

Model Sistem Persediaan Probabilistik Multi Item pada Pendistribusian Multi Eselon Dengan Potongan Harga

Hendro Prassetiyo, Fifi Herni M, Citra Dewi

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, ITENAS, Bandung
Jl. P.H.H Mustofa No 23 Bandung
Telepon (022) 7272215 ekst 137
E-mail : hprassetiyo@itenas.ac.id, hprassetiyo@yahoo.com

Abstrak

Persediaan dalam suatu unit usaha merupakan hal yang sulit dihindari mengingat fluktuasi permintaan yang tidak tetap. Sering kali, persediaan dianggap sebagai pemborosan karena menyebabkan kenaikan pelayanan terhadap persediaan itu sendiri. Di sisi lain, persediaan juga dianggap sebagai aset karena dapat menjamin kelancaran pemenuhan permintaan konsumen. Pada sistem persediaan dimana pembelian item bahan baku berasal dari supplier yang sama, perusahaan dapat melakukan pemesanan gabungan untuk meminimisasi biaya pengadaan. Selain itu, perusahaan dapat memanfaatkan potongan harga yang diberikan pihak supplier untuk pembelian dalam kuantitas tertentu. Dalam hal pendistribusian, pemenuhan permintaan produk hingga sampai ke tangan konsumen memerlukan proses distribusi yang cukup panjang. Proses pengalokasian produk tersebut dapat dibagi kedalam beberapa tahap yang disebut distribusi multi eselon. Masing-masing fasilitas di setiap eselon memiliki karakteristik yang berbeda yang dipengaruhi tipe permintaan pada fasilitas tersebut yang akan mempengaruhi keputusan dalam sistem persediaan. Dengan adanya kondisi tersebut, maka diperlukan pengembangan model persediaan multi item single supplier pada pendistribusian dua eselon dengan mempertimbangkan potongan harga untuk menghasilkan kuantitas pembelian yang optimal dengan kriteria meminimumkan total ongkos persediaan.

Kata Kunci : persediaan, multi item, multi eselon, single supplier, potongan harga

1. Pendahuluan

Salah satu tingkat performansi dari kegiatan produksi adalah tingkat pelayanan terhadap konsumen. Hal ini dapat dilihat dari ketepatan jumlah persediaan produk saat dibutuhkan. Jika jumlah persediaan yang disediakan dalam pemenuhan kebutuhan konsumen terlalu besar, maka investasi akan sia-sia dan dapat menyebabkan kerusakan terhadap barang akibat dari penyimpanan yang terlalu lama. Namun, jika persediaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen, maka akan terjadi *lost sales* yang berakibat pada kerugian bagi perusahaan (Tersine, 1994). Selain itu, kepercayaan konsumen akan menurun akibat dari ketidakpuasan konsumen.

Pada umumnya, perusahaan tidak hanya mengelola satu jenis produk, melainkan banyak produk. Persediaan produk-produk tersebut dapat dikelola apabila masing-masingnya saling bebas dan tidak ada ketergantungan apapun. Namun, jika ada ketergantungan seperti beberapa produk diperoleh dari *supplier* yang sama, maka pengelolaan persediaan tersebut dapat dilakukan secara bersamaan. Dengan demikian pemesanan terhadap produk-produk tersebut dapat dilakukan secara bersamaan sehingga dapat meminimasi ongkos pesan produk. Maulana (2011) mengembangkan model sistem persediaan dengan kondisi tersebut dimana pemesanan beberapa item dilakukan terhadap satu *supplier* secara bersamaan (*joint order*). Selain itu, perusahaan dapat memanfaatkan potongan harga yang diberikan oleh pihak *supplier* untuk pembelian pada tingkat kuantitas tertentu. Dengan demikian, perusahaan memperoleh keuntungan karena mendapatkan harga satuan yang lebih rendah dari biasanya. Ristono (2009) membahas model persediaan deterministik dengan potongan harga. Terdapat dua jenis potongan harga yang dikarenakan kuantitas pesanan yang ditawarkan, yaitu potongan *all-units discount* dan potongan *incremental*. Dalam pemanfaatan potongan harga tersebut, dibutuhkan perhitungan yang tepat sehingga kuantitas pesanan yang dilakukan dapat optimal untuk memenuhi permintaan konsumen.

