
PENDEKATAN SEDERHANA UNTUK FORMULASI MODEL UKURAN LOT GABUNGAN SINGLE-VENDOR MULTI-BUYER**Hari Prasetyo**

Pusat Studi Logistik dan Optimisasi Industri (PUSLOGIN)

Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan, Surakarta.

Email: Hari.Prasetyo@ums.ac.id

Abstrak

Integrasi kebijakan produksi dan persediaan antara pemasok dan distributor mampu mengurangi total ongkos dari sistem. Untuk kasus sistem rantai pasok dengan satu pemasok dan beberapa distributor, peneliti telah berhasil merumuskan model ukuran lot gabungan pemasok-distributor. Pada kasus ini urutan pengiriman ke distributor ikut menentukan pengurangan total ongkos rantai pasok. Pengurutan pengiriman berdasarkan waktu interval pengiriman terpendek dari tiap distributor mampu meminimalkan total ongkos sistem rantai pasok. Namun, penelitian-penelitian sebelumnya tidak berhasil menunjukkan bukti analitis atas algoritma pengurutan tersebut. Penelitian ini bertujuan memformulasikan ulang model matematika untuk ukuran lot gabungan pemasok-distributor pada kasus single-vendor multi-buyer dengan pendekatan yang lebih sederhana. Pendekatan persediaan total sistem rantai pasok digunakan untuk merumuskan rata-rata persediaan di pemasok. Hasil penelitian ini, selain model matematika yang merepresentasikan kasus yang dikaji juga bukti analitis bahwa pengurutan berdasarkan interval pengiriman terpendek akan meminimalkan dead stock di keseluruhan sistem rantai pasok.

Kata kunci: *dead stock, lot gabungan, persediaan, rantai pasok, single-vendor multi-buyer*

1. PENDAHULUAN

Ekonomi global saat ini ditandai oleh tingkat persaingan yang ketat antar industri. Selain itu, ruang lingkup kompetisi telah berubah dari sekedar antar industri menjadi antar rantai pasok. Konsekuensinya, setiap industri terdorong untuk meningkatkan kinerja melalui perbaikan efisiensi operasinya agar bisnisnya tetap kompetitif.

Manajemen persediaan merupakan salah satu aktivitas operasional perusahaan yang memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu bisnis. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa hingga lebih dari tiga puluh persen total kapital perusahaan diinvestasikan dalam bentuk persediaan dengan berbagai kompleksitas penanganannya. Untuk mengurangi ongkos persediaan dalam lingkup rantai pasok, Goyal (1977) dan Banerjee (1986) menawarkan pendekatan penentuan ukuran lot gabungan antara satu pemasok dengan satu distributor atau dikenal dengan *Join Economic Lot Sizing Problem (JELSP)*. Dengan pendekatan ini maka total ongkos sistem yang dihasilkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan total ongkos jika masing-masing pihak menentukan ukuran lot produksi dan lot pengiriman.

Semenjak diperkenalkan, JELSP telah banyak dikembangkan oleh berbagai peneliti untuk diantaranya adalah Banerjee dan Kim (1995), Kim dan Ha (2003), Siajadi et al. (2006) dan Hoque (2008). Penjelasan lengkap terkait perkembangan penelitian JELSP dapat dilihat di Ben-Daya et al. (2008) dan Glock (2012). Salah satu kelemahan dari berbagai penelitian di atas adalah bahwa sebagian besar penelitian mengasumsikan bahwa pemasok hanya memenuhi permintaan dari satu distributor. Dalam kondisi nyata, banyak dijumpai berbagai industri yang harus memasok ke lebih dari satu distributor.

Pada kasus rantai pasok dengan distributor lebih dari satu maka jadwal pengiriman pertama ke masing-masing distributor perlu di lakukan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kekurangan stok (*stock out*) di distributor. Banerjee dan Burton (1994) dan Siajadi et al. (2006) mengkaji sistem dengan situasi ini. Banerjee dan Burton (1994) mengintegrasikan ukuran lot pengiriman semua distributor dengan pendekatan *common cycle*. Artinya, panjang interval pengiriman untuk semua distributor adalah sama. Selain itu, pengiriman ke semua distributor dilakukan dalam waktu yang bersamaan. Pendekatan ini diperbaiki oleh Siajadi et al. (2006) dengan mengakomodasi interval

