

USULAN PERBAIKAN SISTEM PERSEDIAAN UNTUK MINIMASI BIAYA TOTAL PERSEDIAAN PADA PT. SEMARANG AUTOCOMP MANUFACTURING INDONESIA

Sri Hartini, Heru Prastawa, Sitoarum Jayaningtyas

Program Studi Teknik Industri, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang – Semarang, Indonesia

E-mail: ninikhidayat@yahoo.com, sitoarum_j@yahoo.com

Abstrak

Sistem pemesanan produk dari customer memungkinkan adanya revisi demand dengan fluktuasi yang telah disepakati. Sistem persediaan PT. SAMI selama ini belum dapat mengakomodasi perubahan demand tersebut. Sering terjadi *shortage* dan *overstock* yang berpengaruh pada besarnya biaya total persediaan yang harus dikeluarkan. Minimasi biaya total persediaan dapat dicapai dengan peramalan demand aktual dan sistem persediaan yang tepat. Saat ini PT. SAMI tidak melakukan peramalan untuk memperoleh perkiraan demand aktual. Perkiraan kebutuhan produksi dan sistem pemesanan materialnya hanya berdasarkan pada perkiraan demand dari customer tanpa pertimbangan apapun dengan menganggap bahwa fluktuasi perkiraan demand dari customer dalam batas yang telah disepakati. Melalui identifikasi pola data masa lalu, diusulkan 5 metode peramalan dan metode Winter Eksponensial Smoothing (WES) mempunyai tingkat error paling kecil. Selanjutnya metode WES yang terpilih. Selain itu, diusulkan 3 alternatif dalam sistem pemesanan, yaitu perbaikan perkiraan demand, sistem order up to-level dan sistem optional replenishment. Ketiganya mampu menurunkan biaya total masing-masing 18,81%, 22,55%, 23,58%.

Kata kunci: biaya total persediaan, peramalan, order up to-level, optional replenishment

Abstract

The product ordering system from customer is allowing for demand revision with the fluctuation which has been agreed before. The inventory system that now day PT. SAMI run couldn't accommodate those demand change. There's often happen shortage & over stock which impact on the total inventory cost that PT. SAMI have to spend. Minimalisation of total inventory cost could be achieved with the effective actual demand forecasting and inventory system. Today PT. SAMI is not conducts forecasting to get the actual demand forecast. The production requirement forecast and material order system is based only on demand forecast from supplier without any consideration and PT SAMI just assume that demand forecast fluctuation from customer is still within range of agreement that have been approved. Through past data pattern identification, we tried 5 method and we can get Winter Exponential Smoothing forecasting method proposal with better degree of accuracy than the current demand forecast method. Besides, this article proposes 3 alternatives in ordering system, such as demand forecast improvement, up to-level order system and optional replenishment system. Three of them could cut the total cost down until 18,81%, 22,55%, 23,58%.

Keyword: Total inventory cost, forecasting, up to-level order, optional replenishment.

PENDAHULUAN

Strategi produksi yang diterapkan oleh PT. SAMI adalah *make to order*. Customer khususnya GM Holden Australia memperbarui permintaannya setiap minggu dengan jumlah permintaan yang sangat fluktuatif. Jumlah order aktual akan diketahui secara pasti 2 minggu sebelum pengiriman. Sedangkan pemesanan hanya berdasarkan atas

perkiraan kebutuhan produksi yang ditentukan pada waktu *leadtime*. Material import mempunyai *leadtime* antara 1 – 4 bulan. Dan selama waktu ini pula permintaan customer cenderung berubah setiap minggunya. Sesuai dengan kesepakatan PT. SAMI dengan customer, fluktuasi yang diperbolehkan selama *leadtime* adalah 20%. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak Inventory Control

(IC) PT. SAMI disebutkan bahwa fluktuasi tersebut merugikan bagi pihak PT. SAMI karena sering terjadi perubahan perkiraan demand yang besar tetapi masih di bawah tanggung jawab PT. SAMI, dan menyebabkan kondisi material *overstock* dan *shortage* dan hal ini menimbulkan biaya yang besar.

Untuk mengatasi fluktuasi tersebut, dibutuhkan pengendalian persediaan yang tepat. Kekurangan persediaan dapat menyebabkan berhentinya proses produksi dan penambahan biaya yang lebih besar bagi pengadaan material dan berakibat pada penurunan jumlah keuntungan yang diterima. Sama halnya dengan tingkat persediaan yang terlalu berlebih. Meskipun dapat menjamin kelancaran produksi, tingkat persediaan yang tinggi mengakibatkan biaya investasi terikat pada persediaan. Selain itu juga biaya yang berhubungan dengan penyimpanan dan *handling* material menjadi lebih besar.

