

USULAN SISTEM PEMESANAN UNTUK MENINGKATKAN *SERVICE LEVEL* PADA SISTEM HEIJUNKA

Sri Hartini, Zainal Fanani, Luki Rachimi A.

Program Studi Teknik Industri
Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto, SH., Semarang
srihartini@industri.ft.undip.ac.id

Abstrak

PT X merupakan distributor yang melayani permintaan suku cadang untuk wilayah Jawa Tengah dan Yogyakarta. Salah satu ukuran kepuasan pelanggan adalah service level. Berdasarkan data perusahaan pada bulan Januari – April 2007, service level global untuk keseluruhan item masih berada dibawah target service level yang ditetapkan oleh perusahaan.

Pada penelitian ini diberikan usulan perbaikan pada sistem peramalan dan model pemesanan untuk item kritis, yaitu item 90915-TE001 dan 85214-OA010. Untuk mengatasi fluktuasi demand, peneliti mengusulkan adanya safety stock yang ditentukan berdasarkan besarnya fluktuasi demand dan target service level yang ingin dicapai.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa model peramalan yang sesuai adalah Holt Exponential Smoothing untuk item 90915-TE001, dan Single Exponential Smoothing untuk item 85214-OA010. Selain itu, perhitungan safety stock dan MIP berdasarkan model usulan, meningkatkan rata – rata aktual service level hingga 99.38% pada sistem heijunka.

Kata Kunci: *service level, peramalan, pemesanan heijunka*

Abstract

PT X, distributor which serves the demand of genuine parts in central java and DIY. As a Distributor Company, PT X has two kinds of responsibilities, to customer as the supplier, to always improve the satisfaction of customer. One of satisfaction of customer is service level. According to company data from january to april 2007, global service level for all items still stay below the service level target which is decided by company.

In this research, given correction suggestion in forecasting system and ordering model for critic items, those are item 90915-TE001 and 85214-OA010. For solving the demand fluctuation, researcher suggests for safety stock that is decided by the value of demand fluctuation and service level target will be reached.

From the research, obtained that the suitable forecasting model is Holt Exponential Smoothing for item 90915-TE001, and Single Exponential Smoothing for item 85214-OA010. Beside that, calculation of safety stock and MIP according to suggestion model, improve average actual service level until 99,38% in Heijunka System

Keywords: *service level, forecasting, order, heijunka*

PENDAHULUAN

Aktivitas utama di PT X adalah pemesanan (*ordering*), pergudangan (*warehousing*), dan pengiriman (*delivering*). Aktivitas pemesanan merupakan bagian terpenting karena melakukan fungsi *inventory control* dan mampu mempengaruhi kinerja dari 2 aktivitas yang lain. Pemesanan dilakukan melalui 3 tipe order yaitu tipe 1 untuk *vehicle of road (VOR) urgent* dengan *lead*

time terpendek yaitu 1 hari, tipe 2 *emergency* dengan *lead time* 3 hari, dan tipe 3 untuk *replenishment stock* dengan *lead time* 4 hari. Masing – masing tipe order berpengaruh terhadap harga pokok pembelian (HPP) yang harus dibayarkan oleh pihak PT X. HPP order tipe 1 sebesar 80% dari *price list*, tipe 2 sebesar 74% dari *price list*, dan tipe 3 sebesar 67% dari *price list*. Order tipe 1 dan 2 akan mengurangi

persentase keuntungan yang akan diperoleh PT X.

Penentuan tipe order dilakukan oleh pihak pelanggan, yaitu *dealer*, *partshop* maupun *customer*, selanjutnya order ini akan diteruskan hingga pemesanan kepada pihak TAM, apabila suku cadang / *item* tidak tersedia dalam *stock* di gudang. Ketidaktersediaan *stock* di gudang mengindikasikan sistem kontrol inventori belum berjalan dengan baik. Ketidaktersediaan *stock* akan mengakibatkan terjadinya *back order* dan *loss sales* pada order tipe 1 dan 2, dan akan mengakibatkan *back order* pada order tipe 3. Pada akhirnya, terjadinya *back order* dan *loss sales* berdampak pada menurunnya *service level* terhadap pelanggan.

Berdasarkan data Januari-April 2007, tingkat *service level* berada di bawah target *service level* yang ditetapkan perusahaan. Selain itu *service level* masih diperhitungkan secara global (keseluruhan) atau rangkuman keseluruhan *item*, sehingga belum mampu menelusuri jenis *item* yang mengakibatkan terjadinya penurunan *service level*. Tabel 1.1 menjelaskan mengenai *service level* PT PT X.

