MODEL KOORDINASI PEMANUFAKTUR TUNGGAL-MULTI PEMBELI DENGAN PERMINTAAN PROBABILISTIK

Moch. Anshori¹, I Nyoman Pujawan², Stefanus Eko Wiratno³

¹⁾ Jurusan Teknik Industri, STT YPM Sidoarjo

Jl. Ngelom Megare, Sepanjang Sidoarjo

Email : anshooiii@yahoo.com

^{2,3)} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus Keputih Sukolilo Surabaya, 60111

Email : pujawan@ie.its.ac.id, eko_w@ie.its.ac.id

ABSTRAK

Model-model koordinasi dalam rantai pasok sudah banyak diteliti. Model koordinasi tersebut masih banyak yang mengasumsikan bahwa permintaan bersifat deterministik dan konstan, jarang sekali yang mengembangkan model koordinasi dengan permintaan probabilistik. Pada penelitian ini akan dikembangkan model koordinasi pamanufaktur tunggal-multi pembeli dengan permintaan probabilistik. Dalam penelitian ini dikembangkan pula algoritma untuk menyelesaikan model matematis yang telah dibuat. Selain itu, pengaruh perubahan parameter terhadap perilaku model diteliti dengan analisis sensitivitas terhadap beberapa variabel keputusan seperti siklus pemesanan, banyaknya pengiriman dan total biaya persediaan. Pada penelitian ini juga membandingkan model tanpa adanya koordinasi dengan model koordinasi antara pemain di rantai pasokannya. Model ini mengkonfirmasi bahwa kebijakan koordinasi pamanufaktur tunggal-multi pembeli memberikan kinerja seluruh sistem yang lebih baik dibanding kebijakan tanpa adanya koordinasi antara pamanufaktur tunggal-multi pembeli.

Kata kunci: Persediaan, Manajemen Rantai Pasok, Permintaan Probabilistik, Koordinasi

PENDAHULUAN

Dengan datangnya era pasar bebas, tidak dapat disangkal adanya peningkatan persaingan bisnis di segala bidang usaha. Untuk dapat bertahan dan memenangkan persaingan bisnis tersebut, salah satu caranya adalah perusahaan menerapkan *Supply Chain Manajemen* (SCM) dengan baik, sehingga dapat dikatakan bahwa peningkatan persaingan bisnis tersebut menjadi salah satu pemicu munculnya manajemen rantai pasok.

Simchi-Levi et al (2000) memberikan definisi bahwa manajemen rantai pasok merupakan pendekatan untuk pengelolaan inventori dan distribusi secara terintegrasi antara pemasok, produsen, distributor dan pengecer untuk meminimasi biaya sistem secara keseluruhan. Menurut Thomas dan Griffin (1996) manajemen rantai pasok dapat dibedakan dalam tiga aspek yaitu: (1) aspek produsen dan pembeli, (2) aspek produksi dan distribusi, dan (3) aspek inventori dan distribusi yang bertujuan untuk meminimasi total biaya inventori untuk seluruh rantai pasok yang terlibat sehingga kebijakan inventori yang diperoleh bersifat optimal untuk seluruh sistem. Oleh sebab itu, penentuan ukuran lot seharusnya memperhatikan kepentingan bersama untuk meminimasi total biaya inventori gabungan dalam sistem rantai pasok. Penentuan ukuran lot yang memperhatikan kepentingan bersama dikenal dengan istilah *Joint Economic Lot Size* (JELS).

Literatur awal mengenai JELS dipublikasikan oleh Goyal (1976) dengan mencari variabel keputusan interval pemesanan pemasok-pembeli untuk meminimumkan total ongkos gabungan dalam situasi permintaan konstan dan deterministik. Goyal (1988) juga

mengembangkan model persediaan yang merelaksasi adanya asumsi *lot for lot*. Selanjutnya, penelitian-penelitian dikembangkan untuk keadaan yang berbeda seperti ukuran batch produksi pemasok merupakan kelipatan integer dari ukuran lot pemesanan (Goyal, 1998), ukuran pengiriman berbeda (Goyal, 1995), (Goyal dan Nebebe, 2000), ukuran pengiriman sama dan berbeda (Goyal, 2000). Pujawan dan Kingsman (2002) mengembangkan model persediaan pemasok-pembeli untuk suatu horison waktu yang tak terbatas. Goyal dan Gupta (1989) berpendapat bahwa penerapan JELS di SC adalah langkah awal tercapainya koordinasi di SC.

