

Model Persediaan *Just In Time (JIT)* Terintegrasi dengan Mengakomodasi Kebijakan Material

Wakhid Ahmad Jauhari*

Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Abstract

In this paper we developed a single buyer-single manufacturer-single supplier inventory model where there are multiple deliveries for one buyer's order and the manufacturer produces in a multiple integer of deliveries quantity. We consider a lot size of raw material procurement which can be split from production batch. From numerical example we found that a value of material conversion factor and delivery frequency influences the total inventory cost. A high value of material conversion factor would make the buyer's total inventory cost increase and the manufacturer's total inventory cost decrease. High frequency of delivery would make the buyer's total inventory cost decrease and the manufacturer's total inventory cost increase.

Keywords : Buyer, Manufacturer, Supplier, Supply Chain, Material Conversion factor, delivery frequency

1. Pendahuluan

Setiap perusahaan, khususnya yang bergerak di sektor manufaktur, pasti akan terdapat material sebagai bahan baku produk dan produk jadi, yang keduanya memerlukan pengelolaan yang baik agar dapat menunjang proses produksi dan mampu meningkatkan efisiensi biaya. Dalam konteks *supply chain*, pengelolaan keduanya akan sangat terkait dengan *supplier* sebagai penyedia material bahan baku dan *buyer* sebagai pembeli dari produk jadi. Sehingga model pengelolaan persediaan yang ada harus juga mempertimbangkan kepentingan semua pihak yang terkait dalam jaringan bisnis tersebut.

Goyal (1976) merupakan peneliti yang pertama kali mengembangkan model *lot* ekonomis gabungan (*Joint Economic Lot Size*). Dari penelitian yang telah dilakukan Goyal didapatkan hasil bahwa dengan *lot* ukuran ekonomis mampu mengurangi total biaya dalam *supply chain* secara signifikan. Selanjutnya model persediaan JELS (*Joint Economic Lot Size*) yang awalnya dikembangkan oleh Goyal kemudian dikembangkan oleh beberapa peneliti. Pujawan dan Kingsman (2002) mengembangkan model persediaan terintegrasi antara *supplier* dengan pembeli. Model ini mengasumsikan bahwa pembeli menginginkan pengiriman dari produsen terjadi dalam n pengiriman untuk satu kali pemesanan yang dilakukan. Selanjutnya jumlah *batch* produksi merupakan m kali dari ukuran pengiriman. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa dengan sinkronisasi waktu produksi dan pengiriman akan dapat mengurangi total biaya *supply chain*. Sampai saat ini model persediaan yang dikembangkan Pujawan dan Kingsman (2002) belum diintegrasikan dengan pembelian material. Oleh karenanya penelitian ini mencoba mengembangkan model tersebut dengan mengintegrasikannya dengan pembelian material.

