

PERAMALAN INVENTORI OPTIMAL UNTUK BAHAN BAKU MENGUNAKAN METODE PROBABILISTIK P KASUS *BACK ORDER*

Neera Puri Novianti, Fitriani Agustina, Rini Marwati

Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

*Surel : neerapurin@gmail.com

ABSTRAK. Keberadaan inventori dalam kegiatan usaha tidak dapat dihindarkan karena untuk mendapatkan barang tidak dapat diperoleh secara instan. Pengendalian inventori diperlukan agar suatu perusahaan tidak mengalami kerugian akibat dari kelebihan atau kekurangan inventori. Pada penelitian ini dilakukan peramalan data permintaan dengan metode *exponential smoothing*. Peramalan dilakukan agar nilai inventori masa mendatang dapat diprediksi. Perhitungan inventori dilakukan dengan menggunakan metode probabilistik P kasus *back order*. Perhitungan inventori ini akan menghasilkan nilai biaya total yang harus dikeluarkan, nilai ukuran pemesanan dan selang waktu pemesanannya. Untuk mengefektifkan waktu, proses peramalan dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman R menggunakan *function* ‘*Holtwinters*’ pada *package* ‘*forecast*’ dan mengkonstruksi program aplikasi perhitungan inventori dengan menggunakan bahasa pemrograman R.

Kata Kunci: *Exponential Smoothing*, Inventori, Metode Probabilistik P, *Back Order*, R.

ABSTRACT. *The existence of inventory in business could not be avoided, this is because to get goods cannot be reached instantly. Inventory is required in order to control so that a company not had losses due to an excess or deficiency of inventory. On this research was conducted forecasting the data demand by exponential smoothing method. Forecasting was conducted so that the value of inventory in the future can be predicted. The method for calculating the inventory is probabilistic P method in case back order. This calculation inventory will produce the value of total cost, value of size reservation, and the lapse of order time. To make time more efficient, the forecasting process helped with programming language R by using ‘Holtwinters’ function in ‘forecast’ package and the construction for application of inventory will be made in programming language R.*

Key words : *Exponential Smoothing, Inventory, Probabilistics P Method, Back Order, R.*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan barang persediaan atau inventori dalam kehidupan sehari-hari tidak dapat dihindarkan terutama dalam bidang usaha. Secara umum sistem inventori dibagi dalam tiga kategori yaitu inventori deterministik, inventori tak tentu, dan inventori probabilistik (Bahagia, 2006). Untuk inventori probabilistik fenomena yang terjadi adalah keadaan inventori yang mengandung ketidakpastian tetapi diketahui parameter populasinya, baik ekspektasi, variansi yang tidak nol dan pola distribusi kemungkinannya. Pada sistem inventori probabilistik terdapat dua metode dasar yang digunakan yaitu metode P dan metode Q (Bahagia, 2006). Pada metode P jumlah barang yang dipesan berbeda-beda per pesannya akan tetapi waktu pemesanannya tetap, misalnya per minggu atau perbulan. Sedangkan metode Q waktu pemesanannya berbeda-beda akan tetapi jumlah barang yang dipesan tetap.