Model-model koordinasi dalam rantai pasok sudah banyak diteliti seperti (Khouja ,2003; Sarmah et al, 2006; Jaber dan Osman, 2006; Sarmah et al, 2008; Jaber dan Goyal, 2008; dan Zhou, 2009). Model koordinasi dua level SC telah dikembangkan oleh banyak peneliti seperti (Sarmah et al, 2006; Jaber dan Osman, 2006; Sarmah et al, 2008; dan Zhou, 2009), model yang dikembangkan tersebut berhasil memberikan penghematan biaya SC. Sedangkan model koordinasi pada tiga level SC telah dikembangkan oleh Khouja (2003), dan Jaber dan Goyal (2008). Khouja (2003) mengembangkan model tiga level SC untuk keadaan yang kompleks dengan multi pembeli, multi pamanufaktur dan pemasok tunggal, sedangkan Jaber dan Goyal (2008) mengembangkan model koordinasi pada tiga level SC untuk multi pemasok, pamanufaktur dan multi pembeli selain itu kedua model tersebut menghasilkan total biaya pada SC yang minimal jika koordinasi antara pemain di tiga level rantai pasok tersebut diterapkan.

Beberapa model yang telah dikembangkan banyak yang mengasumsikan bahwa permintaan bersifat deterministik dan konstan, kecuali Wakhid et al (2009) yang mengembangkan model pemasok-pembeli dengan permintaan probabilistik, selain itu juga model yang dikembangkan diatas kebanyakan hanya untuk pembeli tunggal kecuali Khouja (2003), Sarmah et al (2008), dan Jaber dan Goyal (2008). Asumsi deterministik tersebut akan membuat model persediaan yang ada sulit diaplikasikan pada kondisi riil. Penelitian ini mencoba untuk merelaksasi asumsi permintaan deterministik menjadi permintaan probabilistik.

PENGEMBANGAN MODEL

Asumsi yang digunakan dalam model ini adalah situasi permintaan probabilistik di pembeli selama jangka waktu tertentu (tahun) dimana rata-rata permintaan (μ) dan standar deviasi (σ) yang diketahui oleh pamanufaktur. Ongkos simpan pada pembeli diasumsikan lebih mahal daripada ongkos simpan pada pamanufaktur, sebagai konsekuensinya pamanufaktur akan menahan inventori sampai pembeli membutuhkan untuk pengiriman berikutnya. Untuk kebijakan *lot for lot* nilai dari $\lambda_v = 1$, biaya penyimpanan di pamanufaktur akan berkurang hingga sama dengan nol. Semua parameter biaya yang terkait diketahui dan tetap. Variabel keputusan λ_v merupakan bilangan integer positif. Profil inventori produk jadi dan bahan baku dalam sistem rantai pasok yang terdiri dari pembeli-pamanufaktur dapat dijelaskan seperti pada Gambar 1 berikut ini:

Gambar 1 Model inventori dua level rantai pasok

Notasi

Notasi yang digunakan dalam pengembangan model, adalah:

- b adalah pembeli
- v adalah pemanufaktur
- i adalah banyaknya item/komponen penyusun produk, dimana $i = 1, 2, \dots, k$
- j adalah nomor pembeli, dimana $j = 1, 2, \dots, n$
- k adalah banyaknya unit komponen penyusun produk
- μ_j adalah banyaknya permintaan produk pembeli ke- j (unit/tahun)
- σ_j adalah standar deviasi permintaan produk pembeli ke- j (unit/tahun)
- $A_{b,j}$ adalah biaya pemesanan per siklus pembeli ke- j (\$)
- A_v adalah biaya setup per siklus pemanufaktur (\$)
- $a_{v,i}$ adalah biaya pemesanan komponen ke- i , dimana $i = 1, 2, \dots, k$
- $h_{b,j}$ adalah biaya penyimpanan produk di pembeli ke- j (\$)
- h_v adalah biaya penyimpanan produk di pemanufaktur per tahun (\$/unit/tahun)
- $h_{v,i}$ adalah biaya penyimpanan komponen ke- i di pemanufaktur per tahun (\$/unit/tahun)
- S adalah biaya kekurangan (\$/unit/tahun)
- T_j adalah waktu siklus pemesanan pembeli ke- j (tahun)
- $I_{\max,j}$ adalah inventori maksimum setiap siklusnya (unit)
- $I_{TL,j}$ adalah sisa inventori setiap siklusnya (unit)
- $Q_{TL,j}$ adalah besarnya pesanan yang dilakukan pembeli- j setiap siklusnya (unit)
- $\lambda_{v,j}$ adalah jumlah pengiriman pemesanan pembeli