Tabel 1. Service level Penjualan periode Januari – April 2007

Bulan	Januari	Februari	Maret	April
Line item (L <i>i</i>) Back Order (BO)	2069	2018	1216	1145
Total L <i>i</i> Jual	23598	16191	18177	17304
Service level berdasar BO	91.94	88.92	93.73	93.79
L <i>i</i> Loss Sales (LS)	349	239	254	177
Service Level berdasar BO-LS	90.71	87.77	92.52	92.90
Target Service level	96.5	96.5	96.5	96.5

(Sumber data: Bagian Inventory Control PT. PT X, Semarang)

PT X dihadapkan dengan tiga sistem pemesanan pada order tipe 3 untuk *replenishment stock*, yaitu (1) sistem *heijunka* dimana pemesanan untuk *item* tertentu dilakukan dengan kuantitas pemesanan yang sama per hari dalam satu bulan, dengan perhitungan kuantitas pemesanan dilakukan oleh pihak PT X; (2) sistem *firm order* dimana pemesanan *item* tertentu dilakukan pada bulan n-1 sejumlah

pemesanan untuk satu bulan, dengan pembagian kuantitas yang akan dikirimkan per hari pada bulan ke-n ditentukan oleh pihak TAM; dan (3) sistem *replenishment* umum untuk *item* selain yang telah tersebut pada kedua jenis order sebelumnya, dengan pemesanan *order up to – R* dengan interval pemesanan harian dan dilakukan jika *inventory level* berada di bawah target *maximum inventory position* (MIP).

Selama ini pada sistem *heijunka* penentuan kuantitas pemesanan (Q) dilakukan dengan pembagian rata ramalan MAD (*Monthly Average Demand*) dan *safety stock* sebesar 30% dari ramalan MAD dalam periode *review* satu bulan. Penentuan *safety stock* sebesar 30% ini hanya ditetapkan berdasarkan intuisi bagian *inventory control*. Selain itu terjadi keterlambatan dalam perencanaan *heijunka*, karena Q yang direncanakan seharusnya untuk memenuhi *demand* 1 bulan dan dapat datang mulai awal bulan, namun Q yang datang pada awal bulan bukan Q yang direncanakan untuk bulan tersebut. Untuk sistem *firm order* penentuan kuantitas per hari merupakan kewenangan TAM. Sedangkan untuk sistem *replenishment order up to-R*, kuantitas pemesanan berfluktuasi tergantung *demand* pelanggan dan MIP dihitung berdasarkan patokan persentase nilai ramalan MAD yang juga ditetapkan berdasarkan intuisi.

Dalam hal peramalan *demand*, PT X menggunakan metode *moving average* dengan periode waktu 4 bulanan untuk seluruh jenis *item*. Pemilihan metode ini dilakukan tanpa melihat pola data *demand* untuk masing – masing item. Selain itu yang digunakan sebagai input data historis *demand* adalah data *supply*, yaitu data pada saat *demand* dapat dipenuhi, tidak menggunakan data *demand* pada saat order diterima, sehingga input data yang diramalkan bukan data *demand* yang sesungguhnya. Sistem peramalan yang kurang baik akan menyebabkan ketidakakuratan pada sistem pemesanan / *replenishment*-nya.

Berdasarkan paparan di atas dapat dirumuskan bahwa nilai *service level* yang berada dibawah target perusahaan disebabkan oleh sistem peramalan dan

sistem pemesanan yang kurang baik, sehingga diperlukan untuk memberikan usulan metode peramalan sesuai pola *demand* dan input data yang benar, serta memberikan usulan pada sistem pemesanan.

Dengan perbaikan metode peramalan dan model pemesanan yang akan diusulkan, diharapkan dapat mereduksi tingkat kesalahan terhadap dugaan permintaan konsumen dan dapat meningkatkan *service level* perusahaan.

Karena tujuan penelitian ini merupakan perbaikan metode, maka penelitian ini hanya membahas item kritis yang akan digunakan sebagai uji model yang disarankan berdasarkan data historis periode Januari 2005–Agustus 2007 dan usulan pemesanan hanya pada sistem *heijunka*.

Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pola data historis akan berlanjut di masa datang.
2. Biaya – biaya persediaan yang terlibat tidak mengalami fluktuasi.
3. Strategi pemasaran yang diterapkan, diasumsikan tetap.
4. Pelanggan memiliki loyalitas tinggi sehingga selalu menunggu permintaan terpenuhi, sehingga permintaan yang belum terpenuhi diasumsikan *backorder*.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap – tahap penelitian yang harus dilakukan, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan terarah dan mempermudah analisis permasalahan yang ada. Metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Pendahuluan : perumusan masalah, penetapan tujuan penelitian, batasan dan asumsi
2. Penelusuran pustaka
3. Metodologi Penelitian
4. Pengumpulan dan Pengolahan Data
5. Analisis
6. Kesimpulan dan saran

Karakteristik Sistem PT PT X Kebijakan Peramalan PT. PT X

Kebijakan peramalan PT. PT X menggunakan metode *moving average* dengan periode waktu 4 bulanan untuk seluruh jenis *item*. Pemilihan metode ini dilakukan tanpa melihat pola data *demand* untuk masing – masing *item*. Input data historis *demand* adalah data *supply*, yaitu data pada saat *demand* dapat dipenuhi, tidak menggunakan data *demand* pada saat *order* diterima, sehingga input data yang diramalkan bukan data *demand* yang sesungguhnya.