Peramalan faktor permintaan pada inventori juga diperlukan untuk perhitungan inventori sebagai permintaan barang di masa depan sehingga dapat diperoleh jumlah barang yang akan dipesan, selang waktu pemesanan, dan biaya total inventori. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan dalam peramalan inventori adalah metode *exponential smoothing* (Axsater, 2000). Metode *exponential smoothing* terbagi menjadi tiga yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing* dan *triple exponential smoothing* (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Selama ini kafe pada umumnya tidak memiliki sistem inventori secara baku, sehingga penentuan pesanan hanya berdasarkan pengalaman saja. Karena itu, berdasarkan fakta lapangan, pengelola kafe sering mengalami kekurangan persediaan atau kelebihan persediaan yang mengakibatkan kerugian. Berdasarkan informasi yang diperoleh, di kafe 'Kambing Soon Dago', kebutuhan bahan baku sering kali mengalami kekurangan sehingga mengakibatkan defisit pada perusahaan. Hal ini karena ketika persediaan bahan baku habis, pihak kafe melakukan pembelian bahan baku secara mendadak yang beresiko pada harga pembelian yang lebih mahal dari biasanya, kondisi ini disebut *back order*. Hal tersebut terjadi karena jumlah permintaan yang tidak dapat diramalkan, sehingga terjadi kesalahan terhadap perhitungan inventori. Berdasarkan fakta dan kondisi sistem inventori di kafe 'Kambing Soon Dago', maka untuk menangani permasalahan di atas dilakukan peramalan atas permintaan kemudian dilakukan perhitungan pada sistem inventori menggunakan metode probabilistik P kasus *back order*.

Pada penelitian ini biaya total dan nilai inventori yang optimal ditentukan dengan menggunakan metode probabilistik P kasus *back order*. Sedangkan proses peramalan data permintaan dilakukan menggunakan metode *exponential*

smoothing dengan bantuan bahasa pemrograman R. Untuk mempermudah proses perhitungan inventori optimal maka dikonstruksi suatu program aplikasi perhitungan inventori optimal menggunakan bahasa pemrograman R.

2. METODOLOGI

Metode penelitian ini yang digunakan pada skripsi ini merupakan kajian teoritis yang diawali dengan studi literatur tentang konsep dasar peramalan dengan metode *exponential smoothing* dan pengambilan keputusan pada pengendalian inventori. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data dari kafe 'Kambing Soon Dago' untuk memutuskan metode pengendalian inventori yang akan dipilih. Selanjutnya melakukan pengolahan data dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman R yang terbagi menjadi dua tahap yaitu proses peramalan dan pembuatan program aplikasi perhitungan inventori. Proses terakhir setelah program aplikasi selesai kemudian dilakukan proses validasi, yaitu perhitungan secara manual sebanyak dua iterasi awal sebagai pembanding.

Inventori

J. Wild menyatakan bahwa persediaan (*inventory*) merupakan barang yang dijual dalam aktivitas normal perusahaan (Render, Stair, & Hanna, 2012). Inventori dapat dikatakan sebagai barang yang disimpan suatu perusahaan untuk memenuhi aktivitas perusahaan di masa yang akan datang terutama untuk memenuhi kebutuhan konsumen dari perusahaan tersebut. Pada saat melakukan pengendalian inventori, terdapat dua keputusan dasar yang harus dibuat yaitu banyaknya inventori yang harus dipesan dan waktu pemesanan inventori (Render, Stair, & Hanna, 2012).

Metode Probabilistik P Kasus *Back Order*

Pada metode probabilistik P ini kebijakan yang akan diselesaikan berkaitan dengan penentuan besarnya stok operasi (*operating stock*) yang harus disediakan (Bahagia, 2006). Fungsi utama dari metode probabilistik P adalah meminimumkan ekspektasi biaya total inventori (O_T) selama horison perencanaan dengan mengoptimasikan tingkat pelayanan. Pada metode probabilistik P beberapa asumsi yang harus terpenuhi, yaitu:

1. Permintaan selama horison perencanaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal dengan rata-rata permintaan (D) dan standar deviasi (σ).
2. Waktu antar pemesanan konstan T untuk setiap kali pemesanan, barang akan datang secara serentak dengan *lead time* (L), pemesanan dilakukan pada saat inventori mencapai titik pemesanan (r).
3. Harga barang (p) konstan baik terhadap kuantitas barang yang dipesan maupun waktu.

4. Biaya pesan (A) konstan untuk setiap kali pemesanan dan biaya simpan (h) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.

Pada kasus back order, fenomena yang terjadi yaitu pihak perusahaan melakukan pemesanan darurat untuk memenuhi kekurangan tersebut, akibatnya biaya yang ditimbulkan biasanya lebih mahal dari pemesanan normal.