Dengan sistem permintaan customer berubah terhadap waktu dengan fluktuasi yang cukup besar disertai dengan keterbatasan sistem pemesanan material SAMI dengan suppliernya, diperlukan adanya pertimbangan-pertimbangan yang memperhatikan pola perubahan permintaan dalam menentukan kebutuhan material berikut sistem pengendalian persediaan sehingga didapatkan tingkat persediaan yang optimal yang responsif terhadap perubahan permintaan dengan total biaya persediaan yang rendah.

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah kurang baiknya perkiraan kebutuhan produksi yang menyebabkan *shortage* dan *overstock*, sehingga dibutuhkan peramalan terhadap demand yang memperhatikan pola permintaan masa lalu disertai dengan penggunaan model persediaan yang dapat mengantisipasi adanya kenaikan dan penurunan order sehingga didapatkan biaya total persediaan minimal.

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Produk yang dikaji adalah *harness* di *car line* GM Holden Australia.
2. Material yang dibahas adalah material yang terlibat dalam *mass production*,

tidak mempertimbangkan adanya *project*, dan perubahan desain.

3. Item kritis merupakan part yang membutuhkan biaya terbesar.
4. *Demand* yang digunakan dalam penelitian ini adalah permintaan dalam kurun waktu Januari 2006 – Agustus 2008

Sedangkan asumsi yang digunakan adalah :Pola demand akan selalu berulang pada periode yang akan datang.

1. *Harness* yang akan diproduksi identik
2. Biaya Persediaan yang terlibat tidak mengalami fluktuasi.
3. *Leadtime* pengiriman konstan.

TINJAUAN PUSTAKA

Peramalan

Peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan kuantitas, waktu, kualitas dan lokasi terhadap produk atau layanan yang diinginkan. [Kostas, 1981]

Permintaan dimasa lalu pada analisis deret waktu akan dipengaruhi keempat komponen utama Trend (T), siklus/ *Cycle* (C), Pola musiman/ *Seasonality* (S), dan Variasi acak/ *Random variation* (R). Model peramalan yang digunakan adalah sebagai berikut (Makridakis, 1995) :

1) *Moving Average*

2) *Exponential smoothing*

Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu maka kita memilih nilai α yang mendekati 1. biasanya dipilih nilai $\alpha = 0,9$ namun dapat juga dicoba nilai-nilai lain yang mendekati 1 seperti $\alpha = 0,8$; 0,95; 0,99 dan lain-lain, tergantung pada sejauh mana gejolak dari data itu. semakin bergejolak maka nilai α yang dipilih harus semakin tinggi menuju ke nilai 1. Model eksponensial diantaranya adalah :

a) *Single exponential smoothing*

b) *Holt Exponential Smoothing*

c) *Damped Trend Exponential smoothing*

d) *Winters Exponential Smoothing*

Persediaan

Istilah persediaan dapat digunakan untuk berbagai macam arti [Ters, 1994], seperti:

1. cadangan barang yang tersedia pada waktu tertentu (Aset tangible dimana dapat dilihat, diukur dan dihitung);
2. daftar barang dari semua aset fisik;
3. (sebagai kata kerja) untuk menentukan kuantitas dari barang yang ada saat ini;
4. (untuk pencatatan keuangan dan akuntansi) nilai dari cadangan barang yang dimiliki.

Kebijakan Pemeriksaan Periodik (Periodic- Review Policy)

Dalam kebijakan ini, level persediaan ditinjau pada interval waktu T yang sama. Jika diakhir periode T level persediaan lebih tinggi daripada level pemesanan kembali (reorder) yang telah ditetapkan sebelumnya, maka tidak ada perlakuan apapun. Namun jika kurang atau sama dengan level pemesanan kembali, maka pemesanan dilakukan pada target level persediaan maksimum [Elsa, 1994].

Tiga parameter dasar yang dibutuhkan dalam kebijakan ini adalah : R , r , dan T . Oleh karena itu, nilai optimal untuk R , r , dan T harus ditentukan berdasarkan total biaya persediaan yang minimum.

Karakteristik kebijakan *periodic review*, yaitu [Baha, 2006] :

1. Pemesanan berdasarkan selang waktu yang tetap (T).
2. Ukuran lot (q) adalah selisih R dengan inventori saat pemesanan dilakukan (I).