Total biaya di pembeli

Total biaya untuk pembeli terdiri dari biaya pemesanan produk dan biaya penyimpanan serta biaya *backorder*. Penurunan rumus untuk mencari ekspektasi jumlah *backorder* mengikuti model yang sudah ada pada Chopra dan Meindl (2001). Total biaya pembeli (TC_b) tersebut bisa dirumuskan seperti berikut:

$$TC_b = \sum C_{b,j} = \sum_{j=1}^n \left[\frac{A_{b,j}}{T_j} + h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T_j + Z_j \sigma_j \sqrt{T_j}}{2} \right] + \frac{S_j}{T_j} ES_j \right] \quad (1)$$

Dimana:

$$ES = -ss(1 - F_s(ss/\sigma)) + \sigma f_s(ss/\sigma)$$

Siklus pemesanan yang optimal pada masing-masing pembeli mengikuti model EOQ, dimana:

$$T_j^* = \sqrt{\frac{2A_{b,j}}{h_{b,j}\mu_j}} \quad (2)$$

Sedang besarnya pemesanan yang dilakukan setiap siklus T (Q_{Tl}) adalah persediaan maksimum ($I_{\max}$) dikurangi dengan persediaan pada saat T (I_{Tl}) dan ditambahkan dengan ekspektasi shortage yang terjadi (ES) dirumuskan seperti berikut ini
 $Q_{Tl} = I_{\max} - I_{Tl} + ES$ dimana $l = T, 2T, \dots, xT$, sehingga jumlah pemesanan untuk masing-masing pembeli ke-j dilakukan dengan menggunakan rumus
 $Q_{Tl,j} = I_{\max,j} - I_{Tl,j} + ES_j$ atau bisa dijabarkan seperti rumus berikut ini:

$$Q_{Tl,j} = \mu_j T_j + Z_j \sigma_j - I_{Tl,j} + ES_j \quad (3)$$

Total biaya di pamanufaktur

Total biaya yang ditanggung oleh pamanufaktur merupakan penjumlahan dari biaya setup produksi, biaya penyimpanan produk, biaya pembelian bahan baku atau komponen, dan biaya penyimpanan bahan baku atau komponen. Total biaya pamanufaktur (TC_v) dirumuskan seperti berikut ini:

$$TC_v = \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{A_v + \sum_{i=1}^k a_{v,i}}{\lambda_{v,j} T_j} + \frac{h_v + \sum_{i=1}^k h_{v,i} u_i}{2} (\lambda_{v,j} - 1) (Q_{Tl,j}) \right\} \quad (4)$$

Total Biaya Rantai Pasok

Total biaya rantai pasok (TC_{chain}) = total biaya untuk n-pembeli + total biaya pamanufaktur untuk pembeli sebanyak-n. Jika pamanufaktur dan pembeli tidak melakukan koordinasi, maka rumus yang digunakan untuk mendapatkan total biaya rantai pasok (TC_{chain}) adalah seperti rumus berikut ini:

$$TC_{chain}(\lambda_{v,j}, T_j) = \sum_{j=1}^n \left[\frac{A_{b,j}}{T_j} + h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T_j + Z_j \sigma_j \sqrt{T_j}}{2} \right] + \frac{S_j}{T_j} ES_j \right] + \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{A_v + \sum_{i=1}^k a_{v,i}}{\lambda_{v,j} T_j} + \frac{h_v + \sum_{i=1}^k h_{v,i} u_i}{2} (\lambda_{v,j} - 1) (Q_{Tl,j}) \right\} \quad (5)$$

