabungan konsep *consignment* dan *VMI* yaitu *Vendor Managed Consignment Inventory (VMCI)* pada *vendor* tunggal dan *multiretail* untuk kasus permintaan probabilistik.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Karakteristik Sistem

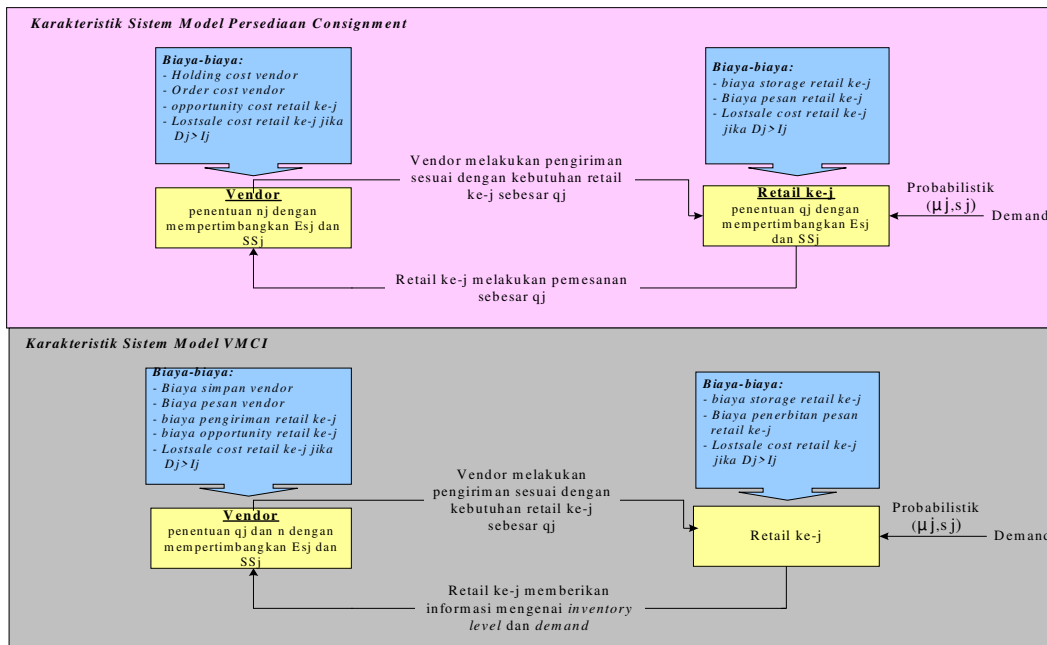
Sistem yang ada dalam model dasar dan pengembangan model yang dilakukan mempunyai dua karakteristik yang berbeda, yaitu karakteristik sistem menggunakan konsep persediaan *consignment* dan karakteristik sistem menggunakan konsep *VMCI*

pada sistem rantai pasok dua level. sistem meliputi *vendor* tunggal dan *multi retail* dimana *vendor* merupakan distributor. Uraian lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Dalam karakteristik sistem ini pada model persediaan *consignment* proses pengadaan persediaan di retail dilakukan secara individual oleh pihak retail, sedangkan pihak *vendor* akan melakukan pengiriman ketika ada permintaan dari retail. Kepemilikan persediaan retail ke-*j* pada konsep persediaan *consignment* adalah menjadi milik *vendor* sampai dengan produk terjual (digunakan) sehingga retail berkewajiban melakukan pembayaran ke *vendor* pada saat produk terjual (digunakan) akibatnya terjadi biaya *opportunity* yang semula ditanggung oleh retail ke-*j*, pada konsep VMCI menjadi tanggung jawab *vendor*.

Pada model VMCI *vendor* menjadi pembuat keputusan kapan dan berapa jumlah yang harus dikirimkan ke *retail*, sedangkan untuk tiap *retail* memberikan update informasi level persediaan dan permintaan dari konsumen sesuai dengan konsep VMI, sehingga biaya pesan retail yang semula oleh *vendor*. *Vendor* mengelola persediaan pada sistem, yaitu pada persediaan *vendor* sendiri dan secara periodik dengan *leadtime* pemesanan diasumsikan nol, sehingga biaya pengadaan produk untuk *retail* ditanggung oleh *vendor*. *Vendor* akan mengirimkan produknya ke *retail* dan *vendor* ditanggung sepenuhnya oleh *retail*, pada konsep VMCI ini biaya pesan terbagi menjadi dua. *Retail* hanya menanggung biaya proses penerimaan pesanan saja, sedangkan biaya proses penyiapan pesanan ditanggung oleh *vendor*. Kepemilikan persediaan retail ke-*j* pada konsep VMCI sama dengan konsep persediaan *consignment*, sehingga *vendor* menanggung biaya *opportunity* yang semula ditanggung oleh *vendor*.