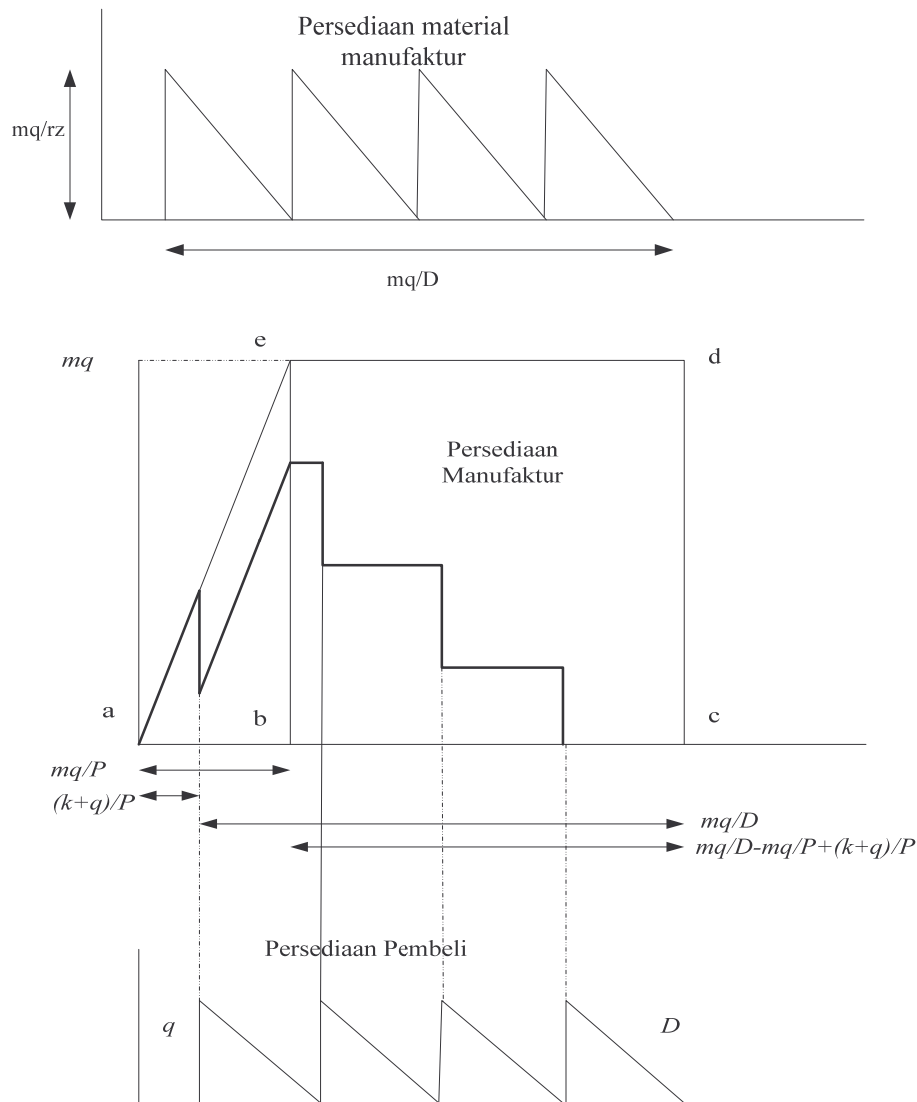
* Correspondence: wachid_aj@yahoo.com

2. Metode Penelitian

Pada model ini setiap *lot* pemesanan dari pembeli dikirim dalam n kali pengiriman sesuai dengan permintaan pembeli. Kemudian pihak manufaktur akan memproduksi sejumlah m kali jumlah yang dikirim. Pihak manufaktur akan memesan material sebesar $1/z$ dari *batch* produksi. Sehingga hubungan yang terjadi adalah :

$$Q_b = nq \quad Q_v = mq \quad Q_m = Q_v/z$$

Ilustrasi gambar level persediaan produk jadi pada pembeli dan manufaktur serta level persediaan material dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar Level Persediaan Produk Jadi dan Material

Perhitungan total biaya persediaan pada level pembeli dan manufaktur sesuai dengan Pujawan dan Kingsman (2002) ditambah dengan persediaan material, yaitu :

$$TC_b = D/nq (A + Fn) + q/2 h_b \tag{1}$$

$$TC_v = q/2 h_p ((m-1) - (m-2)D/P) + DK/mq + A_m r D z / mq + h_m mq D / 2 P z r \tag{2}$$

$$TC = TC_b + TC_v \tag{3}$$

Dimana :

- D = *annual demand*
- P = *annual production rate*
- Q_b = *order quantity* dari pembeli
- Q_v = *production quantity* dari manufaktur
- Q_m = *material order quantity*
- q = *delivery quantity*
- T_p = *production cycle*
- T_d = *delivery cycle*
- K = biaya *set up* produksi
- A = biaya pemesanan pembeli
- F = biaya pengiriman
- A_m = biaya pemesanan material
- h_b = biaya penyimpanan produk jadi pada pembeli
- h_p = biaya penyimpanan produk jadi pada manufaktur
- h_m = biaya penyimpanan material pada manufaktur
- n = jumlah pengiriman
- m = nilai perkalian Q_v dari q , bernilai integer
- $1/z$ = nilai pembagian Q_m dari Q_v , bernilai integer
- r = nilai konversi material terhadap produk jadi
- TC_b = total biaya persediaan pada pembeli
- TC_v = total biaya persediaan pada manufaktur

Ukuran *lot size* pengiriman dapat dicari dengan menurunkan persamaan (3) terhadap q

$$\frac{\partial TC}{\partial q} = 0$$

$$q^* = \sqrt{\frac{\frac{D}{n}(A + Fn) + \frac{DK}{m} + \frac{A_m r D z}{m}}{\frac{h_b}{2} + \frac{h_p}{2} \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{h_m m D}{2 P z r}}} \quad (4)$$

Kemudian dengan memasukkan persamaan (4) pada persamaan (3) akan didapatkan persamaan total biaya persediaan :

$$TC = 2 \sqrt{\left[\frac{D}{n}(A + Fn) + \frac{DK}{m} + \frac{A_m r D z}{m} \right] \left[\frac{h_b}{2} + \frac{h_p}{2} \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{h_m m D}{2 P z r} \right]} \quad (5)$$

Nilai m dan z dapat dicari dengan mencari rumusan :

$$TC(m^*) \leq TC(m^* - 1) \quad \text{dan} \quad TC(m^*) \leq TC(m^* + 1) \quad (6)$$

$$TC(z^*) \leq TC(z^* - 1) \quad \text{dan} \quad TC(z^*) \leq TC(z^* + 1) \quad (7)$$