Gambaran kebijakan *periodic review order up to-R* [Baha, 2006]

Dengan notasi-notasi berikut :

D = ekspektasi tingkat *demand* (unit/bulan)

H = biaya penyimpanan per unit per bulan

π = biaya *stockout* per unit

A = biaya pemesanan per order

P = biaya pembelian per unit

T = periode *review*

L = *lead time*

x = variabel random *demand* selama *lead time* dan periode *review*

$f(x)$ = fungsi probabilitas *demand* sebesar x

DT = ekspektasi *demand* selama periode *review*

DL = ekspektasi *demand* selama *lead time*

S = standar deviasi *demand* selama periode *review* dan *lead time*

R = tingkat inventori maksimum

m = ekspektasi inventori

N = ekspektasi *stockout* per siklus

α = probabilitas *stockout* inventori

ss = *safety stock*

F = frekuensi order per bulan

$z\alpha$ = faktor pengaman nilai z pada distribusi normal untuk tingkat α

$f(z\alpha)$ = fungsi padat probabilitas distribusi normal standar

$\psi(z\alpha)$ = *cumulative density loss function* pada distribusi normal standar

Ekspektasi biaya total $TC(R, T)$ per bulan terdiri dari ekspektasi total biaya pembelian, pesan, penyimpanan dan *stockout* per bulan, dengan penjelasan sebagai berikut [Baha, 2006]:

1. Ekspektasi total biaya pembelian (Ob)

$$Ob = DP \quad (1)$$

2. Ekspektasi total biaya pesan (Op)

$$Op = AF = \frac{A}{T} \quad (2)$$

3. Ekspektasi total biaya simpan (Os)

$$Os = mh \quad (3)$$

Safety stock (ss) merupakan cadangan pengaman untuk meredam fluktuasi *demand* selama periode *review* dan *lead time*.

Ekspektasi jumlah *safety stock* (Os) adalah sebagai berikut:

$$ss = \int_0^{\infty} (R - x)f(x)dx$$

$$ss = R - \int_0^{\infty} xf(x)dx$$

Dimana,

$$\int_0^{\infty} xf(x)dx = D(L + T) = DL + DT$$

Sehingga,

$$ss = R - DL - DT \quad (4)$$

Maka,

$$m = R - DL - DT + \frac{DT}{2}$$

$$m = R - DL - \frac{DT}{2}$$

$$Os = (R - DL - \frac{DT}{2})h \quad (5)$$

4. Ekspektasi total biaya *stockout* (Ok)
Merupakan perkalian antara ekspektasi *stockout* per siklus (N) dengan frekuensi pemesanan (F) dan biaya *stockout* per unit (π).

$$Ok = NF\pi = \frac{N\pi}{T} \quad (6)$$

Stockout terjadi jika:

$$N = \begin{cases} 0, x \leq R \\ x - R, x > R \end{cases} \quad (7)$$

Dimana ekspektasi *stockout* (N) adalah sebagai berikut:

$$N = \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx \quad (8)$$

Jika data demand selama *lead time* dan periode *review* berdistribusi normal, maka nilai N dapat dihitung dengan:

$$N = S\sqrt{T+L}[f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)] \quad (9)$$

sehingga

$$Ok = \frac{\pi}{T} \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx \quad (10)$$

5. Ekspektasi biaya total per bulan

$$TC = Ob + Op + Os + Ok$$

6. Optimal T^* dan R^*

Dengan cara mencari turunan dari TC (R, T) terhadap T dan TC (R, T) terhadap R , maka dapat diketahui nilai T^* dan R^* . Apabila telah diketahui nilai probabilitas kekurangan inventori yang optimal, maka jika data demand selama *lead time* dan *periode review* berdistribusi normal, target inventori maksimum dapat dihitung dengan :

$$R = D(T + L) + z_\alpha S\sqrt{T + L} \quad (11)$$

Kebijakan *Optional Replenishment Inventory*

Kebijakan ini merupakan *hybrid* dari kebijakan kontinyu dan periodik *Stock level* diperiksa pada interval waktu yang sama. Apabila posisi inventori berada di atas *reorder point* pada saat pemeriksaan, maka tidak akan dilakukan tindakan apapun. Sebaliknya, apabila posisi inventori berada di bawah *reorder point* pada saat pemeriksaan, maka akan dilakukan order. Jumlah yang dipesan adalah inventori level maksimal (R) dikurangi posisi inventori pada saat pemeriksaan [Ters, 1994].

Kebijakan periodik dengan *emergency order*

Model persediaan ini adalah model persediaan periodik dengan menggunakan dua macam pilihan untuk pengadaan persediaan kembali, yaitu *regular order* dan *emergency order*. *Regular order* dilakukan pada setiap akhir periode, sedangkan *emergency order* dilakukan pada bagian akhir dari satuan unit waktu dalam *periode review*. *Regular order* akan datang setelah *lead time* tertentu yang deterministik, sedangkan *lead time emergency order* lebih kecil dari *lead time regular order*. *Lead time emergency order* adalah satu satuan unit waktu yang diartikan bahwa kedatangan *emergency order* adalah sama dengan atau kurang dari satu satuan unit waktu.