Pada penelitian ini, peneliti akan membandingkan model yang akan dikembangkan yaitu model persediaan *consignment* dengan model VMCI dimana permintaan pada retail ke-*j* yang bersifat probabilistik dan variasi permintaan diketahui oleh *vendor*. *Vendor* mengelola persediaan pada sistem, yaitu pada persediaan *vendor* sendiri dan *retail* secara periodik dengan *leadtime* pemesanan diasumsikan nol, sehingga biaya pengadaan produk untuk retail ditanggung oleh *vendor*. *Vendor* akan mengirimkan produknya ke *retail* dan *vendor* akan menerima pembayaran atas produk tersebut hanya ketika produk tersebut terjual atau telah digunakan oleh *retail*, sehingga *vendor* menjadi pemilik persediaan produk yang ada di *retail* sampai dengan produk tersebut terjual atau digunakan, sehingga *opportunity cost* yang terjadi di persediaan *retail* ditanggung *vendor*. Dalam sistem ini, *vendor* dan *retail* akan menanggung biaya *lost sales* jika terjadi kekurangan persediaan pada periode tersebut. Biaya penyimpanan produk pada *retail* dianggap lebih mahal daripada biaya penyimpanan produk pada *vendor*.



Gambar 1. Karakteristik Sistem

**Notasi**

Pada bagian berikut akan didefinisikan indeks, parameter dan variabel keputusan dari model yang akan digunakan.

**Indeks Model**

$j$  Retail ( $j=1,2,3,\dots,m$ )

**Parameter**

- $m$  Jumlah retail,
- $D_j$  Rata-rata permintaan tahunan retail  $j$ ,
- $D$  Rata-rata permintaan *vendor*  
 $(D = \sum_{j=1}^m D_j)$
- $L_j$  Biaya *lost sales* pada retail  $j$ ,
- $L_v$  Biaya *lost sales* pada *vendor* karena terjadi *lost sales* di retail  $j$ ,
- $a_v$  Biaya pesan *vendor*,
- $a_j$  Biaya pesan retail  $j$ , yang terdiri dari  $a_o$ , yaitu biaya penerbitan pesan dan  $a_s$ , yaitu biaya pengiriman dari *vendor* ke retail  $j$ ,
- $h_v$  Biaya simpan *vendor*,
- $h_j$  Biaya simpan retail  $j$ , yang terdiri dari  $h_s$ , yaitu biaya *storage* yang dikeluarkan untuk proses pemindahan, penyimpanan, asuransi dan lain-lain,  $h_o$ , yaitu biaya *opportunity* yang terjadi ketika modal dikeluarkan untuk mengadakan sebuah produk.
- $Q$  *Vendor order quantity*,
- $q_j$  Jumlah unit yang dikirim ke retail  $j$ ,

T	Waktu siklus <i>vendor</i> ,
$T_j$	Waktu siklus retail j,
$T_R$	<i>Common</i> waktu siklus retail,
$I_j$	Persediaan rata-rata pada retail j,
$SS_j$	Safety Stock pada retail j,
$Z_j$	Faktor pengaman retail j
n	Jumlah frekuensi pengiriman dari <i>vendor</i> ke retail persiklus (T),
$ES_j$	Ekspektasi jumlah <i>lost sales</i> pada retail j,
$\sigma_j$	standar deviasi permintaan retail j,
$f(.)$	<i>Probability density function</i> dari distribusi normal standar,
$F(.)$	<i>Cumulative distribution function</i> dari distribusi normal standar,
$TC_v$	Total biaya untuk <i>vendor</i> ,
$TC_j$	Total biaya untuk retailer j,
$TC_R$	Total biaya untuk semua retail ( $TC_R = \sum_{j=1}^m TC_j$ ),
TC	Total biaya untuk sistem.