Dari persamaan (6) dan (7) didapatkan :

$$m^*(m^* - 1) \leq \frac{A_m r D z \left\{ \frac{h_b}{2} + h_p \left(\frac{D}{P} - \frac{1}{2} \right) \right\} + \frac{h_b D K}{2} + D K h_p \left(\frac{D}{P} - \frac{1}{2} \right)}{\frac{D}{n}(A + Fn) \left\{ \frac{h_p}{2} - \frac{h_p D}{2P} + \frac{h_m D}{2 P z r} \right\}} \leq m^*(m^* + 1) \quad (8)$$

$$z^*(z^*-1) \leq \frac{\frac{h_m m^2}{2Pr^2 A_m} \left\{ \frac{D}{n} (A + Fn) + \frac{DK}{m} \right\}}{\frac{h_b}{2} + \frac{h_p}{2} \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\}} \leq z^*(z^*+1) \quad (9)$$

- Persoalan diatas dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma sebagai berikut :
- Untuk setiap nilai n yang diinginkan pembeli lakukan
- Langkah 1 Tetapkan terlebih dulu nilai $z=1$
- Langkah 2 Hitung persamaan (8) dengan nilai z dan dapatkan nilai m
- Langkah 3 Hitung persamaan (9) dengan nilai m yang didapatkan pada langkah 2 dan dapatkan nilai z' . Jika $z=z'$ maka lanjutkan ke langkah 4. Jika $z \neq z'$ tetapkan $z=z+1$ dan kembali ke langkah 2.
- Langkah 4 Hitung q^* dan TC dengan nilai m dan z yang telah diperoleh di langkah sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Contoh Numerik

Pada bagian ini kita akan memberikan contoh numerik penyelesaian model yang telah dikembangkan diatas.

- $D = 1000$ unit per tahun
 $P = 3000$ unit per tahun
 $K = 600$ per set up
 $A = 100$ per pemesanan
 $F = 30$ per pengiriman
 $Am = 80$ per pemesanan
 $hb = 5$ per unit per tahun
 $hp = 4$ per unit per tahun
 $hm = 3$ per unit per tahun
 $r = 0,2$ dan $0,5$

Hasil yang didapatkan dengan model yang telah dikembangkan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Rekap Hasil Algorithma ($r = 0,5$)

n	m	z	q	Qb	Qv	Qm	TC_{Buyer}	TC_{Vendor}	TC_{Total}
1	3	3	233	233	699	466	1140,4	2039,7	3180,1
2	3	3	216	432	648	432	910,4	2047,1	2957,5
3	4	3	169	507	676	451	797,3	2079,1	2876,3
4	4	3	166	664	664	443	746,3	2080,3	2826,7
5	4	3	164	820	656	437	714,9	2081,5	2796,4
6	4	3	163	978	652	435	693,8	2082,3	2776,1
7	4	3	162	1134	648	432	678,4	2083,1	2761,5
8	4	3	162	1296	648	432	667,3	2083,1	2750,5
9	4	3	161	1449	644	429	657,8	2084,0	2741,9
10	4	3	161	1610	644	429	650,9	2084,0	2735,0
20	5	3	133	2660	665	443	595,7	2102,4	2698,0

Tabel 2. Rekap Hasil Algorithma ($r = 0,2$)

n	m	z	q	Qb	Qv	Qm	$TC Buyer$	$TC Vendor$	$TC Total$
1	2	7	305	305	610	436	1188,7	1995,1	3183,8
2	3	7	214	428	642	459	908,8	2051,6	2960,5
3	4	7	168	503	670	479	796,9	2083,6	2880,5
4	4	7	165	660	660	471	745,8	2084,5	2830,3
5	4	7	163	815	652	466	714,2	2085,5	2799,8
6	4	7	162	972	648	463	693,1	2086,2	2779,3
7	4	7	161	1127	644	460	677,6	2086,9	2764,5
8	4	7	160	1280	640	457	665,6	2087,7	2753,4
9	4	7	160	1440	640	457	656,9	2087,7	2744,7
10	4	7	159	1590	636	454	649,1	2088,6	2737,7
20	5	7	131	2620	655	468	594,7	2106,9	2701,6

3.2 Analisis Model

Dari tabel 1 dan tabel 2 dapat dilihat semakin kecil nilai konversi material ke produk jadi (r), maka total biaya persediaan yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan dengan nilai konversi yang kecil berarti manufaktur akan memerlukan bahan baku yang lebih banyak sehingga biaya persediaan bahan baku akan meningkat. Pada nilai konversi yang lebih besar, total biaya persediaan pada pembeli akan lebih besar karena tingkat persediaan produk jadi pada pembeli cenderung naik. Kenaikan tingkat persediaan ini disebabkan pada nilai konversi yang lebih besar ($r=0,5$), ukuran *lot* pengiriman produk jadi meningkat. Tetapi jika dilihat dari sisi manufaktur, maka pada nilai konversi yang lebih besar, total biaya yang dihasilkan akan lebih kecil karena pada kondisi ini manufaktur cenderung akan memperbesar *lot size* produksinya.