Jika pengambilan keputusan dilakukan dengan melakukan koordinasi, maka rumus total biaya gabungan diatas bisa ditulis kembali seperti berikut ini:

$$\overline{TC}_{chain}(\lambda, T) = \sum_{j=1}^n \left[\frac{A_{b,j}}{T} + h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T + Z_j \sigma_j \sqrt{T}}{2} \right] + \frac{S_j}{T_j} ES_j \right] + \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{A_v + \sum_{i=1}^k a_{v,i}}{\lambda T} + \frac{h_v + \sum_{i=1}^k h_{v,i} u_i}{2} (\lambda - 1) (Q_{Tl,j}) \right\} \quad (6)$$

Untuk mencari siklus pemesanan yang optimal dilakukan dengan cara menurunkan pertama $\overline{TC}_{chain}(\lambda, T)$ terhadap T sama dengan nol. Pencarian siklus optimal baik itu model tanpa koordinasi ataupun dengan koordinasi selengkapny dapat dilihat pada lampiran. Siklus pemesanan optimal (T^*) dapat dirumuskan seperti berikut ini:

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum_{j=1}^n \left(\lambda A_{b,j} + A_v + \sum_{i=1}^k a_{v,i} \right)}{\lambda \left(\sum_{j=1}^n \mu_j h_{b,j} + \left(h_v + \sum_{i=1}^k h_{v,i} u_i \right) (\lambda - 1) \left(\sum_{j=1}^n \mu_j \right) \right)}} \quad (7)$$

Algoritma Pencarian Solusi Model

Pencarian solusi terhadap nilai T^* dan λ^* yang dapat meminimumkan total biaya rantai pasok dapat dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma. Algoritma yang dibuat mengacu pada ide dasar algoritma yang telah dikembangkan oleh Jaber & Goyal (2008). Algoritma baru yang dikembangkan untuk menyelesaikan model penelitian ini dirumuskan seperti berikut:

Algoritma Untuk Model Tanpa Koordinasi

Langkah-langkah untuk menyelesaikan model tanpa koordinasi dapat dirumuskan seperti berikut ini:

- 1 Setiap pembeli menentukan siklus pemesanan yang optimal dengan menggunakan rumus 2.
- 2 Nilai T_j^* digunakan untuk menghitung $I_{\max}$, *Safety Stock* dan *ekspected shortage* masing-masing pembeli.
- 3 Hitung besarnya pesanan pembeli tiap siklusnya ($Q_{Tl,j}$), dengan terlebih dahulu dicari nilai akhir persediaan ($I_{Tl,j}$) masing-masing pembeli. Nilai $Q_{Tl,j}$ dicari dengan menggunakan rumus 3.
- 4 Untuk nilai T_j^* , $I_{\max}$, dan *ekspected shortage* yang tetap digunakan untuk mencari nilai $\lambda_{v,j}$ yang optimal dengan menggunakan rumus 5. Jika $TC_v(\lambda_{v,j}^*, T_j^*) \leq TC_v(\lambda_{v,j}^* - 1, T_j^*)$ ulangi perhitungan untuk nilai $\lambda_{v,j}^* = \lambda_{v,j}^* + 1$ dan bandingkan lagi nilai TC_v , tetapi jika sebaliknya lanjutkan ke langkah 5.
- 5 Nilai $TC_v(\lambda_{v,j}^*, T_j^*)$ yang terkecil terjadi pada saat T_j^* dan $\lambda_{v,j}^*$.
- 6 Jumlahkan semua total biaya pada pembeli dan pamanufaktur untuk mendapatkan nilai $TC_{chain}(\lambda_{v,j}^*, T_j^*)$ dari rumus 5 untuk model tanpa koordinasi.