Parameter yang digunakan pada metode probabilistik P antara lain adalah harga barang per unit (p), biaya tiap kali pesan (A), biaya simpan per unit per tahun (h) dan biaya satuan kekurangan inventori (c_u). Ekspektasi pada biaya total inventori (O_T) terdiri dari empat elemen biaya yang dinyatakan dalam perumusan sebagai berikut:

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (1)$$

Komponen dari biaya total tersebut tidak dapat diperoleh secara langsung namu memiliki formulasi masing-masing. Menurut (Bahagia, 2006), formulasi komponen komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Biaya Pembelian

$$O_b = D \times p \quad (2)$$

2. Biaya Pengadaan

$$O_p = \frac{A}{T} \quad (3)$$

3. Biaya Penyimpanan

$$O_s = \left(R - \mu - \frac{DT}{2} \right) h \quad (4)$$

4. Biaya Kekurangan

$$O_k = \frac{c_u N}{T} \quad (5)$$

Penentuan variabel keputusan T , dan R yang optimal diperoleh dengan prinsip optimasi. Syarat agar O_T minimal adalah:

$$i. \quad \frac{\partial O_T}{\partial T} = 0 \Leftrightarrow \frac{A}{T^2} + \frac{1}{2}hD - \frac{c_u}{T^2} \int_R^\infty (z - R)f(z)dz = 0$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2[A + c_u \int_R^\infty (z - R)f(z)dz]}{hD}} \quad (6)$$

$$ii. \quad \frac{\partial O_T}{\partial R} = 0 \Leftrightarrow h - \frac{c_u}{T} \int_r^\infty f(z)dz = 0$$

$$\alpha = \int_r^\infty f(z)dz = \frac{Th}{c_u}$$

Karena persamaan di atas merupakan persamaan implisit, maka nilai T^* dan R^* yang optimal dapat ditentukan dengan prinsip iteratif. Langkah-langkahnya diuraikan sebagai berikut:

- a) Menghitung nilai T_0 dengan persamaan berikut.

$$T_0 = \sqrt{\frac{2A}{Dh}} \quad (7)$$

- b) Menghitung nilai β dan R dengan persamaan :

$$\beta = \frac{c_u}{Th + c_u} \quad (8)$$

Jika kebutuhan berdistribusi normal, nilai R mencakup kebutuhan selama $(T+L)$ periode dan dinyatakan dengan:

$$R = \mu + z_{\beta}\sigma_L \quad (9)$$

Nilai z_{β} diperoleh dari tabel distribusi normal, μ adalah permintaan selama *lead time* dan σ_L merupakan standar deviasi selama *lead time* yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\mu = D(T + L)$$

dan

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{T + L}$$

- c) Menghitung ekspektasi kekurangan inventori dengan menggunakan rumus:

$$N = \sigma\phi\left(\frac{R-\mu}{\sigma_L}\right) + (\mu - R)\beta \quad (10)$$

dengan

$$\Phi\left(\frac{R-\mu}{\sigma_L}\right) = \beta$$

$$\phi\left(\frac{R-\mu}{\sigma_L}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{z^2}{2}}$$

- d) Menghitung total biaya inventori dengan persamaan:

$$O_T = Dp + \frac{A}{T} + \left(R - \mu - \frac{DT}{2}\right)h + \frac{c_u N}{T} \quad (11)$$

- e) Mengulangi langkah b dengan mengubah $T_0 = T_0 + \Delta T_0$
- i. Jika hasil $(O_T)_0$ baru lebih besar dari $(O_T)_0$ awal, iterasi penambahan T_0 dihentikan. Kemudian dicoba dengan iterasi pengurangan ($T_0 = T_0 - \Delta T_0$) sampai ditemukan nilai $T^*=T_0$ yang memberikan nilai biaya total $(O_T)^*$ minimal.
 - ii. Jika hasil $(O_T)_0$ baru lebih kecil dari $(O_T)_0$ awal, iterasi penambahan $T_0 = T_0 + \Delta T_0$ dilanjutkan dan berhenti apabila $(O_T)_0$ baru lebih besar. Harga T_0 yang memberikan biaya total terkecil merupakan selang waktu optimal (T^*).