1. Menghitung jumlah order (Q_p)

$$Q_p = 1.30\hat{x}_T^{0.494} \left(\frac{A}{PH}\right)^{0.506} \left(1 + \frac{S_{T-L}^2}{\hat{x}_T^2}\right)^{0.116}$$

dan

$$r_p = 0.973\hat{x}_{T+L} + S_{T-L} \left(\frac{0.183}{z} + 1.063 - 2.192z\right) \quad (12)$$

dimana

$$z = \sqrt{\frac{Q_p H}{S_{T+L} \pi}} \quad (13)$$

$$\hat{x}_T = DT \quad (14)$$

$$\hat{x}_{T+L} = D(T + L) \quad (15)$$

Dengan π dalam Rp/Rp shortage pada akhir periode pemeriksaan; H dalam

Rp/Rp/ periode pemeriksaan; D dalam unit/tahun; dan T dan L dalam tahun.

2. Apabila $Q_p / \hat{x}_T > 1.5$, maka

$$r = r_p \quad (16)$$

$$R = r_p + Q_p \quad (17)$$

Apabila tidak, maka hitung

$$R_0 = \hat{x}_{T+L} + kS_{T+L} \quad (18)$$

Dimana k memenuhi

$$p_{uz}(k) = \frac{H}{\pi + H} \quad (19)$$

maka

$$r = \min \text{imum}\{r_p, R_0\} \quad (20)$$

$$R = \min \text{imum}\{r_p + Q_p, R_0\} \quad (21)$$

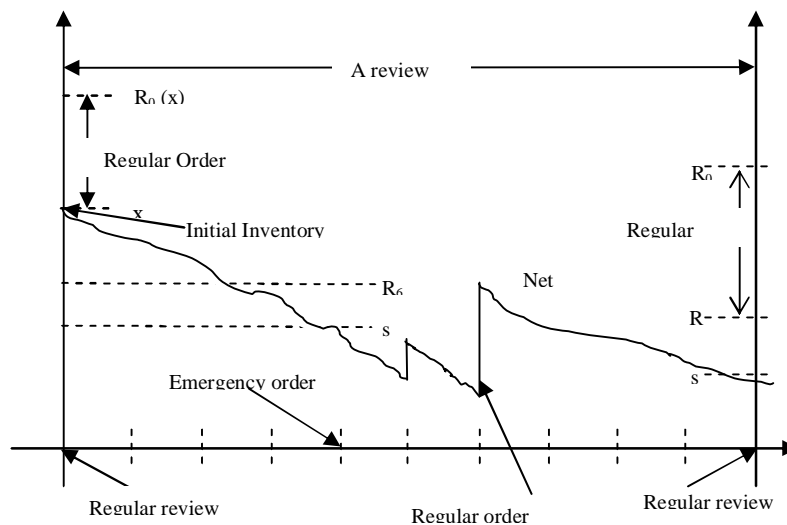
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan penelitian pendahuluan mengenai sistem pemesanan material PT.SAMI ke supplier luar negeri. Pada tahap ini ditemukan permasalahan yaitu kurang baiknya perkiraan kebutuhan produksi yang menyebabkan shortage dan overstock, sehingga dibutuhkan peramalan terhadap demand yang memperhatikan pola permintaan masa lalu disertai dengan penggunaan model persediaan yang dapat mengantisipasi adanya kenaikan dan penurunan order sehingga didapatkan biaya total persediaan yang minimal.

Pengumpulan data-data historis dan beberapa komponen pendekatan biaya-biaya yang terlibat digunakan untuk pengolahan data dan identifikasi item kritis. Item kritis adalah item dengan biaya pengadaan dan handling terbesar. Item kritis yang terpilih akan digunakan dalam pengolahan data selanjutnya.

Peramalan usulan menggunakan teknik kuantitatif metode time series dengan asumsi bahwa pola demand akan berlanjut dan berulang di masa yang akan datang. Dimulai dengan pengumpulan data historis permintaan dari *customer*, kemudian diidentifikasi pola datanya dengan uji autokorelasi dan simple t-test. Kemudian dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai dengan pola data. Setelah itu dilakukan uji akurasi untuk kemudian dibandingkan dengan metode peramalan yang lain. Metode dengan error terkecil akan dipilih menjadi peramalan usulan.

Pada kebijakan order up-to level akan diusulkan adalah penentuan target level inventori maksimal (R) dan *safety stock*. Pada kebijakan yang ada sekarang, belum digunakan parameter R sebagai target inventori dan *ss* sebagai antisipasi dari sistem pembaruan permintaan dari customer.



Gambar 2.1 Ilustrasi kebijakan periodik dengan emergency order [Liwei, 2005]

Sama seperti pada sistem *order up to level*, sistem *optional replenishment* akan mengusulkan penentuan target level inventori maksimal (R_p). Akan tetapi, penetapan R tidak disertai dengan penetapan *safety stock* melainkan disertai dengan penghitungan *reorder level*. *Reorder level* digunakan sebagai nilai anjang-ancang untuk dilakukannya pemesanan kembali ketika persediaan mencapai batas *reorder*.