Kebijakan Pemesanan PT. PT dengan Sistem Heijunka

Berikut ini karakteristik dari sistem *heijunka*:

- a. Pemesanan untuk *item* tertentu dengan kuantitas pemesanan (Q) yang sama per hari dalam satu bulan, dengan perhitungan kuantitas pemesanan dilakukan oleh pihak PT X.
- b. Fluktuasi *order heijunka* yang disarankan oleh pihak TAM yaitu 20% dan maksimal 4 kali perubahan melebihi 20% dalam 1 bulan.
- c. Penentuan Q dilakukan dengan pembagian rata *order* dalam satu bulan dan menambahkan *safety stock* sebesar 30% dari ramalan MAD (*Monthly Average Demand*). Penentuan *safety stock* sebesar 30% ini hanya ditetapkan berdasarkan intuisi dari bagian *inventory control*.
- d. Pihak TAM memberikan *reward* sebesar Rp. 6.000.000 tiap 6 bulan bagi dealer yang memiliki performansi *order heijunka* yang terbaik, hal ini memicu PT X untuk melakukan *order* yang rata tiap hari. Namun pada kenyataannya karena *demand* pelanggan fluktuatif, sehingga terjadi *backorder*, maka masih terjadi perubahan kuantitas pemesanan dalam 1 bulan..
- e. Perencanaan *heijunka* dilakukan pada awal bulan sehingga pada hari pertama pada awal bulan, pesanan yang datang sejumlah Q yang bukan direncanakan untuk bulan tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan *backorder* atau

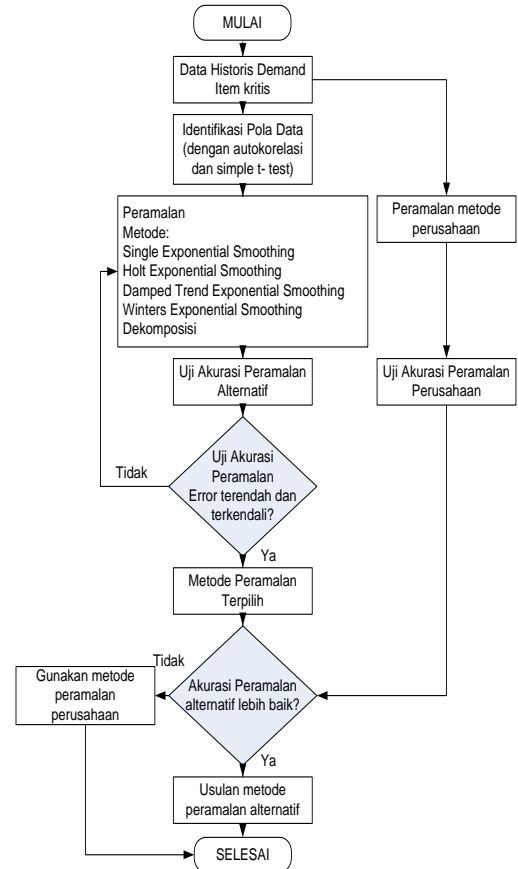
stockout jika Q yang dipesan pada bulan $t-1$ kecil, dan jumlah *demand* bulan t besar. Serta dapat mengakibatkan *stock* yang berlebih jika Q yang dipesan pada bulan sebelumnya besar, dan jumlah *demand* pada bulan t kecil. Atau dengan kata lain terjadi keterlambatan dalam perencanaan *heijunka*, karena Q yang direncanakan seharusnya untuk memenuhi *demand* 1 bulan dan dapat datang mulai awal bulan.

- f. Sistem *firm order* dimana pemesanan *item* tertentu dilakukan pada bulan $n-1$ sejumlah pemesanan untuk satu bulan, dengan pembagian kuantitas yang akan dikirimkan per hari pada bulan ke- n ditentukan oleh pihak TAM, sehingga pihak PT X hanya menerima berapapun variasi jumlah pengiriman dalam satu bulan.

Usulan Model

Usulan Model Peramalan

Penelitian ini mengusulkan supaya peramalan dilakukan dengan memperhatikan pola demand yang ada, bukan menggunakan model moving average tanpa memahami pola permintaan yang ada. Tahapan peramalan dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Peramalan yang Diusulkan

Usulan Model Pemesanan pada Sistem Heijunka

Sistem pemesanan *heijunka* usulan yang akan diberikan yaitu perbaikan dalam penentuan kuantitas *order* (Q) dan *safety stock* (ss) pada perkiraan biaya *total* minimum dan *service level* (η) terbaik; serta perbaikan dalam waktu perencanaan. Rumusan yang digunakan disesuaikan dengan sistem *heijunka* yang diterapkan perusahaan, hanya berbeda dalam penentuan *safety stock* dan waktu perencanaan. Pengambilan keputusan berdasarkan *trial and error* / coba – coba nilai *safety stock* yang menghasilkan perkiraan biaya *total* minimum dan *service level* (η) terbaik

Perbaikan waktu perencanaan yang dimaksud yaitu dengan melakukan perencanaan *heijunka* pada akhir bulan, yaitu hari terakhir (hk) bulan $t-1$, sehingga diperlukan penyesuaian dalam hal:

1. Peramalan dilakukan sebelum bulan t-1 selesai, sehingga data aktual yang tersedia pada bulan t-1 untuk meramalkan *demand* bulan t hanya dari hari h1 hingga hk-1. Oleh karena itu diperlukan perkiraan *demand* bulan t-1 hingga hari terakhir (hk), sebagai berikut:

$$D(t-1) = \sum_{i=h1}^{hk-1} D(t-1) + D(t-1)_{hk}$$

$$\exp D(t-1) = \sum_{i=h1}^{hk-1} D(t-1) + \bar{D}(t-1)$$

$$\bar{D}(t-1) = \frac{\sum_{i=h1}^{hk-1} D(t-1)}{k-1}$$

Dimana:

D(t-1) = permintaan aktual bulan t-1

exp D(t-1) = perkiraan permintaan bulan t-1 sebagai dasar peramalan Dt

h = hari ke-k

k = jumlah hari

D(t-1)_{hk} = permintaan aktual hari terakhir bulan t-1

$\bar{D}(t-1)$ = rata-rata permintaan harian bulan t-1, sebagai perkiraan permintaan hari terakhir bulan t-1

2. Perencanaan dilakukan sebelum bulan t-1 selesai, sehingga jumlah OH (II) dan BO yang tersedia untuk menentukan kuantitas pesanan (Q) hanya dari h1 hingga hk-1. Oleh karena itu diperlukan perkiraan jumlah OH (II) dan BO bulan t-1 hingga hari terakhir (hk), sebagai berikut:

$$OH(II)(t-1)_{hk} = OH(II)(t-1)_{hk-1} - D(t-1)_{hk}$$

$$\exp OH(II)(t-1)_{hk} = OH(II)(t-1)_{hk-1} - \bar{D}(t-1)$$

Dimana:

$OH(II)(t-1)_{hk}$ = jumlah inventori on hand pada akhir hari terakhir (hk) pada bulan t-1

exp $OH(II)(t-1)_{hk}$ = perkiraan jumlah inventori on hand pada akhir hari terakhir (hk) pada

bulan t-1 sebagai dasar penentuan kuantitas pesanan (Q)

$OH(II)(t-1)_{hk-1}$ = jumlah inventori on hand pada akhir 1 hari sebelum hari terakhir (hk-1) pada bulan t-1

BO = backorder

Jika $\exp OH(II)(t-1)_{hk}$ bernilai negatif, maka $\exp OH(II)(t-1)_{hk} = 0$ dan nilai BO pada hari terakhir (hk) bulan t-1 = hasil $\exp OH(II)(t-1)_{hk}$

Untuk mengetahui performansi sistem *heijunka* usulan dengan perbaikan waktu perencanaan, maka akan dibandingkan hasilnya dengan sistem *heijunka* usulan tanpa perbaikan waktu perencanaan. Sehingga sistem *heijunka* usulan yang akan diberikan yaitu:

1. Sistem *heijunka* usulan dengan waktu perencanaan awal bulan
Keterangan : Tidak diperlukan penyesuaian dalam peramalan dan perkiraan inventori on hand, karena data aktual *demand* t-1 telah tersedia pada awal bulan t dan *inventory on-hand* aktual pada hari terakhir bulan t-1 telah tersedia pada awal bulan t.
2. Sistem *heijunka* usulan dengan waktu perencanaan akhir bulan

Rumusan yang digunakan dalam sistem *heijunka* adalah sebagai berikut:

1. *Safety Stock*

$$ss = Z\alpha S\sqrt{L} \quad \text{dimana, } L = k = F$$

2. Kuantitas Order

Untuk perencanaan awal bulan:

$$Q = \frac{Dt - OH(II)(t-1)_{hk} - OO(t-1)_{hk} + BO(t-1)_{hk} + ss}{F}$$

Untuk perencanaan akhir bulan:

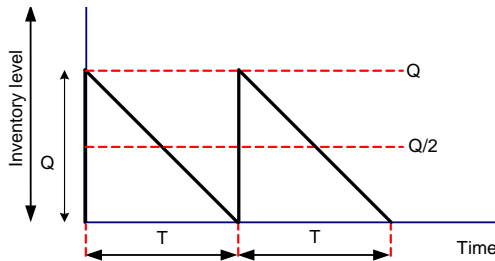
$$Q = \frac{Dt - \exp OH(II)(t-1)_{hk} - OO(t-1)_{hk} + \exp BO(t-1)_{hk} + ss}{F}$$

Dimana,

Q = kuantitas *order*

$OO(t-1)_{hk}$ = jumlah inventori on *order* pada hari terakhir (hk) pada bulan $t-1$

3. Ekspektasi Biaya Simpan
 Pada kondisi seimbang dengan $OH+OO=0$, maka:
- ▶ Sesaat setelah kedatangan *replenishment order*, maka posisi inventori sebesar Q .
 - ▶ Sesaat sebelum kedatangan *replenishment order*, maka posisi inventori sebesar 0.