Dalam proses pemenuhan permintaan produk tersebut hingga sampai ke tangan konsumen, dibutuhkan proses distribusi yang panjang. Proses pengalokasian untuk bahan baku maupun produk jadi melalui proses yang panjang tersebut dapat dibagi ke dalam beberapa tahap distribusi yang dikenal dengan distribusi *multi echelon* (Snyder, 2008). Permasalahan distribusi *multi echelon* berhubungan dengan sejumlah fasilitas yang mengalokasikan produk dari fasilitas *single server* menjadi beberapa fasilitas di eselon *warehouse* atau *supplier* hingga ke fasilitas *single end*.

Fasilitas pengalokasian tersebut dapat dibagi menjadi dua eselon atau lebih. Wulansari (2008) mengembangkan model pengendalian persediaan dua eselon multi komponen *dependent* berdasarkan penjadwalan pengganti dengan kriteria minimasi total ongkos persediaan. Makalah ini akan membahas model sistem persediaan *multi item* pada pendistribusian dua eselon dengan mempertimbangkan *incremental discount* dengan kriteria meminimisasi total ongkos persediaan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini mengembangkan model persediaan multi eselon untuk meminimisasi total ongkos persediaan dengan mempertimbangkan *quantity discount* yang diberikan oleh pihak *supplier*.

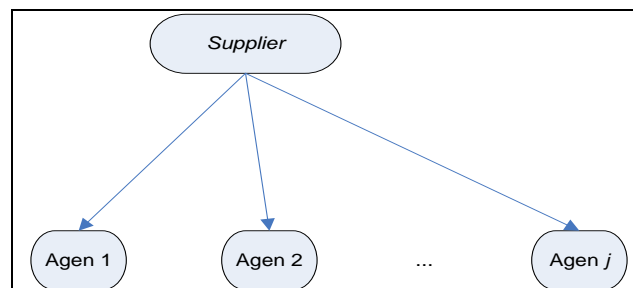
2.1 Multi Item Discount

Suatu unit usaha sering dijumpai tidak hanya mengelola satu jenis barang, tetapi banyak barang yang harus dikelola (Bahagia, 2006). Bila antara satu item barang dengan item barang lain saling bebas dan tidak ada ketergantungan apapun, maka dapat diberlakukan metode pengelolaan untuk item per item. Bila terdapat suatu ketergantungan, maka metode pengelolaan untuk item per item tidak sepenuhnya dapat diberlakukan. Salah satu bentuk ketergantungan adalah kesamaan sumber untuk mendapatkan barang (*supplier*), sehingga pada saat melakukan pembelian barang ke *supplier* tersebut dapat dilakukan pemesanan untuk sekumpulan item barang secara bersamaan. Item-item tersebut dinotasikan dengan i ($i = 1, 2, \dots$). Selain itu, adanya potongan harga yang diberikan pihak *supplier* untuk kuantitas pembelian tertentu dapat meminimisasi ongkos pembelian.

Jenis potongan harga yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis potongan harga *incremental*. Potongan harga tersebut dapat mengakibatkan berbagai harga per satuan bagi satu item tertentu didalam paket pemesanan yang sama. Jumlah dimana perubahan harga dapat terjadi dinamakan *price break* pergantian harga untuk jumlah tertentu dari satu item pesanan.

2.2 Multi Eselon

Multi echelon inventory (sistem inventori berjenjang) terdiri atas beberapa gudang dan fasilitas pelayanan, beberapa pemasok, dan beberapa pemakai dengan suatu tatanan dan mekanisme interaksi tertentu (Bahagia, 2006). Karakteristik sistem yang dibahas adalah sistem persediaan yang terdiri dari dua eselon, yaitu eselon *supplier* dan eselon agen. Pada penelitian ini dibatasi jumlah depot adalah 1 dan jumlah agen adalah j ($j = 1, 2, \dots$). Jika pengiriman produk dari *supplier* tidak dapat memenuhi permintaan pada agen, maka akan terjadi *lost sales*. Sistem persediaan dua eselon tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sistem Persediaan Dua Eselon

