

OPTIMASI UKURAN LOT PEMESANAN YANG EKONOMIS PADA PERMINTAAN DETERMINISTIK DINAMIS MENGGUNAKAN METODE HEURISTIK *SILVER-MEAL* DI PT. XYZ

Basuki

Dosen Program Studi Manajemen Logistik
Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi
Email : basuki.fabina@yahoo.com

Abstrak

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan otomotif yang bahan bakunya dipesan dari perusahaan lokal dalam negeri maupun impor dari luar negeri. Penelitian ini memfokuskan pada komponen yang diimpor dari luar negeri dalam bentuk CKD (*Completely Knock Down*). Berdasarkan data pada bulan Desember 2014 dan Januari 2015, bahwa penjualan PT. XYZ tidak selalu tetap/konstan, tetapi mengalami perubahan yang berfluktuasi dari periode waktu satu ke periode waktu yang lain. Permasalahan yang dijumpai pada fenomena permintaan yang dinamis ini adalah terkait dengan penentuan operating stock dan bagaimana cara mendapatkan solusinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ukuran lot pemesanan yang ekonomis dan kapan harus dilakukan pemesanan. Metode *Silver-Meal* digunakan untuk optimasi pemesanan. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa ukuran lot pemesanan yang ekonomis sama dengan jumlah permintaan dan pemesanan yang dilakukan rutin sesuai dengan *lead time*.

Kata Kunci

Persediaan, Stok operasi, Waktu tunggu, Ukuran lot ekonomis, *Silver-Meal*.

Abstract

PT. XYZ is a automotive company with raw material ordered from a local company and imported. This study is focused on the imported components as the CKD (Completely Knock Down). Based on the data of December 2014 and January 2015, that the sale of PT. XYZ was not constant, but it fluctuatively per period. Problem was encountered on the phenomenon of dynamic demand is associated with determining operating stock and how to obtain a solution. The purpose of this study was to determine the economical lot size ordering and when to do a order. The Silver-Meal method was used to optimization order. Result from this study is that the economical lot size is equal to the number of demand and order which is done routinely in accordance with the lead time.

Keywords

Inventory, Operating stock, Lead time, Economical lot size, Silver-Meal

Pendahuluan

Inventory adalah barang yang disimpan sementara waktu dan akan digunakan untuk tujuan tertentu, misalnya digunakan untuk produksi, untuk dijual atau untuk suku cadang mesin (Harjanto, 2006). Jenis *inventory* menurut Heizer dan Render terbagi atas *raw material inventory*, *work in process inventory*, *finish good inventory* dan *maintenance, repair & operation inventory*. Hampir semua perusahaan mempunyai *inventory*, walaupun sebenarnya *inventory* itu merupakan *idle resources* karena sebelum *inventory* digunakan berarti dana yang telah diinvestasikan tidak dapat digunakan untuk keperluan lain.

Berhubungan dengan *inventory*, PT. XYZ dalam proses *supply chain*-nya tidak dapat dilepaskan dengan pengelolaan *inventory* yang salah satunya dalam bentuk CKD (*Completely Knock Down*). Permintaan CKD bersifat *deterministic* yang artinya jumlah permintaan diketahui secara pasti walaupun besarnya permintaan tidak sama dari waktu ke waktu atau bersifat dinamis. Yang menjadi masalah adalah bagaimana penentuan *operating stock* yang optimum terhadap permintaan yang dinamis?

Dengan permasalahan di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan menganalisa pola dan jumlah permintaan masa lalu untuk memperkirakan permintaan yang akan datang, menganalisa biaya *inventory* yang terdiri atas biaya pesan dan biaya simpan, menganalisa biaya minimum dan menganalisa ukuran lot pemesanan. Dengan menganalisa poin-poin di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah memprediksikan permintaan di waktu yang akan datang, untuk mengetahui biaya *inventory* selama masa perencanaan, mengkombinasikan setiap alternatif pemesanan untuk mendapatkan strategi terbaik untuk memenuhi permintaan dan menentukan ukuran lot pemesanan yang *optimal*.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan pendekatan deskriptif analitis. Artinya penelitian yang dilakukan dengan menguraikan suatu keadaan dan menganalisa dengan metode tertentu untuk mendapatkan suatu solusi. Pada penelitian ini akan menguraikan kondisi pengelolaan *inventory* dan melakukan analisa menggunakan metode *Silver-Meal* untuk mendapatkan ukuran lot pemesanan yang optimal, dengan tahapan sebagai berikut:

A. Penetapan Asumsi

Untuk menjawab permasalahan *inventory* dinamis di atas dan agar tujuan penelitian tercapai, maka perlu disampaikan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penyusunan model, yaitu:

- a. Permintaan CKD diketahui secara pasti dan jumlahnya tidak harus selalu sama.
- b. Jangka waktu perencanaan terbatas dan terdiri dari beberapa periode yang sama panjang.
- c. Pemenuhan permintaan dalam satu periode tidak dapat dipecah.
- d. Tidak ada diskon dalam pemesanan.
- e. Barang yang dipesan bersifat *independent*.
- f. Tidak ada *inventory* awal dan akhir.
- g. Tidak ada biaya *stock out*.
- h. Nilai biaya pesan dan biaya simpan adalah estimasi.

B. Desain Model

Dengan asumsi-asumsi di atas, maka komponen model *inventory*-nya sebagai berikut:

- a. Kriteria kinerja
 Kriteria kerja dalam *inventory* dinamis menggunakan biaya *inventory* total yang terdiri dari biaya beli, biaya pesan dan biaya simpan. Tidak ada biaya *stock out* karena permintaan barang bersifat deterministik, ketersediaan barang diatur sebaik mungkin sehingga tidak terjadi kekurangan barang pada saat diperlukan.
- b. Variabel keputusan
 Waktu kedatangan dan *lead time* ditentukan pada saat *plan order release* dan diketahui secara pasti, maka variabel keputusan yang harus ditentukan adalah ukuran lot pemesanannya, dan besarnya bisa berubah pada setiap periode.
- c. Parameter
 Parameter yang digunakan adalah biaya satuan pesan ($A = Rp/pesan$), biaya satuan simpan ($h = Rp/unit/periode\ waktu$) dan waktu angsang-ancang ($L = lead\ time$).

C. Metode Optimasi

Metode optimasi *inventory* deterministik dikembangkan oleh Silver-Meal (1969) menggunakan satuan ongkos *inventory* per periode yang terkecil sebagai ukuran kriteria kinerjanya.

- a. Formulasi model dinamis.
 Asumsi dalam pengembangan model untuk menentukan ukuran lot yang optimal adalah sebagai berikut:
 1. Periode perencanaan (N), permintaan pasti, dan jumlah permintaan antar periode tidak harus sama.
 2. Tidak ada biaya kekurangan *inventory*.
 3. Barang yang dipesan akan diterima pada awal periode perencanaan dan barang yang dipesan pada periode t (D_t) akan dipenuhi pada periode tersebut.
 4. Setiap pemesanan dikenakan biaya pesan (A) dan biaya simpan (h).
 5. Ukuran lot pemesanan adalah kelipatan 1 unit, sehingga bisa dimungkinkan jumlah permintaan = jumlah order.

Biaya satuan *inventory* per periode perencanaan (O_{ST}), sebagai berikut:

Fungsi tujuan :

$$O_{ST} = \frac{[A+h \sum_{t=1}^T (t-1)D_t]}{T} \tag{1}$$

Di mana :

- O_{ST} = Biaya satuan inventory per T periode (Rp/periode)
- A = Biaya satuan pesan (Rp/unit)
- h = Biaya satuan simpan (Rp/unit/periode)
- D_t = Permintaan pada periode t
- T = Jumlah periode yang dicakup

- b. Metode *Silver-Meal*
 Langkah-langkah metode *Silver-Meal*, sebagai berikut:

1. Langkah-1
Mulai dengan lot yang hanya memenuhi periode ($T=1$) dan hitung ongkos satuan *inventory* per periode (O_{ST}).
2. Langkah-2
Tambahkan permintaan periode berikutnya pada ukuran lot sebelumnya dan hitung O_{ST+1} .
3. Langkah-3
Bila $O_{ST+1} \leq O_{ST}$, perbesar nilai T dan kembali ke langkah-2. Tetapi apabila $O_{ST+1} > O_{ST}$ berarti titik optimal dicapai pada periode T dan ukuran lot optimal adalah q_t .
4. Langkah-4
Apabila semua periode belum tercakup, kembali ke langkah-1 dan bila semua periode telah tercakup, interasi dihentikan.
5. Langkah-5
Hitung ukuran lot pemesanan q_t dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_t = \sum_{i=1}^T (D_i) \quad (2)$$

Di mana :

- q_t = Ukuran lot untuk periode t sampai periode T (unit)
 D_t = Permintaan pada periode t

Sasaran Penelitian

Sasaran dari penelitian ini adalah untuk menentukan ukuran lot pemesanan yang ekonomis dengan metode optimasi untuk mendapatkan solusi yang optimum dan kapan waktu dilakukan pemesanan.

Pengumpulan dan Analisa Data

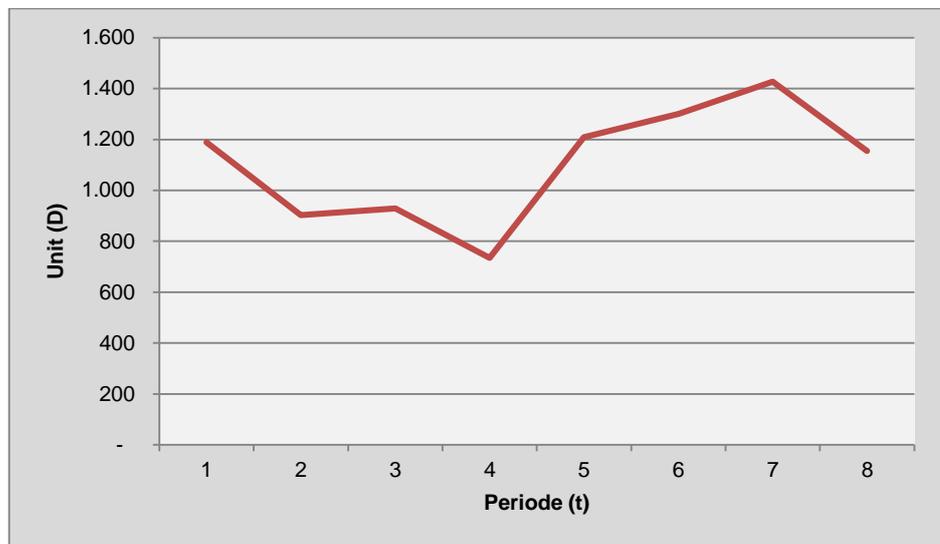
Data-data pendukung yang diperlukan agar sasaran penelitian tercapai adalah sebagai berikut:

- a. Data penjualan
Data penjualan produk Y9J selama 2 bulan terakhir yaitu bulan Desember 2014 dan Januari 2015 dengan periode mingguan, seperti Tabel 1.

Tabel 1 Data Penjualan Desember 2014 & Januari 2015

Bulan	Minggu	Jumlah (Unit)
Des 14	M1	1,189
	M2	903
	M3	929
	M4	735
Jan 15	M1	1,209
	M2	1,300
	M3	1,427
	M4	1,155
	Total	8,847

Pola atau kecenderungan penjualan selama 2 bulan di atas dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tren Penjualan Desember 2014 & Januari 2015

b. Data biaya dan *lead time*

Untuk membuat produk Y9J diperlukan komponen dalam bentuk CKD yang dipesan dari luar negeri yang memerlukan biaya dalam pengadaan sebagai unsur biaya *inventory*. Biaya *inventory* terdiri atas biaya pesan dan biaya simpan, yang besarnya masing-masing diasumsikan sebagai berikut : Biaya pesan Rp. 750.000 setiap kali pesan dan biaya simpan sebesar Rp.10.000 per unit per minggu. Sedangkan *lead time* pengadaannya selama 21 hari (3 minggu).