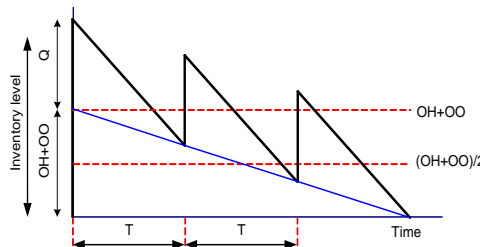


Gambar 2 Posisi Inventori keadaan seimbang Heijunka dengan $OH=0$

Sehingga ekspektasi / rata - rata inventori adalah: $Q/2$

Pada kondisi seimbang dengan $OH+OO>0$, maka:

- ▶ Pada awal siklus sebelum kedatangan *replenishment order* posisi inventori adalah sebesar $OH+OO$
- ▶ Pada akhir siklus posisi inventori adalah sebesar 0



Gambar 3 Posisi Inventori keadaan seimbang Heijunka dengan $OH>0$

Sehingga ekspektasi / rata - rata inventori adalah: $(OH + OO + Q)/2$

Untuk perencanaan awal bulan:

$$Os = h \left(\frac{Q + OH(I1)(t-1)_{hk} + OO(t-1)_{hk}}{2} \right)$$

Untuk perencanaan akhir bulan:

$$Os = h \left(\frac{Q + \exp OH(I1)(t-1)_{hk} + OO(t-1)_{hk}}{2} \right)$$

4. Ekspektasi Biaya Pesan $Op = AF$

5. Ekspektasi Jumlah Kekurangan (*Stockout*)

Untuk perencanaan awal bulan:

$$N = \int_{MIP}^z \left(x - \left(Q + \frac{(OH(I1)(t-1)_{hk} + OO(t-1)_{hk})}{F} \right) \right) f(x) dx$$

Untuk perencanaan akhir bulan:

$$N = \int_{MIP}^z \left(x - \left(Q + \frac{(\exp OH(I1)(t-1)_{hk} + OO(t-1)_{hk})}{F} \right) \right) f(x) dx$$

$$N = S \sqrt{L} [f(z\alpha) - z\alpha\psi(z\alpha)]$$

6. Ekspektasi Biaya Kekurangan
 Jika $OH+OO=0$, maka kemungkinan BO dapat terjadi pada seluruh periode, sehingga:

$$Ok = \pi FN$$

Jika $OH+OO>0$, maka kemungkinan BO diperkirakan terjadi pada pertengahan hingga akhir periode, sehingga:

$$Ok = \pi \frac{F}{2} N$$

7. Ekspektasi Biaya *Opportunity*

Jika $OH+OO=0$, maka kemungkinan BO dapat terjadi pada seluruh periode, sehingga:

$$Or = RFN$$

Jika $OH+OO>0$, maka kemungkinan BO diperkirakan terjadi pada pertengahan hingga akhir periode, sehingga:

$$Or = R \frac{F}{2} N$$

8. Ekspektasi Biaya Pembelian $Ob = DP$

9. Ekspektasi Biaya Total

$$\exp TC = Os + Op + Ok + Or + Ob$$

10. Ekspektasi *Service Level*

$$\exp \eta = \left(1 - \frac{\text{total}N}{D}\right)100\%$$

Jika $OH+OO = 0$, maka:

$$\exp \eta = \left(1 - \frac{FN}{D}\right)100\%$$

Jika $OH+OO > 0$, maka:

$$\exp \eta = \left(1 - \frac{(F/2)N}{D}\right)100\%$$

Algoritma sistem pemesanan *heijunka* usulan secara skematis dijelaskan pada lampiran.

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN Metode Peramalan Usulan

Identifikasi pola data:

- a. Item 90915-TE001: Nilai *pearson coefficient* pada *lag* 12 menunjukkan adanya komponen musiman 12 periode (tahunan). Hasil *simple t-test* menunjukkan adanya komponen *trend*.
- b. Item 85214-0A010: Nilai *autocorrelation* dan *pearson coefficient* pada *lag* 12 menunjukkan adanya komponen musiman 12 periode (tahunan). Hasil *simple t-test* tidak menunjukkan adanya komponen *trend*

Metode peramalan usulan terpilih:

- a. Item 90915-TE001
Diantara metode peramalan usulan (*Holt ES*, *Damped Trend ES*, *Winters ES*, dan Dekomposisi *Linear*) dihasilkan metode dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terendah, yaitu: *Holt Exponential Smoothing* + *seasonalisasi*. Nilai MAPE model PT PT X 17.66%, model usulan Holt ES 9.23%. Perbandingan hasil peramalan kebijakan PT X dengan metode usulan terpilih diperlihatkan pada lampiran
- b. Item 85214-0A010
Diantara metode peramalan usulan (*Moving Average*, *Single ES*, dan Dekomposisi tanpa *trend*) dihasilkan metode dengan nilai MAPE terendah, yaitu: *Single Exponential Smoothing* + *seasonalisasi*. Hasil MAPE model PT

PT X 77.97% sedang model usulan SES 17.86%.

Perbandingan hasil peramalan kebijakan PT X dengan metode usulan terpilih digambarkan pada gambar lampiran.