### Variabel Keputusan Model

Variabel keputusan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua, yaitu:

#### Variabel Keputusan Model Persediaan *Consignment*

$q_j^*$	Jumlah item yang dikirimkan dari <i>vendor</i> ke retail
$n_j^*$	Jumlah pengiriman ke retail untuk setiap periode $T_j$ <i>vendor</i>

#### Variabel Keputusan Model VMCI

$q_1^*$	Jumlah item yang dikirimkan dari <i>vendor</i> ke retail 1 (retail 1 merupakan retail yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai q optimal dengan ketentuan mempunyai nilai rasio tertinggi)
$n^*$	Jumlah pengiriman ke retail untuk setiap periode T

### Asumsi Model

Asumsi yang digunakan dalam model ini adalah situasi permintaan probabilistik di retail selama jangka waktu tertentu (tahun) dimana rata-rata permintaan ( $D_j$ ) dan standar deviasi ( $\sigma_j$ ) yang diketahui oleh *vendor*. Biaya simpan pada retail diasumsikan lebih mahal daripada biaya simpan pada *vendor*. Semua parameter biaya yang terkait diketahui dan tetap. Variabel keputusan  $n_j$  merupakan bilangan integer positif. Pada model *Vendor Managed Consignment Inventory (VMCI)* ini modifikasi model dasar dilakukan terhadap model Darwish *et al.* (2010) karena disesuaikan dengan model dasar dari Gumuz *et al.* (2008) mengenai penggolongan biaya simpan di retail. Biaya simpan retail tersebut dibagi menjadi dua jenis biaya yaitu, biaya simpan dibagi menjadi dua yaitu, biaya *opportunity* ( $h_o$ ) dan biaya *storage* ( $h_s$ ). Selain itu, biaya pesan dibagi menjadi dua yaitu, biaya penerbitan pesan ( $a_o$ ) dan biaya proses pengadaan persediaan ( $a_j - a_o_j$ ). Pada model ini, *vendor* mengirimkan sebanyak Q pada m retail dimana retail j menerima pengiriman produk sejumlah  $q_j$  dari *vendor* dengan frekuensi pengiriman sebanyak n kali dengan waktu siklus tiap *retail* sama, yaitu yaitu  $T_1 = T_2 = \dots = T_i = q_i/D_i$ . *Vendor* mengirimkan sejumlah ukuran Q untuk m retail dimana retail j menerima n pengiriman untuk setiap ukuran  $q_j$ . Hubungan antara pengiriman terhadap retail i dan retail j diterjemahkan dalam rumusan berikut :

$$q_j = \frac{D_j}{D_i} q_i \quad (1)$$

$q = \sum_{j=1}^m q_j$ , sehingga  $q = \frac{D}{D_1} q_1$  dimana  $q_1$  adalah  $q$  yang dikirimkan untuk retail 1.  $D = \sum_{j=1}^m D_j$ ,  $D$  adalah total permintaan dari semua retail dan jumlah pesan vendor selama  $T$  adalah  $Q=nq$  atau  $Q = \frac{D}{D_1} nq_1$ .

Penentuan retail 1 diperoleh melalui perankingan dari probabilitas terjadinya *lost sales*. Probabilitas terjadinya *lost sales* tertinggi dijadikan sebagai retail masing-masing retail. Rumus dari penentuan probabilitas *lost sales* mengacu pada Tersine (1994), Chopra *et al.* (2001) dan Silver T P (1985) yang menyatakan bahwa probabilitas *lost sales = customer service level*. Penentuan besar probabilitas terjadinya *lost sales* adalah sebagai berikut:

$$F_s(Z) = 1 - \frac{hs_j+h_o}{hs_j+h_o+\frac{D_1L_j}{nq_1}+\frac{D_1L_v}{nq_1}} \quad (2)$$

$$\text{Probabilitas Lost Sales} = 1 - F_s(Z). \quad (3)$$

### Pengembangan Model

Fungsi objektif dari model ini adalah meminimasi total biaya *supply chain* yang terdiri atas total biaya semua retail dijumlahkan dengan total biaya vendor.