3. Hasil dan Perancangan

3.1 Model Multi Item Single Supplier dengan Mempertimbangkan Potongan Harga Incremental

Model total ongkos system persediaan dua eselon multi item dengan potongan harga terdiri dari ongkos pesan, ongkos beli, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan persediaan yang diuraikan sebagai berikut:

A. Ongkos pesan

Ongkos pesan diperoleh dari ongkos pesan gabungan dikalikan dengan banyaknya frekuensi pemesanan, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$O_p = A \times m \quad (1)$$

Dimana:

$$m = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Sehingga diperoleh:

$$O_p = \frac{A}{T} \quad (3)$$

Keterangan:

- O_p : Total ongkos pesan (Rp/tahun)
 m : Frekuensi pemesanan
 A : Ongkos sekali pesan gabungan (Rp/pesan)
 T : Periode pemesanan (tahun)

B. Ongkos beli

Ongkos beli diperoleh dari perkalian harga beli item per unit dengan jumlah permintaan per tahun untuk masing-masing itemnya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_b = \sum_{i=1}^n R_i \cdot D_i \quad (4)$$

Keterangan:

- O_b : Total ongkos beli (Rp/tahun)
 R_i : Harga beli item i (Rp/unit)
 D_i : Permintaan rata-rata tahunan item i (unit/tahun)

C. Ongkos simpan

Ongkos simpan diperoleh dari perkalian ongkos simpan per unit dengan penjumlahan antara besarnya lot pemesanan dan *safety stock* untuk masing-masing item yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_s = \sum_{i=1}^n H_i \left(\frac{D_i T}{2} + r_i - \mu_i + \eta(r) \right) \quad (5)$$

Keterangan:

- O_s : Total ongkos simpan (Rp/tahun)
 H_i : Ongkos simpan item i per unit per satuan waktu (Rp/unit/tahun)
 D_i : Permintaan rata-rata tahunan item i (unit/tahun)
 T : Periode pemesanan (tahun)
 r_i : *Reorder point* item i (unit)
 μ_i : Permintaan dalam *lead time* item i (unit)
 $\eta(r)$: Ekspektasi kekurangan persediaan

D. Ongkos kekurangan persediaan

Total ongkos kekurangan persediaan diperoleh dari perkalian ongkos persediaan per unit per periode pemesanan dengan ekspektasi kekurangan persediaan masing-masing item yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_k = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{T} \eta(r) \quad (6)$$

Keterangan:

- O_k : Total ongkos kekurangan persediaan (Rp/tahun)
 B_i : Ongkos kekurangan persediaan item i per unit (Rp/unit)
 D_i : Permintaan rata-rata tahunan item i (unit/tahun)
 T : Periode pemesanan (tahun)
 $\eta(r)$: Ekspektasi kekurangan persediaan

Sehingga diperoleh total ongkos persediaan sebagai berikut:

$$TC = O_p + O_b + O_s + O_k$$

$$TC = \frac{A}{T} + \sum_{i=1}^n \left\{ (R_i \cdot D_i) + \left(H_i \left(\frac{D_i T}{2} + r_i - \mu_i + \eta(r) \right) \right) + \left(\frac{B_i}{T} \eta(r) \right) \right\} \quad (7)$$

Harga pembelian untuk kuantitas Q unit dengan menggunakan *incremental* diskon adalah sebagai berikut:

$$R_i = U_{ei} + P_{ei} Q_i$$

$$\frac{R_i}{Q_i} = \frac{U_{ei}}{Q_i} + P_{ei} \quad (4.8)$$

Dimana:

$$U_{ei} = \sum_{e=1}^j (W_{ei} - 1)(P_{ei-1} - P_{ei}) \quad (8)$$

Keterangan:

- U_{ie} : Unit potongan harga item i pada *price break e* (Rp)
 P_{ei} : Harga beli unit i pada *price break e* (Rp/unit)
 Q_i : Ukuran lot pemesanan item i (unit)
 W_{ei} : Ukuran lot pemesanan item i pada *price break e* (unit)
 R_i : Harga beli item i (Rp)

Dengan memperhitungkan adanya potongan harga yang diberikan oleh pihak *supplier*, maka harga pembelian untuk kuantitas Q_i dengan menggunakan potongan harga *incremental* adalah:

$$O_b = \sum_{i=1}^n R_i \cdot D_i$$

$$O_b = \sum_{i=1}^n \left(\frac{U_{ei}}{Q_i} + P_{ei} \right) \cdot D_i \quad (9)$$