HASIL

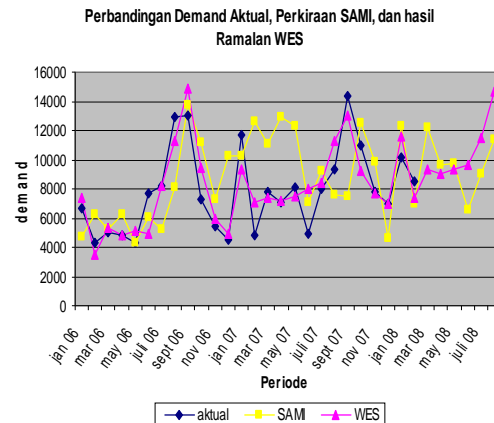
Peramalan

Berdasarkan identifikasi data historis data demand item kritis dipengaruhi oleh pola musiman 12 periode dan trend yang cenderung naik. Sehingga peramalan yang diusulkan adalah *Moving Average* ($N=12$), *Holt Exponential Smoothing*, *Damped Trend Exponential Smoothing*, *Winter Exponential Smoothing*, dan *Dekomposisi dengan trend linear*. Adapun error masing-masing usulan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Perbandingan nilai galat ramalan item kritis

Metode	MAPE
Perkiraan demand sesuai SR PT. SAMI	39,61%
Moving Average (n = 12)	22,07%
Holt Exponential Smoothing	16,12%
Damped trend exponential smoothing	15,17%
Winter Exponential Smoothing	15,16%
Dekomposisi Trend Linear	17,50%

Sehingga *Winter exponential smoothing* dipilih menjadi metode peramalan usulan. Adapun hasil ramalan dengan WES dibandingkan dengan perkiraan demand SAMI dan data aktual adalah sebagai berikut:



Implementasi sistem Persediaan PT. SAMI

PT.SAMI menerapkan sistem JIT dalam sistem persediaannya. Target inventori yang diinginkan adalah sama besar dengan kebutuhan produksi. Akan tetapi terdapat beberapa parameter yang digunakan sebagai anjang-ancang dan peringatan adanya permasalahan dalam sistem inventori. Tingkat inventori maksimum dan minimum ditentukan pada awal bulan produksi.

Jml pesan adalah jumlah *Gross Requirement* dikurangi *On Order* dan *On Hand*. *Maksimum stok* sebesar 1,5 dari kebutuhan produksi sesuai *Gross* awal periode. Dan *minimum stock* adalah 2 minggu dari kebutuhan produksi sesuai *Gross* awal periode.

Alternatif 1: Perbaikan Perkiraan Demand pada Sistem PT. SAMI

Pada Alternatif 1 akan dilakukan perbaikan demand dengan menggunakan hasil peramalan metode terpilih untuk diimplementasikan pada sistem persediaan yang dipakai oleh PT. SAMI. Langkah-langkah perencanaan perbaikan perkiraan demand adalah sebagai berikut:

1. Peramalan metode usulan terpilih dengan *Winter Exponential Smoothing*.
2. Perhitungan jumlah order (Q) ditentukan dengan persamaan

$$GR_{n+1} + GR_{n+2} + GR_{n+3} + GR_{n+4} = Q_{n-1} + Q_{n-2} + Q_{n-3} + Q_n$$

Alternatif 2: Usulan Sistem Persediaan *Order up to-level*

Langkah-langkah perencanaan perbaikan perkiraan demand adalah sebagai berikut:

1. Peramalan metode usulan terpilih dengan *Winter Eksponential Smoothing*
2. Perhitungan safety stock, sebagai peredam fluktuasi demand, dilakukan dengan menggunakan metode heuristik berbagai probabilitas kekurangan persediaan (α) dan nilainya bergantung pada nilai standar deviasi. Standar deviasi demand selama lead time dan periode review yang digunakan adalah standar deviasi demand selama lead time dan periode review pada periode yang sama di tahun yang berbeda. Hal ini didasari oleh adanya komponen musiman pada pola data demand masa lalu.
3. Perhitungan dan pemilihan R (target inventori maksimal) dengan ekspektasi biaya persediaan total terendah.
4. Perhitungan jumlah order (Q) sebesar R dikurangi dengan inventori on hand dan on order

Alternatif 3: Usulan Sistem *Optional Replenishment*

Langkah-langkah perencanaan perbaikan perkiraan demand adalah sebagai berikut:

1. Peramalan metode usulan terpilih dengan *Winter Eksponential Smoothing*
2. Perhitungan Reorder Point, sebagai patokan pemesanan kembali, nilainya bergantung pada nilai standar deviasi. Standar deviasi demand selama lead time dan periode review yang digunakan adalah standar deviasi demand selama lead time dan periode review pada periode yang sama di tahun yang berbeda. Hal ini didasari oleh adanya komponen musiman pada pola data demand masa lalu.
3. Perhitungan dan pemilihan R (target inventori maksimal).
4. Perhitungan jumlah order (Q) sebesar R dikurangi dengan inventori on hand dan on order.