Berdasarkan data data di atas, maka dilanjutkan dengan pengolahan dan analisa data dengan sebagai berikut:

a. Menentukan beberapa alternatif metode peramalan

Dari tren data penjualan bulan Desember 2014 – Januari 2015 yang dibagi per minggu menjadi 8 periode, dilakukan perkiraan penjualan bulan Februari – Maret 2015 dengan menggunakan 4 metode, yaitu : Metode *Trend Linier(TL)*, *Exponential Smoothing* $\alpha=0,3$ (*ES* $\alpha=0,3$), *Exponential Smoothing* $\alpha=0,5$ (*ES* $\alpha=0,5$) dan *Exponential Smoothing* $\alpha=0,7$ (*ES* $\alpha=0,7$).

Tabel 2 Perhitungan Peramalan

Bulan	Minggu	T	D _t	TL	Metode Peramalan		
					ES $\alpha = 0,3$	ES $\alpha = 0,5$	ES $\alpha = 0,7$
Des 14	M1	1	1,189	941	-	-	-
	M2	2	903	988	1,189	1,189	1,189
	M3	3	929	1,035	1,103	1,046	903
	M4	4	735	1,082	1,051	988	929
Jan 15	M1	5	1,209	1,130	956	861	735
	M2	6	1,300	1,177	1,032	1,035	1,209
	M3	7	1,427	1,224	1,112	1,168	1,300
	M4	8	1,155	1,271	1,207	1,297	1,427

b. Memilih satu metode peramalan yang terbaik

Dari beberapa alternatif metode yang digunakan, dipilih salah satu metode yang terbaik dengan mengukur tingkat akurasi peramalan dengan menghitung kesalahan (*error*) dari masing-masing metode peramalan. Tingkat kesalahan peramalan (*error*) dihitung dengan menggunakan: *Mean Absolute Deviation (MAD)*, *Mean Square Error (MSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

Tabel 3 Perbandingan Nilai Kesalahan Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
TL	163.58	34,623.42	0.15
ES ($\alpha = 0,3$)	237.62	64,193.90	0.19
ES ($\alpha = 0,5$)	238.55	62,554.55	0.19
ES ($\alpha = 0,7$)	210.00	63,311.14	0.17

Dari keempat metode yang digunakan di atas, ternyata metode *Trend Linier* menunjukkan nilai kesalahan yang paling kecil, sehingga metode ini adalah metode terbaik yang akan digunakan untuk meramalkan penjualan pada 2 periode berikutnya yaitu bulan Februari dan Maret 2015.

c. Hasil peramalan

Dengan menggunakan metode peramalan *Trend Linier*, maka hasil peramalan untuk 2 bulan ke depan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Estimasi Penjualan Bulan Pebruari & Maret 2015

Bulan	Minggu	Penjualan (unit)
Pebruari 2015	M1	1,318
	M2	1,366
	M3	1,413
	M4	1,460
Maret 2015	M1	1,507
	M2	1,554
	M3	1,602
	M4	1,649

d. Perhitungan dengan metode *Silver-Meal*

Berdasarkan hasil peramalan dan biaya *inventory* yang telah diketahui, maka metode *Silver-Meal* dapat diselesaikan sebagai berikut:

Tabel 5 Biaya *Inventory* per Periode

Periode (t)	D_t	Cakupan Periode (T)	Ukuran Lot (q_t)	Biaya Pesan (Rp.)	Biaya Simpan (Rp.)	Total Biaya (Rp.)	Biaya per Periode (Rp.)
1	1.318	1	1.318	750.000	0	750.000	750.000
2	1.366	2	2.684	750.000	13.660.000	14.410.000	7.205.000
3	1.413	3	4.097	750.000	27.790.000	28.540.000	9.133.333
4	1.460	4	5.557	750.000	42.390.000	43.140.000	10.785.000
5	1.507	5	7.064	750.000	57.460.000	58.210.000	11.642.000
6	1.554	6	8.618	750.000	73.000.000	73.750.000	12.291.666
7	1.602	7	10.220	750.000	89.020.000	89.770.000	12.824.285
8	1.649	8	11.869	750.000	105.510.000	106.260.000	13.282.500

Dari hasil perhitungan di atas bahwa nilai $O_{ST+1} > O_{ST}$ berarti titik optimal dicapai pada periode T dan ukuran lot optimal adalah q_t .