Model Pemesanan Sistem Heijunka Usulan

Perencanaan sistem *heijunka* usulan mengikuti langkah – langkah:

1. Peramalan metode usulan terpilih dengan *Holt Exponential smoothing*
2. Perhitungan *safety stock* sesuai dengan nilai standar deviasi dengan berbagai nilai α (probabilitas kekurangan inventori)
3. Perhitungan kuantitas *order* (Q) dari MAD dikurangi dengan *inventory on hand*, *inventory on order* dan ditambah dengan *backorder* dan berbagai pilihan nilai *safety stock* kemudian dibagi dengan frekuensi *order* dalam sebulan.
4. Pemilihan nilai Q dengan ekspektasi total biaya persediaan terendah.
5. Perencanaan dilakukan pada akhir bulan, sehingga *order* pertama datang pada hari pertama pada bulan yang direncanakan dan sesuai dengan Q yang direncanakan.

a. Hasil Perencanaan Bulan April – Agustus 2007:

Rumusan yang digunakan:

▶ *Safety stock*

$$ss = Z\alpha S\sqrt{L}$$

▶ Kuantitas *Order*

$$Q = \frac{Dt - OH(I1)(t-1)_{hk} - OO(t-1)_{hk} + BO(t-1)_{hk} + ss}{F}$$

▶ *Expectation of Holding Cost* (Os)

$$Os = h\left(\frac{Q + OH(I1)(t-1)_{hk} + OO(t-1)_{hk}}{2}\right)$$

▶ *Expectation of Order Cost* (Op)

$$Op = AF$$

▶ *Expectation of Stockout* (N) and *Stockout Cost* (Ok)

$$N = S\sqrt{L}[f(z\alpha) - z\alpha\psi(z\alpha)]$$

$$Ok = \pi(F/2)N$$

- ▶ *Expectation of Opportunity Cost (Or)* $Or = R(F/2)N$
- ▶ *Expectation of Purchase Cost (Ob)* $Ob = DP$
- ▶ *Expectation of Total (TC)*

$$\text{exp } TC = Os + Op + Ok + Or + Ob$$

- ▶ *Expectation of Service Level*

$$\text{exp } \eta = (1 - \frac{\text{total}N}{D})100\%$$

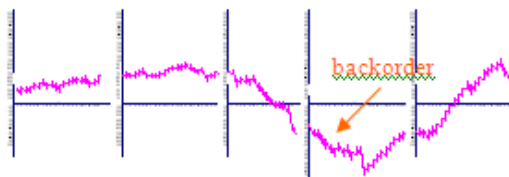
Hasil ukuran Q ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Q pada Perencanaan Awal dan Akhir

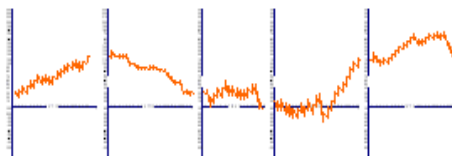
Bulan	Q Waktu Perencanaan Awal	Q Waktu Perencanaan Akhir
April 2007	174 unit/hari	174 unit/hari
Mei 2007	73	86
Juni 2007	224	227
Juli 2007	238	230
Ags 2007	136	145

- b. Perbandingan hasil implementasi sistem *heijunka* PT X dan usulan Bulan April – Agustus 2007:
- ▶ Posisi Inventori inventori antara model PT PT X dengan Model usulan dijelaskan pada gambar 4.

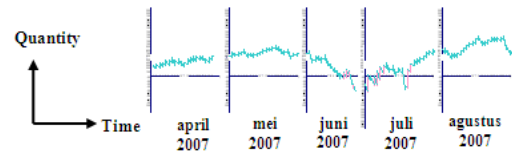
PT X Kondisi 1
(terjadi backorder pesanan tetap rata)



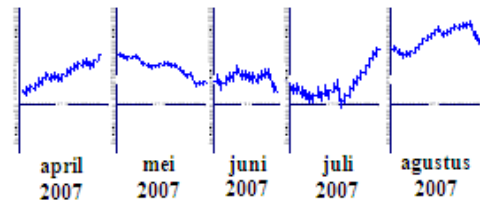
Usulan Waktu Perencanaan Awal



PT X Kondisi 2
(terjadi backorder pesanan tambahan)



Usulan Waktu Perencanaan Akhir



Gambar 4. Perbandingan Inventori antara Model PT X dan Model Usulan

Performansi berdasarkan ukuran aktual service level dan total biaya persediaan dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Service Level dari Model Usulan

	Sistem Heijunka PT X		Sistem Heijunka Usulan	
	Kondisi 1	Kondisi 2	Waktu Perencanaan Awal Bulan	Waktu Perencanaan Akhir Bulan
Rata-rata Actual Service level (η) (%)	63.80%	87.80%	85.35%	99.38%
Actual Total Cos(TC) (Rp/5 bulan)	Rp.358.08 3.691,83	Rp.357. 716.897, 96	Rp.368.572.6 44,48	Rp.372.409.8 89,47

Perubahan performansi jika menerapkan sistem *heijunka* usulan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perubahan Performansi dan Biaya Total

	Rata-rata Service level	Total Biaya - Reward Heijunka
PT X Kondisi 1 versus Usulan	Meningkat 35.58 %	Meningkat Rp. 14.326.197,67
PT X Kondisi 2 versus Usulan	Meningkat 11.58 %	Meningkat Rp. 8.692.991,51

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem *heijunka* usulan memiliki performansi yang jauh lebih baik dalam *service level*, tetapi total biaya persediaan lebih mahal. Berikut ini analisis terhadap total biaya yang lebih mahal:

1. Biaya *stockout* dan *opportunity* per unit sistem *heijunka* sangat rendah, sehingga jika terjadi *stockout* dalam jumlah yang banyak hanya ditanggung biaya *stockout* dan *opportunity* yang sangat kecil.
2. Hasil peramalan PT X kurang akurat dan berada dibawah *demand* aktualnya sehingga jumlah *safety stock* kecil, kuantitas *order* rendah, sehingga biaya pembelian menjadi rendah.