Sehingga diperoleh ongkos total persediaan sebagai berikut:

$$TC = \frac{A}{T} + \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{U_{ei}}{Q_i} + P_{ei} \right) \cdot D_i + \left(H_i \left(\frac{D_i T}{2} + r_i - \mu_i + \eta(r) \right) \right) + \left(\frac{B_i}{T} \eta(r) \right) \right\} \quad (10)$$

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n U_{ei} + \sum_{i=1}^n B_i \eta(r))}{\sum_{i=1}^n (H_i D_i)}} \quad (11)$$

Sehingga diperoleh nilai *quantity* pemesanan (Q) sebagai berikut:

$$Q_i = D_i \times T$$

$$Q_i = D_i \times \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n U_{ei} + \sum_{i=1}^n B_i \eta(r))}{\sum_{i=1}^n (H_i D_i)}}$$

$$Q_i = \sqrt{\frac{2D_i (A + \sum_{i=1}^n U_{ei} + \sum_{i=1}^n B_i \eta(r))}{\sum_{i=1}^n H_i}} \quad (12)$$

3.2 Model Persediaan Multi Item Multi Eselon Dengan Potongan Harga

Kriteria performansi dari model multi item pada pendistribusian multi eselon dengan potongan harga terdiri dari ongkos yang terjadi pada agen dan *supplier*. Total ongkos pada agen terdiri dari ongkos pesan, ongkos beli, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan persediaan. Total ongkos yang terjadi pada *supplier* adalah ongkos simpan. Berikut ini adalah notasi yang digunakan pada model multi item pada pendistribusian multi eselon dengan potongan harga:

- TC : Total ongkos persediaan (Rp/Tahun)
 A_{dj} : Ongkos sekali pesan gabungan pada agen j (Rp/pesan)
 U_{ei} : Unit potongan harga item i pada *price break e* (Rp/unit)
 L_{dj} : *Lead time* agen ke *supplier* (tahun)
 D_{ij} : Permintaan rata-rata tahunan item i pada agen j (unit/tahun)
 D_{id} : Permintaan tahunan item i pada *supplier* ($D_{od} = \sum D_j$)(unit/tahun)
 Q_{ij} : Ukuran lot pemesanan item i pada agen j (unit/pesan)
 Q_{id} : Ukuran lot pemesanan item i pada *supplier* (unit/tahun)
 H_{ij} : Ongkos simpan per unit per satuan waktu pada agen j (Rp/unit/tahun)
 H_{id} : Ongkos simpan per unit per satuan waktu pada *supplier* (Rp/unit/tahun)
 B_{ij} : Ongkos kekurangan per unit untuk item i pada agen j (Rp/unit)
 N_{dj} : Frekuensi pengiriman item dari *supplier* ke agen
 r_{ij} : *Reorder point* item i pada agen j (unit)
 μ_{ij} : Permintaan dalam *lead time* item i pada agen j (unit)
 T_{dj} : Periode pemesanan gabungan agen j dari *supplier* (tahun)
 $\eta(r)$: Ekspektasi kekurangan item
 P_{ei} : Harga beli unit i pada *price break e* (Rp/unit)

Kriteria performansi pada model ini adalah ekspektasi ongkos tahunan. Ongkos tahunan tersebut terdiri dari ongkos di *supplier* dan ongkos di agen yang akan diuraikan sebagai berikut:

A. Ongkos di agen

Ongkos yang terjadi di agen adalah ongkos pesan, ongkos beli, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan persediaan. Ongkos-ongkos tersebut diuraikan sebagai berikut:

i. Ongkos pesan

Ongkos pesan diperoleh dari ongkos pesan gabungan dibagi dengan periode pemesanan untuk masing-masing agennya, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$O_p = \sum_{j=1}^m \frac{A_{dj}}{T_{dj}} \quad (13)$$

ii. Ongkos beli

Ongkos beli diperoleh dari perkalian harga beli item per unit dengan jumlah permintaan per tahun untuk masing-masing item di tiap agen dengan menggunakan *discount incremental* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_b = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{U_{ei}}{T_{dj}} + P_{ei} \cdot D_{ij} \quad (14)$$