Dengan demikian hasil perhitungan lot ekonomis di atas dapat dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 6 Kebijakan *Inventory* dengan Metode *Silver-Meal*

T	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
D_t			1.318	1.366	1.413	1.460	1.507	1.554	1.602	1.649
Q_{op}			1.318	1.366	1.413	1.460	1.507	1.554	1.602	1.649
POR	1.318	1.366	1.413	1.460	1.507	1.554	1.602	1.649		

Keterangan:

- T = Periode (mingguan)
- D_t = Permintaan
- Q_{op} = Ukuran lot pemesanan optimal
- POR = *Plan Order Release* (saat pemesanan)

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data di atas masa hasil dan pembahasannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Kecenderungan permintaan mingguan produk Y9J selama Desember 2014 dan Januari 2015 berfluktuasi, tetapi cenderung mengalami kenaikan dari periode ke periode. Atas dasar tersebut untuk memprediksi permintaan bulan Februari – Maret 2015, dilakukan peramalan dengan menggunakan 4 alternatif, yaitu dengan metode *trend linier* dan *exponential smoothing* dengan $\alpha=0,3$; $\alpha=0,5$; dan $\alpha=0,7$. Masing-masing metode diukur tingkat akurasi dengan mengukur kesalahan peramalan dengan *MAD*, *MSE* dan *MAPE*, kemudian hasil dari pengukuran kesalahan ini digunakan untuk membandingkan antara metode peramalan yang satu dengan yang lain. Selanjutnya dipilih salah satu alternatif terbaik, dan terpilih metode *trend linier* karena metode ini mempunyai tingkat kesalahan paling kecil dibandingkan dengan metode lain, sehingga metode ini yang digunakan untuk memprediksi permintaan bulan Februari – Maret 2015.
- b. Penentuan ukuran lot yang ekonomis dengan metode *Silver-Meal* dalam penelitian ini menghasilkan bahwa ukuran lot pemesanan sama dengan jumlah permintaan dan dalam pemesanan dilakukan rutin.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan perhitungan, analisa dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa metode metode *Silver-Meal* salah satu solusi optimasi untuk memecahkan permasalahan *inventory* yang bersifat deterministik dinamis. Untuk mendapatkan ukuran lot pemesanan yang ekonomis selalu memperhatikan biaya *inventory* yang terdiri atas biaya pemesanan dan biaya penyimpanan yang akan dijadikan kriteria kinerja dari sistem persediaan. Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa ukuran lot pemesanan sama dengan jumlah permintaan dengan *lead time* yang rutin.

Metode yang digunakan di atas adalah solusi untuk menghasilkan solusi yang optimal dan belum tentu merupakan metode yang terbaik. Maka saran yang

perlu disampaikan untuk penelitian berikutnya adalah dengan menggunakan metode heuristik yang lain diantaranya adalah metode *Lot for Lot* atau *Least Unit Cost* atau *Least Total Cost* atau *Economic Part Period*.

Daftar Pustaka

- Baciarello, L., Avino, M.D., & Onovi, R. (2013). Lot Sizing Heuristics Performance. *International Journal of Engineering Business Management*. DOI : 10.5772/56004.
- Bahagia, E. N. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: ITB.
- Heizer, J., & Render, B. (2005). *Operation Management – Manajemen Operasi*. Diterjemahkan oleh Dwianoeprawati Setyoningsih & Indra Almahdy, Jakarta: Salemba Empat.
- Heuvel, W., & Wagelmans (2004). A Comparison of methods for Lot-Sizing in a Rolling Horizon Environment. *Econometric Institute and Erasmus Research Institute of Management*.
- Omar, M. (2001). The Silver-Meal Heuristic Method for Deterministic ime – Varying Demand. *Dept of Computer Science & IT, University of College Terengganu, Malaysia*. Jilid 17, bil.1, 7-14.
- Schulz, T. (2009). A New Silver-Meal base Heuristic for the Single Item Dynamic Lot Sizing Problem with Returns & Remanufacturing. *University Magdeburg Faculty of Economics and Management*. Paper No. 38.
- Zenon, N., Ahmad, A., & Ali, R. (2003), A Genetic Algorithm for Solving Single Level Lot Sizing Problems. *Jurnal Teknologi Universiti Teknologi Malaysia*, 38(D), 47-66.