Karena biaya *stockout*, *opportunity* dan pembelian yang rendah menyebabkan sistem *heijunka* PT X menanggung total biaya persediaan yang lebih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode peramalan usulan terpilih memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan kebijakan PT X, hingga mencapai nilai MAPE 9.23 % dibandingkan 17.66 % (item 90915-TE001); dan mencapai nilai MAPE 17.86% dibandingkan 77.97% (item 85214-0A010).

Sistem *heijunka* usulan dengan perhitungan *safety stock* berdasar standar deviasi *demand* harian dan waktu perencanaan akhir bulan, dapat meningkatkan rata – rata *servicel level* hingga 99.38%, dengan total biaya persediaan Rp. 372.409.889,47

Performansi yang dihasilkan sistem *heijunka* usulan, dari ukuran *service level* lebih tinggi 35.58% dibandingkan sistem *heijunka* PT X kondisi 1 (jika terjadi backorder tetap dilakukan pemesanan rata), dan lebih tinggi 11.58% dibandingkan sistem *heijunka* PT X kondisi 2 (jika terjadi backorder melakukan pesanan tambahan). Dari ukuran total biaya persediaan lebih tinggi Rp. 14.326.197,67 dibandingkan sistem *heijunka* PT X kondisi 1, dan lebih tinggi Rp. 8.692.991,51 dibandingkan sistem *heijunka* PT X kondisi 2. Total biaya yang lebih tinggi disebabkan oleh biaya *stockout* per unit yang sangat rendah dan

hasil peramalan PT X yang berada di bawah *demand* aktual.

Saran yang dapat diberikan pada perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Bagi PT PT X
 - a. Sebaiknya dilakukan identifikasi pola *demand* sebelum menentukan metode peramalan, sehingga dapat dipilih metode peramalan yang tepat dan dapat meningkatkan akurasi peramalan; dan selalu dilakukan kontrol terhadap *demand* aktual terbaru, karena terdapat kemungkinan bahwa pola data akan berubah.
 - b. Sebaiknya dilakukan penyesuaian *safety stock* terhadap standar deviasi *demand* harian dan dilakukan waktu perencanaan pada akhir bulan untuk sistem *heijunka* sehingga dapat meningkatkan *service level*.
2. Bagi Penelitian selanjutnya PT X memiliki sekitar 9.108 jenis *item* yang harus diramalkan, penggunaan metode peramalan yang berbeda – beda akan memerlukan waktu dan biaya yang besar. Untuk itu dapat dilakukan klasifikasi *item* dengan pola data sejenis yang dapat menggunakan metode peramalan yang sama.