iii. Ongkos simpan

Ongkos simpan diperoleh dari perkalian ongkos simpan per unit dengan penjumlahan antara besarnya lot pemesanan dan *safety stock* untuk masing-masing item di tiap agennya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_s = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n H_{ij} \left(\frac{D_{ij} T_{dj}}{2} + (r_{ij} - \mu_{ij} + \eta(r)) \right) \quad (15)$$

iv. Ongkos kekurangan persediaan

Total ongkos kekurangan persediaan diperoleh dari perkalian ongkos persediaan per unit per periode pemesanan dengan ekspektasi kekurangan persediaan masing-masing item di tiap agennya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$O_k = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{B_{ij}}{T_{dj}} \eta(r) \quad (16)$$

Maka TC_{agen} dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$TC_{agen} = O_p + O_b + O_s + O_k$$

$$TC_{agen} = \sum_{j=1}^m \frac{A_{dj}}{T_{dj}} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{U_{ei}}{T_{dj}} + P_{ei} \cdot D_{ij} \right) + H_{ij} \left(\frac{D_{ij} T_{dj}}{2} + (r_{ij} - \mu_{ij} + \eta(r)) \right) + \frac{B_{ij}}{T_{dj}} \eta(r) \right\} \quad (17)$$

B. Ongkos di supplier

Ongkos yang terjadi di *supplier* adalah ongkos simpan. Ongkos simpan tersebut merupakan perkalian antara ongkos simpan per unit item dengan penjumlahan permintaan dalam *lead time* di *supplier* dan *safety stock*. Dengan menggunakan konsep eselon *stock*, maka $TC_{supplier}$ dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$TC_{supplier} = H_{id} \left\{ \frac{Q_{id}}{2} + \sum_{i=1}^n (L_{dj} \cdot D_{ij} + r_{ij} - \mu_{ij} + \eta(r)) \right\} \quad (18)$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka model sistem pengendalian persediaan multi item pada pendistribusian multi eselon dengan potongan harga dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$Min TC = TC_{agen} + TC_{supplier}$$

$$= \sum_{j=1}^m \frac{A_{dj}}{T_{dj}} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{U_{ei}}{T_{dj}} + P_{ei} \cdot D_{ij} \right) + H_{ij} \left(\frac{D_{ij} T_{dj}}{2} + (r_{ij} - \mu_{ij} + \eta(r)) \right) + \frac{B_{ij}}{T_{dj}} \eta(r) \right\} + H_{id} \left\{ \frac{Q_{id}}{2} + \sum_{i=1}^n (L_{dj} \cdot D_{ij} + r_{ij} - \mu_{ij} + \eta(r)) \right\} \quad (19)$$

Pembatas:

1. $Q_{id}/D_{id} = N_{dj} \cdot Q_{ij}/D_{ij}$, untuk setiap i (20)

2. $Q_{id}, Q_{ij} \geq 0$ (21)

3. $N_{dj} \geq 1$, integer (22)

Variabel keputusan dalam model ini adalah Q_{id}^* dan Q_{ij}^* . Q_{id}^* dapat dicapai apabila $\frac{\partial TC}{\partial Q_{id}} = 0$, maka akan diperoleh Q_{id}^* sebagai berikut:

Pembatas 1 diuraikan menjadi:

$$\Rightarrow \frac{Q_{id}}{D_{id}} = N_{dj} \frac{Q_{ij}}{D_{ij}}$$

$$\Rightarrow Q_{id} = D_{id} N_{dj} \cdot T_{dj}$$

$$\Rightarrow T_{dj} = \frac{Q_{id}}{D_{id} \cdot N_{dj}}$$

Persamaan (20) dimasukkan ke persamaan (19), sehingga diperoleh:

$$Q_{id}^* = \sqrt{\frac{2(\sum_{j=1}^m A_{dj} \cdot D_{id} \cdot N_{dj} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (U_{ei} + B_{ij} \cdot \eta(r)) \cdot D_{id} \cdot N_{dj})}{H_{id} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{D_{ij} \cdot H_{ij}}{D_{id} \cdot N_{dj}}} \quad (23)$$