Tabel 4. 2 Implementasi Sistem pemesanan PT. SAMI (Berlanjut)

Periode (i)	beg. Inv (IO) (ii)	Act Demand (iii)	t inventory (iv)	Kedatangan (v)	gross requirement (vi)					on order (vii)			order qty (viii)	
					n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+1	n+2	n+3	n+4	
maret	I	17.825	1.787	16.038	8.077	8.589	7.320	7.832	6.533	10.189	13.034	6.174	9.261	3.087
8733	II		2.964	13.074		6.764	8.338	8.683	9.626	9.364	13.034	6.174	9.261	3.087
	III		2.028	11.046		4.377	7.944	8.777	10.814	9.937	13.034	6.174	9.261	3.087
	IV		1.954	9.092		2.399	8.578	9.234	6.433	9.888	13.034	6.174	9.261	3.087

Tabel 4.2 Implementasi Sistem pemesanan PT. SAMI (lanjutan)

Periode (i)	Act.Holding cost (Rp000) (ix)	Qty Shortage (x)	Qty. Overstock (xi)	Act. Shortage cost (xii)	Act. Overstock Cost (Rp000) (xiii)	Order Qty (adj) (xiv)	add Order Y/N (xv)	Add Order qty (xv)	Act.Order Cost (Rp000) (xvi)	Act.Purchase cost (Rp000) (xvii)	Act.Total Cost (Rp000) (xviii)
maret	I	382,18	6.441		100.930	3.087	N		892	47.992,81	150.200
8733	II	311,55					N				311
	III	263,23					N				263
	IV	216,66					N				216
TOTAL		1.173,63			100.930				893	47992,82	150.991

Tabel 4. 3 Implementasi Alternatif 1 (perbaikan perkiraan demand pada sistem PT. SAMI)

Periode (i)	beg. Inv (IO) (ii)	Act Demand (iii)	t inventory (iv)	Kedatangan (v)	GR (vi)				ramalan n+4 (vii)	on order (viii)			reg order n+4 (ix)	
					n	n+1	n+2	n+3		n+1	n+2	n+3		
maret	I	12835	1787	11048	3087	8589	8144	8532	9433	11130	10982	10794	6074	6930
8733	II		2964	8084		6764	8338	8683	9626		10982	10794	6074	6930
	III		2028	6056		4377	7944	8777	10814		10982	10794	6074	6930
	IV		1954	4102		2399	8578	9234	6433		10982	10794	6074	6930

Tabel 4.3 Implementasi Alternatif 1 (perbaikan perkiraan demand pada sistem PT. SAMI) (lanjutan)

Periode (i)	Act.Holding cost (Rp 000) (x)	Qty Shortage (xi)	Qty Overstock (xii)	Act. Shortage cost (xiii)	Act. Overstock Cost (Rp000) (xiv)	add Order Y/N (xv)	Add Order qty (xvi)	Act.Order Cost (Rp000) (xvii)	Act.Purchase cost (Rp000) (xviii)	Act.Total Cost (Rp000) (xix)
maret	I	263.273	1.451		22.737	0		892	107.738	131.632
8733	II	192.641				0				192.641
	III	144.314				0				144.314
	IV	97.750				0				97.750
TOTAL		697.980			22.737			892	107.738	132.067

Tabel 4. 4 Implementasi Alternatif 2 (Sistem order up to level) (berlanjut)

Periode (i)	beg. Inv (IO) (ii)	Act Demand (iii)	t inventory (iv)	Kedatangan (v)	On Order (vi)			order qty n+4 (vii)	Act.Holding cost (Rp000) (viii)
					n+1	n+2	n+3		
		R = 46232							1.551
maret	I	15.922	1.787	14.135	6.174	6.174	10.290	9.671	436
8733	II		2.964	11.171	6.174	6.174	10.290	9.671	345
	III		2.028	9.143	6.174	6.174	10.290	9.671	282
	IV		1.954	7.189	6.174	6.174	10.290	9.671	222
							TOTAL		1.286

Tabel 4. 5 Implementasi Alternatif 2 (Sistem order up to level) (lanjutan)