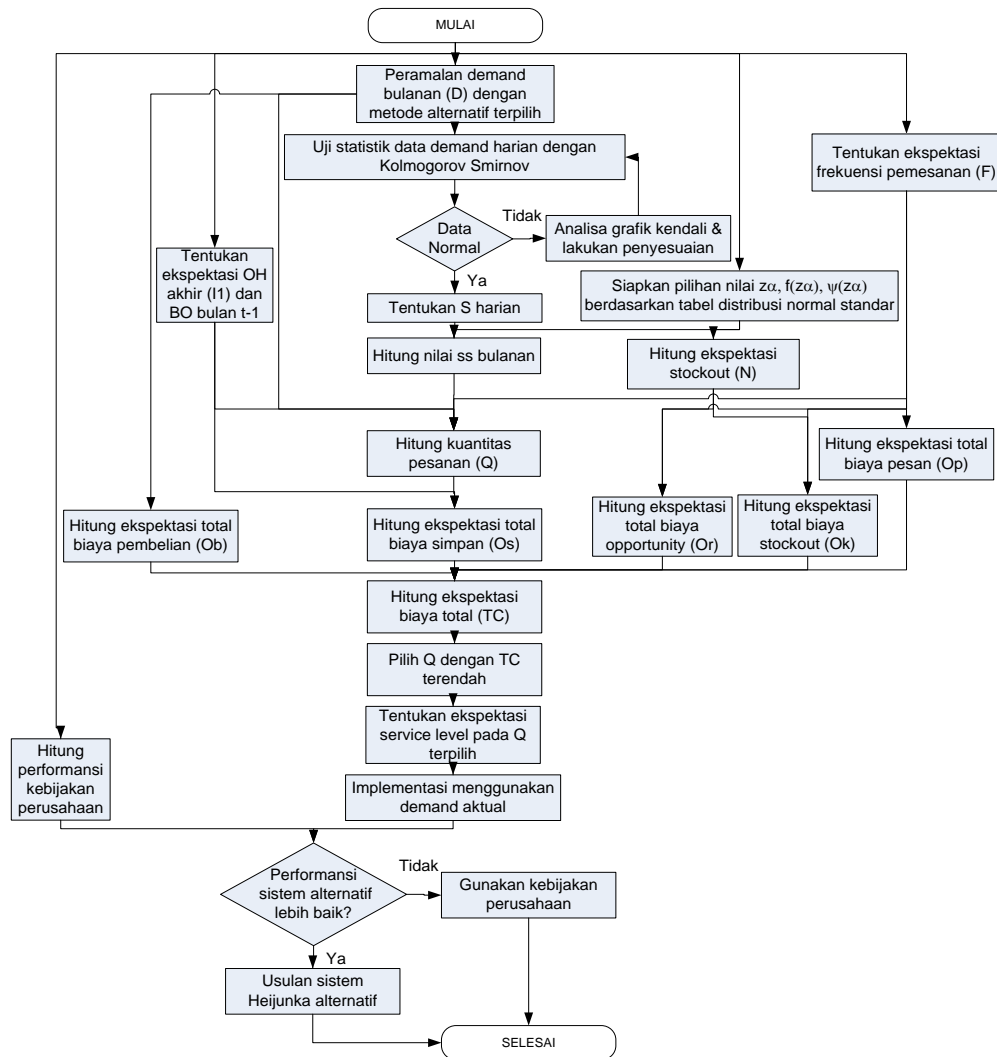
DAFTAR PUSTAKA

1. Bahagia, Senator N., (2006), *Sistem Inventori*, ITB, Bandung.
2. Blank, Leland P. E., (1982), *Statistical Procedures for Engineers, Management, and Science*, Mc-Graw Hill Inc, Tokyo.
3. Chapman, Stephen N. and Arnold J. R. T., (1991), *Introduction to Material Management*, Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey.
4. Elsayed A., (1994), *Analysis and Control of Production Systems, Second Edition*, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
5. DeLurgio, Stephen A., (1998), *Forecasting Principles and Applications*, Mc-Graw Hill Inc, Singapore.

6. Djokopranoto, Richardus and Indrajit, Richardus E., (2003), *Manajemen Persediaan*, Grasindo, Jakarta.
7. Gaspersz, Vincent, (1998), *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
8. Kvanli, Alan H., and Guynes, C. S., and Pavur, R. J., (1990), *Introduction to Business Statistics: Second Edition*, West Publishing Company, St. Paul.
9. Liker, Jeffrey K., (2006), *The Toyota Way*, Erlangga, Jakarta.
10. Makridakis, Spyros and Wheelwright, Steven C., (1989), *Forecasting Methods for Management*, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
11. Monden, Yasuhiro, (1995), *Sistem Produksi Toyota, Suatu Ancangan Terpadu untuk Penerapan Just-in-Time, Buku Pertama*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
12. Montgomery, Douglas C., (1993), *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
13. Nasution, Arman H., (1999), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Guna Widaya, Jakarta.
14. Purcell, Edwin J., (1999), *Kalkulus dan Geometri Analitis: Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
15. Talluri, Srinivas, and Cetin, Kemal, and Gardner A. J., (2004), *Integrating Demand and Supply Variability into Safety Stock Evaluations*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Michigan.
16. Tersine, Richard J., (1994), *Principles of Inventory and Materials Management*, Prentice Hall International Inc., New Jersey.
17. Wahana Komputer, (2001), *Tim Penelitian dan Pengembangan, Pengolahan Data Statistik dengan SPSS 10.0*, Salemba Infotek, Jakarta.
18. Walpole, Ronald E., and Myers, Raymond H., (1995), *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB, Bandung.
19. Yunarto, Holy I. and Santika, Martinus G., (2005), *Business Concepts: Implementation Series in Inventory Management*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
20. http://www.bankmandiri.co.id/resource/suku_bunga.asp

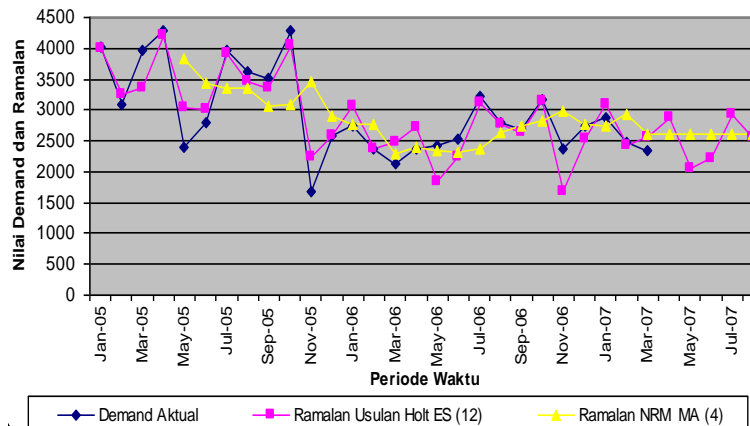
LAMPIRAN

1. Gambar Algoritma sistem pemesanan *heijunka* usulan



2. Gambar Perbandingan Model Holt ES, Model PT X dan Demand Aktual untuk Item 90915-TE001

Perbandingan Demand Aktual, Peramalan Usulan Terpilih, dan Peramalan NRM untuk Item 90915-TE001



3. Gambar Perbandingan Model Holt ES, Model PT X dan Demand Aktual untuk Item 85214-0A010