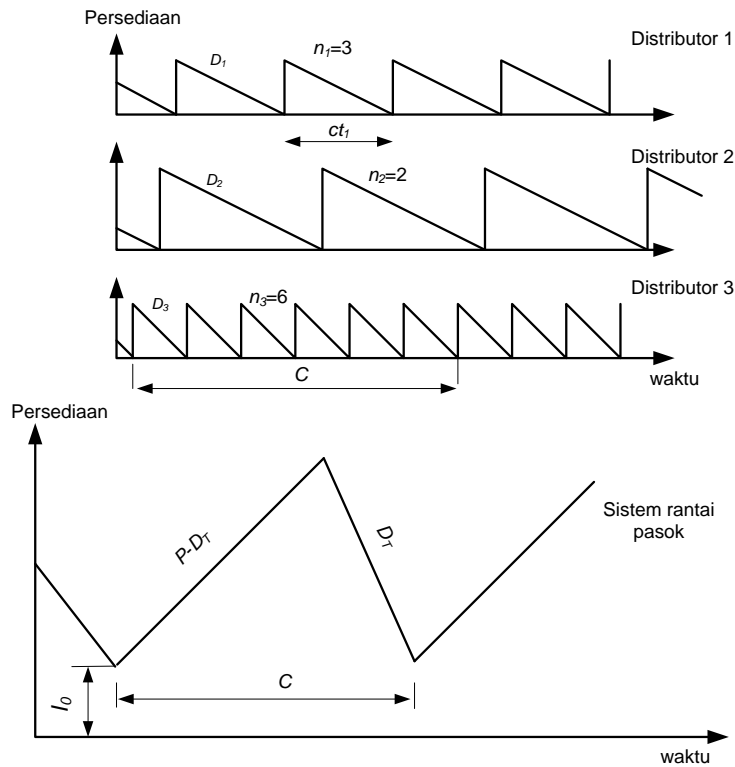
pengiriman yang berbeda-beda untuk setiap distributor. Selain itu, pengiriman ke distributor disusun sedemikian rupa sehingga tidak bersamaan namun *stock out* dapat dihindarkan. Selain pendekatan ini lebih realistis, total biaya juga akan lebih kecil dibandingkan dengan pendekatan Banerjee dan Burton (1994) karena melalui pengorganisasian pengiriman, *dead stock* di pemasok dapat dikurangi. Urutan pengiriman ke distributor disusun berdasarkan pada waktu siklus pengiriman terpendek. Artinya, distributor dengan interval pengiriman yang pendek akan mendapat prioritas lebih utama untuk didahulukan dalam pengiriman. Salah satu kelemahan penelitian ini adalah tidak dapat ditunjukkannya justifikasi bahwa aturan pengurutan pengiriman berdasarkan kriteria tersebut akan meminimalkan total ongkos sistem rantai pasok.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan kembali model matematika dari kasus pada Siajadi (2006), khususnya formulasi untuk menghitung rata-rata persediaan di pemasok. Penggunaan pendekatan Hill (1997) untuk menghitung persediaan pemasok melalui pengurangan rata-rata persediaan sistem rantai pasok dengan rata-rata persediaan di seluruh distributor diharapkan akan menghasilkan formulasi yang lebih sederhana dibandingkan dengan menghitung langsung rata-rata persediaan di pemasok (pendekatan Joglekar (1988)) sebagaimana yang dilakukan oleh Siajadi (2006). Selain itu, model yang dihasilkan dapat digunakan untuk membuktikan bahwa pengurutan pengiriman berdasarkan waktu interval pengiriman terpendek akan menghasilkan total ongkos sistem rantai pasok yang minimal.

2. FORMULASI MODEL DAN ANALISA

Sistem yang dibahas pada penelitian ini merupakan suatu rantai pasok yang terdiri dari satu pemasok dan y distributor, dimana $y > 1$. Pemasok memproduksi satu jenis produk dengan laju P dan mengirimkannya ke distributor dengan laju permintaan D_T , dimana D_T merupakan akumulasi laju permintaan dari tiap distributor (D_i). Dalam konteks JELSP, permasalahan pemasok adalah menentukan panjang siklus produksi C (atau ukuran lot produksi), sementara distributor adalah menentukan interval pengiriman ct_i (atau ukuran lot pengiriman) yang meminimalkan total ongkos dari sistem rantai pasok. Mekanisme pengali integer diadopsi untuk mengkoordinasikan rantai pasok secara vertikal, artinya $C = n_i ct_i$, dimana n_i merupakan bilangan integer sedangkan ct_i adalah interval pengiriman untuk distributor ke- i .

Profil persediaan di distributor dan seluruh rantai pasok, untuk kasus rantai pasok dengan tiga distributor dimana n_1 , n_2 dan n_3 masing-masing adalah 3, 2 dan 6, dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar tersebut, persediaan di tiap-tiap distributor akan berkurang dengan kecepatan D_i . Sementara itu, pada persediaan sistem rantai pasok I_0 menunjukkan *dead stock* dari sistem rantai pasok. Pemasok harus memiliki persediaan awal sebesar *dead stock* agar tidak terjadi *stock out*. Persediaan di rantai pasok akan meningkat selama waktu produksi dengan kecepatan $P - D_T$ dan berkurang dengan kecepatan D_T ketika pemasok sedang tidak memproduksi.