### Biaya Retail

Total biaya untuk retail terdiri dari biaya proses penerimaan pemesanan, biaya *storage* dan biaya *lost sales*. Penurunan rumus untuk mencari ekspektasi jumlah *lost sales* mengikuti model yang sudah ada pada Chopra dan Meindl (2001). Total biaya retail tersebut bisa dirumuskan seperti berikut:

#### a. Biaya Proses Penerimaan Pesan (BPPP)

$$BPPP = \frac{D_1}{q_1} \sum_{j=1}^m a_j \quad (4)$$

### Biaya Storage

$$\text{Biaya Storage} = \frac{q_1}{2D_1} \sum_{j=1}^m hs_j D_j + \sum_{j=1}^m hs_j SS_j + \sum_{j=1}^m hs_j ES_j \quad (5)$$

$$\text{Dimana Safety Stock} = Z_j \sigma_j \sqrt{\frac{q_1}{D_1}} \quad (6)$$

$$ES_j = \sigma_j \sqrt{\frac{q_1}{D_1}} \Psi_j(Z_j) \quad (7)$$

Penentuan rumus Ekspektasi Shortage berdasarkan penurunan rumus yang dilakukan oleh Chopra *et al.* (2001) dan Tersine (1994).

### Biaya *lost sales*

$$\text{Biaya Lost sales} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{D_1}{q_1}} \sum_{j=1}^m L_j \sigma_j \Psi_j(Z_j) \quad (8)$$

### Biaya Pesan vendor

$$\text{Biaya Pesan} = a_v \frac{D_1}{nq_1} \quad (9)$$

#### a. Biaya Simpan vendor

$$\text{Biaya Simpan} = 1/2 h_v \frac{(n-1)q_1 D}{D_1} \tag{10}$$

**b. Biaya Opportunity**

$$\text{Biaya opportunity} = \frac{q_1}{2D_1} \sum_{j=1}^m h o_j D_j + \sum_{j=1}^m h o_j S S_j + \sum_{j=1}^m h o_j E S_j \tag{11}$$

Dimana SS<sub>j</sub> dan ES<sub>j</sub> menggunakan persamaan 6 dan 7.

**c. Biaya lost sales**

Biaya Lost sales

$$= \frac{1}{n} \sqrt{\frac{D_1}{q_1}} \sum_{j=1}^m L_v \sigma_j \Psi_j(Z_j) \tag{12}$$

**Total Biaya Sistem**

$$TC(q_1, n) = TC_v + TC_j \tag{13}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Variabel Keputusan q<sub>j</sub>\***

Untuk melakukan pembuktian nilai q<sub>j</sub>\* dilakukan penurunan persamaan total biaya secara parsial terhadap q<sub>j</sub>\*. Nilai q<sub>j</sub>\* dapat ditunjukkan secara eksplisit pada persamaan berikut:

$$q_1^* = \sqrt{\frac{\frac{\sqrt{D_1} D_1 (\sum_{j=1}^m a_j D_j + \sum_{j=1}^m a_j D_j + a)}{\sqrt{D_1} \frac{D_1 h_v (n-1)}{2} + b + c + d}}{\sqrt{D_1} \frac{D_1 h_v (n-1)}{2} + b + c + d}} \tag{14}$$

Dimana:

$$a = \frac{\frac{D_1 \sum_{j=1}^m L_j \Psi_j(Z_j) \sigma_j}{2} + \frac{D_1 \sum_{j=1}^m L_v \Psi_j(Z_j) \sigma_j}{2} + \sqrt{\frac{D_1}{q_1}} a_v D_1}{\sqrt{\frac{D_1}{q_1}} n} \tag{15}$$

$$b = \sqrt{\frac{q_1}{D_1}} \left( \frac{\sum_{j=1}^m D_j h s_j + \sum_{j=1}^m D_j h_o}{2} \right)$$

$$c = \frac{\sum_{j=1}^m h s_j Z_j \sigma_j}{2} + \frac{\sum_{j=1}^m h s_j \sigma_j \Psi_j(Z_j)}{2}$$

$$d = \frac{\sum_{j=1}^m h o_j Z_j \sigma_j}{2} + \frac{\sum_{j=1}^m h o_j \sigma_j \Psi_j(Z_j)}{2}$$

**Variabel keputusan n**

Persamaan 12 diselesaikan dengan melakukan iterasi mulai dari n=1 sampai dengan n=i dimana nilai n adalah integer dan total biaya sistem untuk n=i+1 lebih besar dibandingkan dengan n=i. Pengasumsian nilai n ini dikarenakan nilai n tidak dapat ditentukan dengan menggunakan rumusan bila variabel lainnya belum diketahui, sehingga pengasumsian nilai n dilakukan untuk menentukan nilai n yang optimal.