Algoritma Untuk Model Koordinasi

Sedangkan langkah-langkah penyelesaian model dengan koordinasi dapat dirumuskan seperti berikut ini:

- 1 Tetapkan $\lambda=1$ untuk mendapatkan nilai siklus pemesanan optimal (T^*) dengan menggunakan rumus 7.
- 2 Nilai T^* digunakan untuk menghitung $I_{\max}$, *Safety Stock* dan *ekspected shortage* masing-masing pembeli.
- 3 Hitung besarnya pesanan pembeli tiap siklusnya (Q_{Tl}), dengan terlebih dahulu dicari nilai akhir persediaan (I_{Tl}) masing-masing pembeli. Nilai Q_{Tl} dicari dengan menggunakan rumus 3.
- 4 Untuk nilai T^* , $I_{\max}$, dan *ekspected shortage* yang tetap, cari nilai λ yang optimal. Jika $\overline{TC}_{chain}(\lambda^*, T^*) \leq \overline{TC}_{chain}(\lambda^* - 1, T^*)$ ulangi perhitungan untuk nilai $\lambda^* = \lambda^* + 1$ dan bandingkan lagi nilai $\overline{TC}_{chain}$, tetapi jika sebaliknya lanjutkan ke langkah 5.
- 5 Nilai $\overline{TC}_{chain}(\lambda^*, T^*)$ yang terkecil terjadi pada saat T^* dan λ^* .

Kompensasi

Model kompensasi yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada model dasar yang telah dikembangkan oleh Jaber dan Goyal (2008). Kompensasi hanya diberikan pamanufaktur terhadap pembeli yang mengalami peningkatan biaya penyimpanan produk akibat melaksanakan pemesanan secara terkoordinasi. Pemberian kompensasi yang diberikan pamanufaktur ke pembeli berbentuk diskon per unit dan dirumuskan seperti berikut ini:

$$\delta_{b,j} = \frac{1}{\mu_j} \left\{ \frac{A_{b,j}}{T^*} + h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T^*}{2} + Z_j \sigma_j \sqrt{T^*} \right] + \frac{S_j}{T^*} ES_{j,T^*} - \frac{A_{b,j}}{T_j^*} - h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T_j^*}{2} + Z_j \sigma_j \sqrt{T_j^*} \right] - \frac{S_j}{T_j^*} ES_{j,T_j^*} \right\} \quad (8)$$

Setelah mendapatkan diskon dari pamanufaktur, maka biaya yang ada di pembeli menjadi:

$$\bar{C}_{b,j}(T^*) = \frac{A_{b,j}}{T^*} + h_{b,j} \left[\frac{\mu_j T^*}{2} + Z_j \sigma_j \sqrt{T^*} \right] + \frac{S_j}{T^*} ES_{j,T^*} - \delta_{b,j} \mu_j \quad (9)$$

Setelah memberikan diskon ke pembeli, maka total biaya di pamanufaktur menjadi:

$$\bar{C}_v(\lambda_v^*, T^*) = \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{A_v + \sum_{i=1}^k a_{v,i}}{\lambda_v^* T^*} + \frac{h_v + \sum_{i=1}^k h_{v,i} u_i}{2} (\lambda_v^* - 1) (Q_{r,l,j}) \right\} + \sum_{j=1}^n \mu_j \delta_{b,j} \quad (10)$$

CONTOH NUMERIK DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan tentang parameter-parameter yang digunakan dan solusi dari hasil pengembangan model.

Parameter Input

Parameter-parameter input yang digunakan dalam contoh numerik yang digunakan untuk menguji model sama dengan yang digunakan oleh Jaber & Goyal (2008), selain itu juga terdapat tambahan parameter seperti σ dan S , parameter tersebut selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel. 1 Parameter input pembeli

j	$A_{b,j}$ (\$/pesan)	$h_{b,j}$ (\$/unit)	S_j (\$/unit)	Permintaan _j			
				μ_j		σ_j	
				pertahun	perhari	pertahun	perhari
1	30	16	20	100.000	400	5.000	20
2	50	14	20	75.000	300	3.750	15
3	70	12	20	50.000	200	2.500	10

Sedang pada pamanufaktur biaya yang terlibat adalah biaya setup ($A_v = \$200/\text{setup}$), dan biaya simpan $h_v = \$10/\text{unit}$. Setiap satu unit produk membutuhkan 5 item penyusun produknya ($i=1,2,\dots,5$), untuk biaya pemesanan per item produknya adalah sama yaitu sebesar ($a_{v,i} = \$10$), sedang kebutuhan tiap-tiap item pembentuk produk (u_i) dan biaya simpan item ($h_{v,i}$) dapat dilihat dalam tabel 2 berikut:

Tabel. 2 Parameter input u_i dan $h_{v,i}$

i	u_i (unit)	$h_{v,i}$ (\$/unit)
1	11	0,208
2	5	0,416
3	5	0,250
4	3	0,624
5	1	0,833

Dalam 1 tahun terdapat 250 hari.