Gambar 1. Profil persediaan di distributor dan sistem rantai pasok

Sehingga masalah dalam kasus ini dapat dirumuskan sebagai aktivitas penentuan T dan n_i yang meminimalkan total ongkos relevan dalam sistem rantai pasok. Dalam hal ini, di pemasok ongkos yang relevan meliputi ongkos setup dan ongkos persediaan, sementara pada distributor komponen ongkos yang relevan terdiri dari ongkos pesan, ongkos transportasi dan ongkos simpan.

Jika A_i , A_{Ti} dan H_{bi} , masing-masing merepresentasikan ongkos sekali pesan, ongkos transportasi setiap pengiriman dan ongkos simpan per unit per tahun. Maka total ongkos rata-rata dari seluruh pemasok dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC_b = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^y A_i + n_i A_{Ti} + 0.5C \sum_{i=1}^y \frac{H_{bi} D_i}{n_i} \quad (1)$$

Karena S merupakan ongkos sekali setup di pemasok, maka rata-rata ongkos pemasok per tahun adalah S/C . Sementara itu, rata-rata persediaan pemasok dapat diperoleh dengan mengurangi rata-rata persediaan di distributor dari rata-rata persediaan pada sistem rantai pasok. Pendekatan ini mengikuti prosedur yang dikemukakan oleh Hill (1997). Dari Gambar 1, dan mengingat bahwa $D_T = \sum_{i=1}^y D_i$, maka rata-rata persediaan di dalam sistem rantai pasok adalah:

$$I_0 + 0.5CD_T(1 - D_T/P) \quad (2)$$

Sehingga rata-rata persediaan di pemasok adalah:

$$I_0 + 0.5CD_T(1 - D_T/P) - 0.5C \sum_{i=1}^y \frac{D_i}{n_i} \quad (3)$$

Total ongkos yang relevan di pemasok kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC_v = \frac{S}{C} + H_v \left(I_0 + 0.5CD_T(1 - D_T/P) - 0.5C \sum_{i=1}^y \frac{D_i}{n_i} \right) \quad (4)$$

Dimana berdasarkan Gambar 1 diperoleh

$$I_0 = \min\left\{\sum_{i=1}^y \frac{q_i}{P} \left(\sum_{j=k}^y D_{[j]}\right)\right\}$$

Indeks dalam kurung menandakan urutan pengiriman ke distributor. Sebagai contoh, pada Gambar 1, urutan pengiriman adalah distributor 3, kemudian distributor 2 dan distributor 1 atau dituliskan 3-2-1.

Total ongkos relevan dari sistem rantai pasok (*JTRC*) merupakan penjumlahan dari total ongkos di pemasok dan di distributor dan disajikan pada persamaan (5)

$$\begin{aligned} JTRC &= TC_v + TC_b \\ JTRC &= \frac{1}{c} \left(S + \sum_{i=1}^y A_i + n_i A_{Ti} \right) + 0.5C \sum_{i=1}^y \frac{H_{bi} D_i}{n_i} + H_v \left(I_0 + 0.5CD_T(1 - D_T/P) - \right. \\ &\left. 0.5C \sum_{i=1}^y \frac{D_i}{n_i} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Untuk berbagai nilai masukan parameter, nilai *JTRC* menghasilkan hasil yang identik dengan persamaan yang dihasilkan Siajadi (2006). Namun, prosedur yang ditempuh Siajadi (2006) lebih kompleks karena disusun dengan pendekatan Joglekar (1988). Selain itu, melalui pendekatan yang ditawarkan pada penelitian ini dapat dilihat bahwa urutan pengiriman yang optimal adalah urutan yang mampu meminimalkan *dead stock* (I_0) sebagaimana tergambar pada Gambar 1. Siajadi (2006) menyatakan bahwa pengurutan optimal diperoleh dengan menyusun urutan pengiriman berdasarkan waktu interval pengiriman terpendek atau dengan kata lain memiliki n_i yang terbesar. Namun, dengan formulasi yang didapatkan pada penelitian tersebut algoritma ini tidak dapat dibuktikan secara matematik.