Periode (i)	inv total (OH+OO) (xiv)	Qty Shortage (xv)	Qty Overstock (xvi)	Act. Shortage cost (xvii)	Act. Overstock Cost (xviii)	add Order Y/N (xix)	Add Order qty (xx)	Order Qty (adj) (xxi)	Act.Order Cost (Rp000) (xxii)	Act.Purchase cost (Rp000) (xxiii)	Act.Total Cost (Rp000) (xxiv)
maret	I	38.561	0		0	0		10.290	892	159.977	231.967
8733	II										345
	III										282
	IV										222
TOTAL					0				892	159.977	232.817

Tabel 4. 6 Implementasi Alternatif 3 (Optional Replenishment system) (berlanjut)

periode	beg. Inv (IO)	Act Demand	t inventory OH	kedatangan	On Order			reg order n+4	Act.Holding Cost (Rp000)	
					n+1	n+2	n+3			
R = 46662 ; r = 43456										
maret	I	12.835	1.787	11.048	3087	9.261	6.174	10.290	8.103	341
8733	II		2.964	8.084		9.261	6.174	10.290	8.103	249
	III		2.028	6.056		9.261	6.174	10.290	8.103	187
	IV		1.954	4.102		9.261	6.174	10.290	8.103	126
TOTAL										904

Tabel 4. 7 Implementasi Alternatif 3 (Optional Replenishment system) (lanjutan)

periode	inventory total (OH+OO)	Qty Shortage	Qty Overstock	Act. Shortage cost	Act. Overstock Cost	add Order Y/N	Add Order qty	Order Qty (adj)	Act.Order Cost (Rp000)	Act.Purchase cost (000)	Act.Total Cost (000)
maret	I	36.773	0		0.00			9.261	892	159970	162.417
8733	II	33.809							892	143970	249
	III	31.781									187
	IV	29.827									126
TOTAL									892	143970	145.770

Tabel 4. 8 Perbandingan Implementasi Alternatif 1,2 dan 3 dengan Sistem SAMI

	Sistem SAMI	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Rata-rata actual service level (Rp/ 6bulan)	96.59%	100%	100%	100%
Actual holding cost (Rp/ 6bulan)	6,550,032.95	4,309,417.20	5,786,787.02	4,641,578.89
Actual Shortage cost (Rp/ 6bulan)	3,147,496.35	0.00	0.00	0.00
Act. Overstock Cost (Rp/ 6bulan)	441,996,763.86	127,603,334.33	71,011,699.31	0.00
Act.Order Cost (Rp/ 6bulan)	7,684,158.54	5,356,117.02	5,356,117.02	5,356,117.02
Act.Purchase cost (Rp/ 6bulan)	858,538,175.25	932,727,266.25	938,531,387.49	997,175,204.16
Act. Total Cost (Rp/ 6 bulan)	1,317,916,626.95	1,070,333,686.75	1,020,685,990.83	1,007,172,900.07
perbandingan dgn biaya SAMI	-	turun 18,81%	turun 22,55%	turun 23,58%

ANALISIS

Analisis Sistem Persediaan PT. SAMI

Dalam memperkirakan kebutuhan produksi sesuai periode *leadtime*, PT. SAMI berpatokan pada perkiraan demand pada *Schedule Receipt* (SR) dengan perjanjian bahwa fluktuasi yang diperbolehkan adalah 20%. Dengan kondisi ini, seharusnya PT.SAMI juga melakukan pendekatan terhadap demand aktual, dengan mempertimbangkan pola data masa lalu. Pendekatan kebutuhan produksi yang kurang baik, menyebabkan kondisi persediaan yang tidak tepat. Perhitungan nilai *error* perkiraan demand yang digunakan PT.SAMI menunjukkan tidak akuratnya perkiraan yang dipakai. Hal ini menyebabkan kondisi persediaan yang berlebih (*overstock*), dan ketika demand cenderung naik, PT.SAMI tidak jarang harus mengeluarkan biaya untuk *air freight*.

Analisis Peramalan

Berdasarkan nilai autokorelasi ACF(k) dan *Pearson Coefficient* pada data item kritis dapat disimpulkan bahwa pola data yang terbentuk adalah musiman dengan periode musiman 12. ditunjukkan dengan perbedaan yang signifikan nilai autokorelasi pada lag 12 dan 24.

Berdasarkan identifikasi nilai trend dengan *simple t-test* dan plot data demand dapat disimpulkan bahwa data dipengaruhi oleh komponen trend. Oleh karena itu peramalan yang diusulkan adalah metode *averaging* dan *smoothing* dengan pertimbangan komponen musiman dan trend.

Metode-metode yang diusulkan beserta alasan penggunaannya, adalah sebagai berikut:

1. *Moving Average*, digunakan untuk mengeliminasi kerandoman dalam data.
2. *Holt Exponential Smoothing*, untuk mengakomodasi komponen trend yang konsisten. Karena pada *Simple t-test* nilai trend sangat besar.
3. *Damped trend Exponential Smoothing* (DTES), untuk mengakomodasi pola trend pada data yang tidak menurun atau meningkat secara konsisten.