Solusi Hasil Pengembangan Model

Pengembangan model yang telah dilakukan adalah untuk model rantai pasok dengan adanya koordinasi antara pembeli dan pamanufaktur. Tujuan yang dicapai adalah untuk meminimasi biaya yang terjadi di rantai pasok. Oleh karena itu perlu dibandingkan antara total biaya rantai pasok pamanufaktur multi pembeli jika ada koordinasi antar pemainnya dengan tidak adanya koordinasi. Tabel 3 adalah tabel perbandingan antara model tanpa koordinasi dengan model koordinasi.

Tabel. 3 Perbandingan model tanpa koordinasi dengan model koordinasi

Pembeli	Tanpa Koordinasi				
	T^*_j (/tahun)	λ^*_j	I_{max} (unit)	C_B (\$)	C_v (\$)
1	0,004	4	433	16.920	26.650
2	0,008	2	635	14.440	21.110
3	0,012	2	629	12.150	15.890
$TC_{chain}(T^*,\lambda^*)$ (\$)	107.200				
Pembeli	Dengan Koordinasi				
	T^* (/tahun)	λ^*	I_{max} (unit)	C_B (\$)	C_v (\$)
1	0,012	1	1257	19.330	20.830
2	0,012	1	943	15.210	
3	0,012	1	629	12.150	
$TC_{chain}(T^*,\lambda^*)$ (\$)	67.510				

Dari tabel 3 diatas terlihat bahwa perbedaan antara koordinasi dengan tanpa koordinasi terlihat pada silus pemesanan masing-masing pembeli, untuk keadaan tanpa koordinasi siklus optimal untuk pembeli 1, 2 dan 3 adalah 0,004; 0,008; 0,012 tahun dengan pengiriman yang dilakukan pamanufaktur untuk pembeli 1, 2, dan 3 adalah 4, 2, 2 kali. Sedangkan jika koordinasi dilakukan siklus untuk pembeli 1, 2, dan 3 adalah sama sebesar 0,012 tahun dengan pengiriman optimalnya 1 untuk semua pembelinya. Dari tabel 3 tersebut juga terlihat bahwa terjadi penghematan total biaya rantai pasok, penghematan yang terjadi sebesar $\$107.200 - \$67.510 = \$39.690$. Penghematan paling besar terjadi pada pamanufaktur, yaitu sebesar $\$42.820$, sedangkan pada pembeli, terdapat dua pembeli di rugikan oleh adanya koordinasi, yaitu pembeli kesatu sebesar $\$19.330 - \$16.920 = \$2.410$ dan pembeli kedua sebesar $\$15.210 - \$14.440 = \$770$ sedangkan pembeli ketiga tidak mengalami kerugian ataupun diuntungkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil membuktikan bahwa model dengan koordinasi multi pembeli pamanufaktur tunggal menghasilkan total biaya rantai pasok yang lebih kecil

dibandingkan model tanpa koordinasi. Hal tersebut disebabkan karena dalam model koordinasi, pemenuhan permintaan pembeli siklus pemesanan (T^*) dan pengiriman (λ^*) dilakukan secara bersamaan untuk semua pembeli, sedang dalam model tanpa koordinasi dilaksanakan secara sendiri-sendiri sesuai dengan siklus pemesanan pembeli (T_j^*) dan pengiriman dilakukan berbeda untuk setiap pembelinya (λ_j^*).