Q_{ij}^* diperoleh dengan mencari terlebih dahulu nilai T_{dj}^* sebagai berikut:

$$T_{dj}^* = \sqrt{\frac{2(\sum_{j=1}^m A_{dj} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n U_{ei} + B_{ij} \cdot \eta(r))}{H_{id} \cdot D_{id} \cdot N_{dj} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n D_{ij} \cdot H_{ij}}} \quad (24)$$

Sehingga diperoleh Q_{ij}^* :

$$Q_{ij}^* = T_{dj}^* \times D_{ij}$$

$$Q_{ij}^* = D_{ij} \times \sqrt{\frac{2(\sum_{j=1}^m A_{dj} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n U_{ei} + B_{ij} \cdot \eta(r))}{H_{id} \cdot D_{id} \cdot N_{dj} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n D_{ij} \cdot H_{ij}}} \quad (25)$$

Untuk Q_i di masing-masing agennya dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{ij}^* = D_{ij} \times \sqrt{\frac{2(A_{dj} + \sum_{i=1}^n U_{ei} + B_{ij} \cdot \eta(r))}{H_{id} \cdot D_{id} \cdot N_{dj} + \sum_{i=1}^n D_{ij} \cdot H_{ij}}} \quad (26)$$

N_{dj} diperoleh apabila $\partial TC / \partial N_{dj} = 0$ untuk setiap j , sehingga:

$$N_{dj} = \frac{-H_{id} D_{id} \pm \sqrt{(H_{id} D_{id})^2 - 4 \left(2(A_{dj} + U_{ei} + B_{ij} \eta(r)) \right) \left(\sum_{i=1}^n D_{ij} \cdot H_{ij} \right)}}{2 \cdot 2(A_{dj} + U_{ei} + B_{ij} \eta(r))} \quad (27)$$

3.3 Pengujian Model Multi Item Multi Eselon Dengan Potongan Harga

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian numeric Model Multi Item Multi Eselon Dengan Potongan Harga. Data yang terdapat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 11 merupakan data yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap model berdasarkan data Pengendalian Persediaan Deterministik Multi Item dengan Potongan Harga Berdasarkan Jumlah Pesanan dan Biaya Pesan Gabungan model Suharyanti (1999). Data pengujian permintaan pada masing-masing agen diperoleh dari bilangan random dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Permintaan pada Agen

Agen	Item A (unit)	Item B (unit)	Item C (unit)
Agen 1	2,092	546	734
Agen 2	1,810	572	790
Agen 3	1,777	541	742

Data Pengujian potongan harga yang diberikan oleh pihak *supplier* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Potongan Harga

Item A		Item B		Item C	
Kisaran Jumlah Pesanan (unit)	Harga (\$)	Kisaran Jumlah Pesanan (unit)	Harga (\$)	Kisaran Jumlah Pesanan (unit)	Harga (\$)
1 - 499	105	1 - 199	305	1 - 299	155
500 - 999	100	200 - 399	300	≥ 300	150
≥ 1000	97.5	≥ 400	295		

Data pengujian ongkos pesan gabungan untuk masing-masing agen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Ongkos Pesan Gabungan

	Agen 1 (\$)	Agen 2 (\$)	Agen 3 (\$)
Ongkos Pesan Gabungan (A_{dj})	7,500	7,500	7,500

Data pengujian ongkos simpan pada masing-masing agen yang digunakan merupakan estimasi 10% dari harga jual per unit per itemnya. Data ongkos simpan pada dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Ongkos Simpan Agen

Agen	Item A (\$/unit)	Item B (\$/unit)	Item C (\$/unit)
Agen 1	20.167	60	30.5
Agen 2	20.167	60	30.5
Agen 3	20.167	60	30.5

Data pengujian ongkos kekurangan persediaan pada agen yang digunakan merupakan estimasi 20% dari harga jual per unit per itemnya. Data ongkos kekurangan persediaan agen pada dapat dilihat pada dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Ongkos Kekurangan Persediaan Agen

Agen	Item A (\$/unit)	Item B (\$/unit)	Item C (\$/unit)
Agen 1	20.167	60	30.5
Agen 2	20.167	60	30.5
Agen 3	20.167	60	30.5