4. *Winter Exponential Smoothing* (DES), untuk mengakomodasi pola musiman dan trend pada data.
5. *Dekomposisi trend linear*, untuk mengakomodasi kerandoman, trend dan pola musiman pada data.

Dalam memperkirakan kebutuhan periode mendatang sebaiknya dilakukan peramalan dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pertimbangan adanya kesamaan pola demand masa lalu hendaknya dipertimbangkan dalam menentukan perkiraan demand. Pola data yang ada dapat digunakan untuk menentukan pertimbangan dalam memperkirakan kebutuhan. Perkiraan komponen yang berpengaruh dapat dilakukan dengan perhitungan nilai autokorelasi maupun identifikasi dengan *simple t-test*. Komponen tren dapat digunakan dalam memperkirakan demand rata-rata tahunan yang selalu bertambah.
2. Metode peramalan yang diusulkan adalah *Winter Eksponential Smoothing* (WES). Untuk mempermudah perhitungan peramalan metode peramalan dapat digunakan pengolahan dengan software SPSS atau Minitab. WES menggunakan 3 parameter yaitu α , β , dan γ . Penentuan nilai α , β , dan γ menggunakan bantuan *Gridsearch* dengan software SPSS.
 - α merupakan parameter *smoothing* level berfungsi untuk menghaluskan efek komponen random. Semakin kecil (mendekati nol) nilai α semakin besar efek *smoothing* yang diberikan, dan sebaliknya.
 - β merupakan parameter *smoothing trend*, berfungsi untuk menghaluskan efek komponen trend. Semakin kecil nilai parameter β semakin besar efek *smoothing* yang diberikan, dan sebaliknya.
 - γ ditambahkan untuk mengontrol pembobotan relatif pada pengamatan baru untuk mengestimasi kemunculan pola

musiman. Nilai γ berkisar dari 0 sampai 1. Semakin besar menunjukkan pemberian bobot yang semakin besar pada pengamatan terbaru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pola demand item 7229-2512-20 memiliki komponen musiman 12 periode dengan trend menaik. Metode usulan peramalan terpilih adalah *Winter Eksponensial Smoothing* dengan tingkat *error* ramalan terendah yaitu 15,16% jauh lebih rendah dengan ramalan PT. SAMI dengan error sebesar 39,61%.

Usulan perbaikan demand yang diterapkan pada sistem PT. SAMI dapat menurunkan biaya total persediaan selama implementasi bulan Maret - Agustus 2008 dari Rp 1,3 milyar menjadi Rp 1,07 milyar atau turun sebesar 18,81%.

Usulan sistem *order up to level* dengan perhitungan target inventori maksimal dan *safety stock* dengan pertimbangan demand masa lalu, mampu menurunkan biaya total persediaan menjadi Rp 1,02 milyar atau turun sebesar 22,55% dari biaya total yang harus dikeluarkan oleh PT. SAMI

Usulan sistem *optional replenishment* dengan perhitungan target inventori maksimal dan *reorder point* dengan pertimbangan demand masa lalu, mampu menurunkan biaya total persediaan menjadi Rp 1,00 milyar atau turun sebesar 23,58% dari biaya total yang harus dikeluarkan oleh PT. SAMI.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bahagia, Senator N., (2006), *Sistem Inventori*, ITB, Bandung.
2. DeLurgio, Stephen A., (1998), *Forecasting Principles and Applications*, Mc-Graw Hill Inc, Singapore.
3. Elsayed & Boucher T. (1994), *Analysis & Control of Production System*. Prentice Hall International.
4. Gallego, Guillermo, Ana Muriel, Tylan Yieldis., (2003), *Optimal Policies with Convertible Lead Times*. www.scmlab.ecs.umass.edu

5. Gaspersz, Vincent, Dr., (1998), *Production Planning & Inventory Control berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II & JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta : Gramedia.
6. Nasution, Arman Hakim, (1995), *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Jakarta: Guna Widya.
7. Dervitsiotis, Kostas N., (1981), *Operations Management*. Singapore: McGraw-Hill.
8. Bai, Liwei. (2005), *Inventory Control and Demand Distribution Characterization*. Thesis School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology.
9. Peterson, Helen. *Dynamic Development Strategy for Tamro and Apoteket's Supply Chain*. Thesis School of economic and comersial law Goteborg University
10. Silver, Edward, David Pyke & Rein Peterson. (1998), *Inventory Management and Production Planning and Shceduling*. New York: John Wiley & Sons.
11. Tersine, RJ., (1994), *Principles of Inventory & Materials Manajement*. Prentice Hall International.