**Algoritma Pencarian Solusi Model**

Pencarian solusi terhadap nilai q<sub>1</sub>\* dan n\* yang dapat meminimumkan total biaya supply chain dapat dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma. Algoritma baru yang dikembangkan untuk menyelesaikan model penelitian ini dirumuskan seperti berikut: Urutkan retail berdasarkan nilai Probabilitas terjadinya *lost sales* (*customer*

service level) diperoleh dengan melakukan turunan secara parsial fungsi total biaya sistem terhadap variabel Z. Proses penurunan variabel Z mengacu terhadap proses penurunan yang telah dilakukan oleh Silver T P (1985). Probabilitas terjadinya *lost sales* dinotasikan dengan  $1-F_s(Z)$ . Penurunan fungsi total biaya terhadap k terhadap adalah sebagai berikut :

$$F_s(Z) = 1 - \frac{hs_j + h_o}{hs_j + h_o + \frac{D_1 L_1}{nq_1} + \frac{D_1 L_2}{nq_1}}$$

Probabilitas Lost Sales =  $1 - F_s(Z)$ .

Urutan retail berdasarkan

$$(1 - F_s(Z_1)) > (1 - F_s(Z_2)) > \dots >$$

$$(1 - F_s(Z_n))$$

Tetapkan nilai awal  $n = i = 1$  dengan menganggap bahwa  $TC_{n-1} = \sim$ . Hitung nilai  $q_1$  menggunakan Persamaan 12. Hitung total biaya sistem  $TC(q_1)$ . Jika:  $TC(n^*, q_1^*)_n < TC(n^*, q_1^*)_{n-1}$ , lanjut ke langkah 5 dan jika tidak lanjut ke langkah 6. Tentukan n baru yaitu  $n=i+1$ , kemudian ulangi langkah 3 sampai 4. Tetapkan  $TC(n^*, q_1^*)_{n=i}$  sebagai  $TC(n^*, q_1^*)$  sehingga didapatkan  $n^*$  dan  $q_1^*$  sebagai solusi dari variabel keputusan yang optimal, kemudian hitung nilai q untuk masing-masing retail berdasarkan nilai  $q_1^*$  yang telah didapat menggunakan persamaan.

**Percobaan Numerik**

**Parameter Input**

Dalam menguji model matematis yang diusulkan dibutuhkan beberapa parameter input mengacu pada parameter input yang digunakan oleh Darwish *et al.* (2010) untuk permasalahan VMI dengan *vendor* tunggal multi retail dengan menambahkan parameter standar deviasi ( $\sigma$ ) dan *service level* (S) serta pembagian biaya penyimpanan retail menjadi dua, yaitu biaya *storage* dan biaya *opportunity* serta pembagian biaya pesan retail menjadi dua, yaitu biaya penerbitan pesan dan biaya pengiriman dimana proporsi pembagian didasarkan pada pembagian yang telah dilakukan oleh Gumuz *et al.* (2008) yaitu proporsi biaya *storage* sebesar 40% dari biaya simpan dan untuk biaya *opportunity* sebesar 60% dari biaya simpan serta proporsi biaya penerbitan pesan 10% dari biaya pesan dan proporsi biaya pengiriman 90% dari biaya pesan. Parameter yang ada untuk masing-masing retail meliputi biaya pemesanan( $a_j$ ), biaya *storage*( $h_s$ ), biaya *opportunity* ( $h_o$ ), biaya *lost sales* ( $L_j$ ), rata-rata permintaan ( $D_j$ ) dan standar deviasi permintaan ( $\sigma_j$ ) dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Parameter input untuk masing masing retail

<b>Retail</b>	<b>D<sub>j</sub></b> (Unit /Tahun)	<b>a<sub>j</sub></b> (\$/Pesan)	<b>ao<sub>j</sub></b> (\$/pesan)	<b>hs<sub>j</sub></b> (\$/unit /tahun)	<b>ho<sub>j</sub></b> (\$/unit /tahun)	<b>σ<sub>j</sub></b> (unit)	<b>SL<sub>j</sub></b> (%)	<b>L<sub>j</sub></b> (\$/unit)
1	2300	54	6	3	4,5	30	95	4,61
2	1200	31,5	3,5	3,4	5,1	20	95	5,23
3	3000	40,5	4,5	2,8	4,2	50	95	4,3
4	1800	27	3	3,2	4,8	25	95	4,9
5	800	22,5	2,5	3,6	5,4	14	95	5,53