Data pengujian ongkos simpan pada *supplier* yang digunakan merupakan estimasi 10% dari harga jual per unit per itemnya. Data ongkos simpan *supplier* pada dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Ongkos Simpan pada *Supplier*

Ongkos Simpan	Item A (\$/unit)	Item B (\$/unit)	Item C (\$/unit)
	20.167	60	30.5

Data pengujian *lead time* pengiriman dari *supplier* ke masing-masing agen dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. *Lead Time*

Agen	<i>Ldj</i> (tahun)
1	0.083
2	0.125
3	0.100

Data pengujian permintaan pada *supplier* diperoleh dari total permintaan masing-masing item di setiap agennya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Permintaan pada *Supplier*

	Item A (unit)	Item B (unit)	Item C (unit)
Permintaan <i>Supplier</i>	5,679	1,659	2,266

Data pengujian *reorder point* berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data *Reorder Point*

Agen	Item A (unit)	Item B (unit)	Item C (unit)
Agen 1	180.309	46.458	63.163
Agen 2	158.925	52.560	67.757
Agen 3	158.637	49.214	64.142

Data pengujian jumlah kekurangan persediaan berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Data Kekurangan Persediaan

Agen	Item A (unit)	Item B (unit)	Item C (unit)
Agen 1	0.587	0.094	0.196
Agen 2	1.380	0.834	0.328
Agen 3	1.811	0.709	0.396

Berdasarkan data yang ada, nilai Q_{ij}^* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Q_{ij}^* valid

Q_{ij}^*	Item A (unit)	Item B (unit)	Item C (unit)
Agen 1	416.969	108.827	146.298
Agen 2	363.561	114.893	158.681
Agen 3	358.967	109.286	149.889

Hasil perhitungan Q_{id} untuk masing-masing item dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Q_{id}

	Q_{id} (unit)
Item A	2,524.030
Item B	791.350
Item C	1,294.268

Hasil perhitungan total ongkos pada agen dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perhitungan Total Ongkos Agen

	TC_{agen} (\$)	Total Ongkos Agen Keseluruhan (\$)
Agen 1	547,668.955	1.596.526,1
Agen 2	534,872.423	
Agen 3	513,984.739	

Hasil perhitungan total ongkos pada *supplier* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Total Ongkos *Supplier*

	$TC_{supplier}$ (\$)	Total Ongkos pada <i>Supplier</i> (\$)
Item A	35,567.215	94.014,9
Item B	32,732.681	
Item C	25,715.031	

Total ongkos system persediaan di agen dan *supplier* sebesar \$ 1.690.541,0

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian model, menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dapat menjawab persoalan pengendalian persediaan dua eselon multi komponen *dependent* berdasarkan penjadwalan pengganti dengan kriteria minimasi total ongkos persediaan. Formulasi model dilakukan kedalam dua tahapan, yaitu: Model pertama adalah model *multi item single supplier* dengan mempertimbangkan potongan harga *incremental*. Model kedua adalah formulasi model berdasarkan model pertama untuk menentukan persediaan yang dibutuhkan baik di agen maupun di *supplier*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Bahagia, N, S., 2006, *Sistem Inventory*, ITB, Bandung.
- [2] Maulana, S. F., 2011, *Sistem Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Obat dengan Batasan Anggaran di Instalasi Farmasi Rumah Sakit Umum Daerah Bandung*, Tugas Akhir, ITENAS, Bandung.
- [3] Ristono, A., 2009, *Manajemen Persediaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Snyder, L., 2008, *Multi Echelon Inventory Optimization*, Lehigh University.
- [5] Suharyanti, Y., 1999, *Pengendalian Persediaan Deterministik Multi Item dengan Potongan Harga Berdasarkan Jumlah Pesanan dan Biaya Pesan Gabungan*, Jurnal Teknologi Industri, Vol. III, No 2, hal 87-94.
- [6] Tersine, R. J., 1994, *Principles of Inventory and Material Management*, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- [7] Wulansari, 2008, *Model Pengendalian Persediaan Dua Eselon Multi Komponen Dependent Berdasarkan Penjadwalan Pengganti dengan Kriteria Minimasi Total Ongkos*, Proceeding Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI4) Universitas Tarumanegara Jakarta