Pembuktian urutan optimal secara analitis dapat dilakukan dengan membuktikan bahwa urutan tersebut meminimalkan *dead stock* (I_0). Misalkan, ada 3 distributor dengan panjang siklus pengiriman masing-masing adalah ct_i , dimana $ct_1 < ct_2 < ct_3$. Selain itu, mengingat $q_i = D_i ct_i$, maka akan dibuktikan bahwa pengurutan pengiriman distributor 1, distributor 2, dan distributor 3 atau (1-2-3) akan selalu menghasilkan I_0 terkecil dibandingkan dengan berbagai kombinasi urutan selain 1-2-3, sebagai contoh pada pembuktian ini digunakan urutan 3-1-2 sebagai pembanding. Sehingga akan dibuktikan bahwa: I_0 dengan urutan pengiriman 1-2-3 $\leq I_0$ dengan urutan pengiriman 3-1-2 atau secara matematika dapat diekspresikan sebagai

$$\frac{(D_1 ct_1 (D_1 + D_2 + D_3) + D_2 ct_2 (D_2 + D_3) + D_3^2 ct_3)}{P} \leq \frac{(D_3 ct_3 (D_1 + D_2 + D_3) + D_1 ct_1 (D_1 + D_2) + D_2^2 ct_2)}{P} \quad (6)$$

Setelah simplifikasi dihasilkan

$$D_1 D_3 (ct_1 - ct_3) + D_2 D_3 (ct_2 - ct_3) \leq 0 \quad (7)$$

Karena $ct_1 < ct_2 < ct_3$, maka persamaan di atas akan selalu benar karena nilai $ct_1 - ct_3$ dan $ct_2 - ct_3$ akan selalu negatif. Sehingga nilai persamaan sisi sebelah kiri akan selalu berada kurang dari atau sama dengan nol. Konsekuensinya, urutan 1-2-3 akan menghasilkan I_0 yang paling kecil. Pengujian dengan semua urutan selain 1-2-3 menghasilkan kesimpulan serupa.

3. KESIMPULAN

Pada tulisan ini telah di sajikan pendekatan pemodelan berbeda dari Siajadi (2006) untuk permasalahan ukuran lot gabungan (JELSP) antara sebuah pemasok dengan beberapa distributor. Untuk menghitung rata-rata persediaan, Siajadi (2006) menggunakan pendekatan Joglekar (1988) sementara pada penelitian ini mengadopsi pendekatan Hill (1977). Melalui pendekatan yang ditawarkan terdapat dua kelebihan yang didapatkan, yaitu pertama, model yang dihasilkan dapat diformulasikan dengan tahapan yang lebih sederhana sehingga lebih mudah difahami. Kedua, hasil formulasi model dapat digunakan untuk membuktikan secara analitis bahwa pengurutan

pengiriman berdasarkan siklus pengiriman terpendek menghasilkan total ongkos sistem yang paling kecil. Dalam Gambar 1, hal ini ditunjukkan bahwa urutan tersebut mampu meminimalkan *dead stock* dari sistem rantai pasok.

REFERENSI

- BANERJEE, A. 1986. A joint economic-lot-size model for purchaser and vendor. *Decision Sciences*, 17, 292–311.
- BANERJEE, A. & BURTON, J. S. 1994. Coordinated vs. independent inventory replenishment policies for a vendor and multiple buyers. *Int. J. Production Economics*, 215–222.
- BANERJEE, A. & KIM, S.-L. 1995. An integrated JIT inventory model. *International Journal of Operations & Production Management*, 15, 237–244.
- BEN-DAYA, M., DARWISH, M. & ERTOGRAL, K. 2008. The joint economic lot sizing problem: Review and extensions. *European Journal of Operational Research*, 185, 726–742.
- GLOCK, C. H. 2012. The joint economic lot size problem: A review. *International Journal of Production Economics*, 135, 671–686.
- GOYAL, S. 1977. An integrated inventory model for a single product system. *Operational Research Quarterly*, 539–545.
- HILL, R. M. 1997. The single-vendor single-buyer integrated production–inventory model with a generalized policy. *European Journal of Operational Research* 97, 97, 493–499
- HOQUE, M. A. 2008. Synchronization in the single-manufacturer multi-buyer integrated inventory supply chain. *European Journal of Operational Research*, 811–825.
- JOGLEKAR, P. N. 1988. Comments on " A quantity discount pricing model to increase vendor profits". *Management Science*, 1391–1398.
- KIM, S.-L. & HA, D. 2003. A JIT lot-splitting model for supply chain management: Enhancing buyer–supplier linkage. *Int. J. Production Economics*, 86, 1–10.
- SIAJADI, H., IBRAHIM, R. N. & LOCHERT, P. B. 2006. A single-vendor multiple-buyer inventory model with a multiple-shipment policy. *Int J Adv Manuf Technol*, 27, 1030–1037.