Sedangkan parameter pada vendor meliputi biaya pemesanan vendor ( $a_v$ ), biaya penyimpanan ( $h_v$ ) dan biaya *lost sales* ( $L_v$ ) yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Parameter input pada vendor

Parameter	Nilai
Biaya Pemesanan ( $a_v$ )	\$300/pesan
Biaya Penyimpanan ( $h_v$ )	\$0,75/unit/tahun
Biaya <i>Lost sales</i> ( $L_v$ )	\$7/unit

Parameter tambahan meliputi pendefinisian 250 hari dalam 1 tahun.

### Solusi Model

Hasil pencarian solusi penyelesaian model persediaan *retailer managed consignment inventory* adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perangkingan Untuk Masing-Masing Retail

Retail	$1-F_s(Z)$	Ranking
1	0,04648	4
2	0,04985	2
3	0,04465	5
4	0,04822	3
5	0,05141	1

Retail yang mempunyai nilai probabilitas terjadinya *lost sales* terbesar ditetapkan sebagai retail 1 yang selanjutnya digunakan sebagai acuan penentuan  $q_1$ . Dari tabel diatas didapatkan bahwa retail 5 mempunyai nilai probabilitas terjadinya *lost sales* terbesar, sehingga retail 5 ditetapkan sebagai retail 1.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Total Biaya Untuk  $n = 1$  Sampai Dengan  $n = 10$

n	$q_1$ (unit)	T (hari)	Total Biaya (\$)		
			Retail	Vendor	Sistem
1	92	29	3430,39	5633,64	9064,03
2	73	46	3434,56	4456,82	7891,39
3	65	61	3526,02	4073,91	7599,93
<b>4</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>3606,52</b>	<b>3927,25</b>	<b>7533,77</b>
5	56	88	3694,49	3871,96	7566,46
6	53	99	3777,00	3871,13	7648,14
7	51	112	3841,07	3915,41	7756,48
8	49	123	3913,84	3966,33	7880,17
9	47	132	3996,30	4016,59	8012,89
10	46	144	4041,21	4110,24	8151,46

Dari hasil percobaan numerik didapatkan total biaya minimumnya sama dengan \$7533,77. Total biaya supply chain tersebut terjadi pada saat retail melakukan pemesanan 4 kali tiap siklus dengan jumlah pengiriman sama dengan 60 unit.

Setelah didapatkan nilai  $q_1$  maka  $q_j$  untuk masing-masing retail ditentukan berdasarkan nilai  $q_1^*$  yang telah didapat menggunakan persamaan  $q_j = \frac{D_j}{n_j} q_1$ . Hasil perhitungan tersebut terangkum dalam tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Perhitungan  $q_j$

Ranking	Retail	Permintaan/tahun (unit)	n	$q_j$ (unit)
1	5	800	4	60
2	2	1200	4	90
3	4	1800	4	135
4	1	2300	4	173
5	3	3000	4	225

## PENUTUP

Kenaikan biaya pemesanan retail mengakibatkan peningkatan total biaya sistem yang disebabkan karena peningkatan biaya persediaan pada retail. Peningkatan biaya persediaan dipicu oleh kenaikan total pemesanan dan total biaya penyimpanan, total biaya pemesanan naik lebih disebabkan oleh kenaikan biaya pemesanannya, sedang total biaya persediaan naik karena siklus pemesanan semakin lama sehingga jumlah persediaan produknya semakin banyak.

Kenaikan biaya penyimpanan retail akan meningkatkan biaya total yang berasal dari meningkatnya total biaya pada retail. Kenaikan total biaya retail selain diakibatkan biaya penyimpanan yang semakin mahal juga diakibatkan semakin pendeknya siklus pemesanan yang dilakukan dilihat dari frekuensi pengiriman yang menurun, sedang total biaya vendor naik akibat siklus pemesanan yang dilakukan semakin sering oleh retail sehingga vendor juga sering melakukan pengadaan persediaan seiring dengan siklus permintaan retail.