Model persediaan yang telah dikembangkan pada penelitian ini masih dapat dikembangkan sesuai dengan karakteristik permasalahan yang berbeda. Pada model penelitian ini biaya pengiriman masih dipertimbangkan secara implisit, oleh karenanya model yang ada dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan biaya pengiriman secara eksplisit ke dalam model. Asumsi *lead time* yang bernilai nol dalam model, dapat dikembangkan menjadi *lead time* deterministik, *lead time* probabilistik dan *controllable lead time*. Asumsi bahwa model tidak mengalami kerusakan (*deteorisasi*) pada saat pengiriman atau penyimpanan dapat dipertimbangkan. Model yang ada juga dapat dikembangkan menjadi permasalahan yang lebih kompleks seperti, multi pemasok dan multi produk.

REFERENSI

- Benerjee, A. (1986) "A joint economic-lot-size model for purchaser and vendor", *Decision Sciences*, 17: 292-311
- Benerjee, A., dan Kim, S.L. (1995) "An integrated JIT inventory model", *International Journal of Operations & Production Management* 15:237-244
- Ben-Daya, M. dan Hariga, M. (2004), "Integrated single vendor single buyer model with stochastic demand and variable lead time", *International Journal of Production Economics* 92:75-80.
- Ertogral, K., Darwish, M., Ben-Daya, M. (2007), "Production and shipment lot sizing in a vendor-buyer supply chain with transportation cost", *European Journal of Operational Research* 176:1592-1606
- Goyal, S.K. (1976), "An integrated inventory model for a single supplier – single customer problem", *International Journal of Production Research* 15:107-111.
- Goyal, S.K. (1988), "A joint economic-lot-size model for purchaser and vendor: A comment", *Decision Sciences* 19: 236-241.
- Goyal, S.K., dan Gupta, Y.P. (1989), "Integrated inventory models: The buyer-vendor coordination", *European Journal of Operational Research* 41:261-269
- Goyal, S.K., dan Nebebe F., (2000), "Determination of economic production-shipment policy for single-vendor-single-buyer system", *European Journal of Operational Research* 121:175-178
- Goyal, S.K. (2000), "On improving the single-vendor single-buyer integrated production inventory model with a generalized policy", *European Journal of Operational Research* 125:429-430.
- Jaber, M.Y., Osman, I.H., (2006), "Coordinating a two-level supply chain with delay in payments and profit sharing", *Computers and Industrial Engineering* 50 (4), 385-400.

- Jaber, M.Y., Goyal, S.K. (2008), “Coordinating a three-level supply chain with multiple suppliers, a vendor and multiple buyers”, *International Journal Production Economics* 116 :95–103.
- Jauhari, W.A., Pujawan, I. N., Wiratno, E.S.,” Model Joint Economic Lot Size pada kasus Pemasok-Pembeli dengan Permintaan Probabilistik”, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No. 1, Juni 2009, pp. 1-14.
- Khouja, M., (2003), “Optimizing inventory decisions in a multi-stage multi-customer supply chain”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 39: 193–208.
- Lee, W. (2005) “A joint economic lot size model for raw material ordering, manufacturing setup, and finished goods delivering”, *Omega* 33:163-174
- Munson, C.L., Rosenblatt, M.J., 2001. “Coordinating a three-level supply chain with quantity discounts”, *IIE Transactions* 33 (5), 371–384.
- Pujawan, I. N., and Kingsman, Brian G., 2002. “Joint Optimisation and Timing Synchronisation in a Buyer Supplier Inventory System”, *International Journal of Operations and Quantitative Management*, Vol. 8, pp. 93-110.
- Rachman, A. A, dan Wiratno, E.S.,”Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Ekonomis Pemasok-Pemanufaktur-Pembeli Dengan Mengontrol Lead Time Pada Ukuran Pengiriman Sama dan Berbeda”, Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri ITS
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., dan Simchi-Levi, E. (2000) “*Designing and Managing the Supply Chain*”, McGraw-Hill Int. Ed
- Thomas, D.J., dan Griffin, P.M. (1996) “Coordinated supply chain management”, *European Journal of Operational Research* 94:1-15
- Tersine, R.J. (1994), “*Principles of inventory and material management*”, Prentice Hall Int. Ed.
- Zhou, Y.W. (2009),”Two-echelon supply chain coordination through the unified number of annual orders”, *International Journal Production Economics* 117:162–173