Hal paling mencolok yang terlihat dari perbedaan nilai konversi bahan baku ke produk jadi adalah dihasilkannya nilai z yang jauh berbeda. Jika pada $r=0,5$ nilai $z=3$ maka pada $r=0,6$ nilai akan jauh berbeda, yaitu bernilai 7. Pada nilai konversi bahan baku ke produk jadi yang lebih kecil, nilai z akan cenderung besar. Hal ini disebabkan pada r yang kecil diperlukan bahan baku yang lebih banyak sehingga untuk mencapai ukuran pemesanan bahan baku yang optimal diperlukan nilai pembagi yang lebih besar. Terlihat bahwa ukuran pemesanan bahan baku untuk kedua nilai r yang berbeda berada pada kisaran nilai yang sama.

Semakin besar frekuensi pengiriman yang dilakukan maka akan semakin kecil total biaya persediaan yang ditanggung pembeli. Dengan frekuensi pengiriman yang besar maka pembeli cenderung akan mengelola persediaan yang lebih kecil sehingga akan mengurangi biaya pemesanan. Sementara itu jika dilihat dari sisi manufaktur maka semakin besar frekuensi pengiriman yang dilakukan akan semakin besar biaya yang dikeluarkan. Dengan frekuensi pengiriman yang besar berarti manufaktur cenderung akan memiliki persediaan yang lebih banyak, sehingga biaya persediaan akan meningkat.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Semakin besar nilai konversi material ke produk jadi maka total biaya persediaan yang dihasilkan akan semakin kecil.
2. Semakin besar frekuensi pengiriman yang dilakukan maka akan semakin kecil total biaya persediaan yang ditanggung pembeli dan semakin besar total biaya yang ditanggung manufaktur. Frekuensi pengiriman yang besar cenderung akan menurunkan *lot* pengiriman sehingga jumlah persediaan pada manufaktur akan cenderung lebih besar.

3. Pada nilai konversi bahan baku ke produk jadi yang lebih kecil, nilai z akan cenderung besar. Hal ini disebabkan pada r yang kecil diperlukan bahan baku yang lebih banyak sehingga untuk mencapai ukuran pemesanan bahan baku yang optimal diperlukan nilai pembagi yang lebih besar

Penelitian ini memiliki asumsi dan batasan, baik eksplisit maupun implisit, sehingga dapat dilakukan relaksasi. Beberapa saran yang dapat diberikan untuk kesempurnaan penelitian mendatang adalah sebagai berikut :

1. Pada model ini permintaan pada pembeli diasumsikan deterministik. Padahal pada kondisi nyata pembeli akan berhadapan dengan permintaan yang berfluktuatif sehingga perlu dikembangkan model persediaan probabilistik.
2. Pada model diatas *lead time* bernilai 0. Padahal pada kasus nyata *lead time* akan bernilai tetap atau merupakan suatu variabel keputusan (*controllable lead time*).
3. Model diatas masih menganggap bahwa proses produksi dapat menghasilkan produk tanpa cacat. Pada kasus nyata tidak ada proses produksi yang selalu dapat menghasilkan produk 100% baik. Oleh karenanya model diatas dapat dikembangkan menjadi model persediaan yang mempertimbangkan kemampuan proses produksi.

Daftar Pustaka

- Chan, Chi K., dan Kingsman, Brian G. (2005), "A Coordinated Single Vendor Multi Buyer Supply Chain Model: Synchronization of Ordering and Production Cycles", Lancaster University, UK.
- 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. dan Deshmukh, S.G. (1992) "Integrated Procurement-Production Systems: A Review", *European Journal of Operational Research*, 62:1-10
- 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. dan Cardenas-Barron, L.E. (2001), "Note on: An Optimal Batch Size for A Production System Operating Under A Just-In-Time Delivery System", *International Journal of Production Economics*, 72:99
- Kelle, Al Khateeb dan Miller (2003), "Partnership and Negotiation Support by Joint Optimal Ordering/Setup Policies for JIT", *International Journal of Production Economic*, 81-82:431-441
- Pujawan, I.N., dan Kingsman, B.G. (2002), "Joint Optimisation and Timing Synchronisation in A Buyer Supplier Inventory System", *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 8:93-110