Peningkatan *service level* sistem mengakibatkan kenaikan total biaya supply chain secara keseluruhan baik itu total biaya retail ataupun total biaya vendor. Peningkatan standar deviasi permintaan mengakibatkan kenaikan total biaya sistem secara keseluruhan baik itu total biaya retail ataupun total biaya vendor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achabal, D.D., Mcintyre, S.H., Smith, S.A., Kalyanam, K. 2000. A Decision Support System For Vendor Managed Inventory. *Journal of Retailing*. Vol. 76, No.4, Hal. 430-454.
- Anshori. 2010. Model Koordinasi Pemanufaktur Tunggal-Multi Pembeli Dengan Permintaan Probabilistik. (Thesis).
- Braglia, M., Zavanella, L. 2003. Modelling an Industrial Strategy For Inventory Management In Supply Chains: The ‘Consignment Stock’ Case. *International Journal of Production Research*. Vol. 41, 3793-3808.
- Cetinkaya, S., Lee, C.Y. 2000. Stock Replenishment And Shipment Scheduling For Vendor Managed Inventory Systems. *Management Science*. Vol. 46, No. 2, Hal. 217-232.
- Choi, K., Dai, J.D., Song, J. 2004. On Measuring Supplier Performance Under Vendor-Managed-Inventory Programs In Capacitated Supply Chains. *Manufacturing and Service Operations Management*. Vol. 6, No.1, Hal. 53-72.

- Chopra, S., Meindl, P. 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. New Jersey: Prentice Hall,.
- Darwish M.A., Odah O.M. 2010. Vendor Managed Inventory Model for Single-Vendor Multiple-Retailer Supply Chain. *European Journal of Operational Research*. Vol. 204, Hal. 473-484.
- Dong, Y., Xu, K. 2002. A Supply Chain Model of Vendor Managed Inventory. *Transportation Research*. 38, 75-95.
- Fry, M.J., Kapuscinski, R., Olsen, T.L. 2001 Production And Delivery Under A (Z, Z)-Type Vendor-Managed Inventory Contract. *Manufacturing and Service Operations Management*. Vol. 3, No.2, Hal. 151-173.
- Gumus, M., Jewkes, E.M, Bookbinder, J.H. 2008. Impact of Consignment Inventory and Vendor Managed Inventory for a Two-Party Supply Chain, *International Journal of Production Economics*, Vol. 113, 502-517.
- Jaber, M.Y., Goyal, S.K. 2008. Coordinating Three-Level Supply Chain With Multiple Suppliers, A Vendor and Multiple Buyers. *International Journal of Production Economics*, Vol. 116, Hal. 95-103.
- Jauhari, W.H. 2007 Model Penentuan Lot Gabungan Pemasok-Pembeli Dengan Permintaan Probabilistik. (Thesis).
- Piplani, R., Viswanathan, S. 2000. Coordinating Supply Chain Inventories Through Common Replenishment Epochs. *European Journal of Operational Research*, Vol.129, Hal. 277-286.
- Ravindran, A., Ragsdell, K.M., Reklaitis, G.V. 2006. *Engineering Optimization Methods and Application*. John Willey & Sons, New Jersey.
- Ru, J., Wang, Y. 2009. Consignment Contracting: Who Should Control Inventory In The Supply Chain?. *European Journal of Operational Research*. Vol. 201, Hal. 760-769.
- Silver, E.A., Peterson, R. 1985. *Decision Systems For Inventory Management and Production Planning*. New York: John Willey & Sons.
- Silver, E.A., David, F., Peterson, R. 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Willey & Sons.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E. 2000. *Designing and Managing The Supply Chains Concepts, Strategies and Case Studies*. McGraw-Hill, Int. Edition.
- Tersine., Richard, J. 1994. *Principles of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Tyan, J., Wee, HM. 2003. Vendor Managed Inventory: A Survey of The Taiwanese Grocery Industry. *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 9, Hal. 11-18.
- Valentini, G., Zavanella, L. 2003. The Consignment Stock of Inventories: Industrial Case and Performance Analysis. *International Journal of Production Economics*, 81-82, Hal. 215-224.
- Yao, Y., Evers, P., Dresner, M. 2005. Supply Chain Integration In Vendor-Managed Inventory. *Decision Support System*, Vol. 43, Hal. 663-674.
- Zavanella, L., Zanoni, S. 2008. A One-Vendor Multi-Buyer Integrated Production-Inventory Model: The ‘Consignment Stock’ Case. *International Journal of Production Economics*, Vol. 118, Hal. 225-232.