Exponential Smoothing

Pada *exponential smoothing* yang harus diperhatikan adalah pola dari data yang dimiliki. Berdasarkan pola data yang dimiliki, terdapat tiga model dalam metode *exponential smoothing*, yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, dan *triple exponential smoothing*.

1. *Single Exponential Smoothing* (SES)

Metode ini digunakan untuk peramalan jangka pendek. Model pada metode ini diasumsikan bahwa data berfluktuasi stabil di sekitar *mean*, tidak terdapat *trend* atau pola pertumbuhan yang konsisten. Rumus untuk pemulusan pada *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

$$S_t = \alpha.X_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad (12)$$

dengan S_t menyatakan peramalan untuk periode ke t , S_{t-1} menyatakan peramalan untuk periode ke $t-1$, $X_t + (1 - \alpha)$ menyatakan nilai aktual time series, dan α menyatakan konstanta perataan antara 0 dan 1.

2. Double Exponential Smoothing (DES)

Double exponential smoothing pertama kali diperkenalkan sebagai model linear yang dikemukakan oleh Brown (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Metode ini digunakan ketika data memiliki *trend*. Metode ini hampir mirip dengan *single exponential smoothing*, hanya saja terdapat dua komponen yang harus diperbaharui setiap periode – level dan *trend*-nya. Dengan kata lain, pada metode ini dilakukan dua kali proses pemulusan yaitu pada level dan *trend*, yang dirumuskan sebagai berikut:

Pemulusan Level:

$$S'_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (13)$$

$$S''_t = \alpha \cdot S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (14)$$

Pemulusan *Trend*:

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (15)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (16)$$

Hasil Peramalan:

$$S_{t+m} = a_t + b_t m \quad (17)$$

dengan S_{t+m} menyatakan nilai ramalan untuk m periode ke depan, m menyatakan jarak periode yang akan diramalkan, X_t menyatakan nilai aktual periode ke t , S'_t menyatakan nilai smoothing (penghalusan) periode ke t , dan α menyatakan konstanta *smoothing* ($\frac{1}{n}$).

3. Triple Exponential Smoothing (TES)

Metode ini digunakan ketika data yang dimiliki memiliki *trend* dan merupakan data musiman. Untuk menangani masalah data musiman, maka perlu menambahkan satu parameter lagi. Pola musiman terbagi menjadi dua berdasarkan jenis musimannya, yaitu multiplikatif (non-linear) dan aditif (linear).

a. TES seasonal Additive

Berikut adalah perumusan untuk pemulusan level, *trend*, dan musiman jenis aditif, yaitu:

$$L_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (18)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (19)$$

$$S_t = \gamma(y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (20)$$

$$F_t = L_{t-1} + b_{t-1} + S_{t-s} \quad (21)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t + S_{t-s+m} \quad (22)$$

dengan L_t menyatakan pemulusan level pada saat t dengan α adalah bobot pada level, b_t menyatakan pemulusan *trend* pada saat t dengan β adalah bobot pada *trend*, S_t menyatakan pemulusan komponen musiman pada saat t dengan γ adalah bobot komponen musiman, s menyatakan periode musiman, F_t menyatakan nilai peramalan pada saat t dan F_{t+m} menyatakan nilai ramalan untuk m periode kedepan.

b. *TES Seasonal Multiplicative*

Berikut adalah perumusan untuk pemulusan level, *trend*, dan musiman jenis multiplikatif, yaitu:

$$L_t = \alpha(y_t/S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (23)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (24)$$

$$S_t = \gamma(y_t/L_t) + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (25)$$

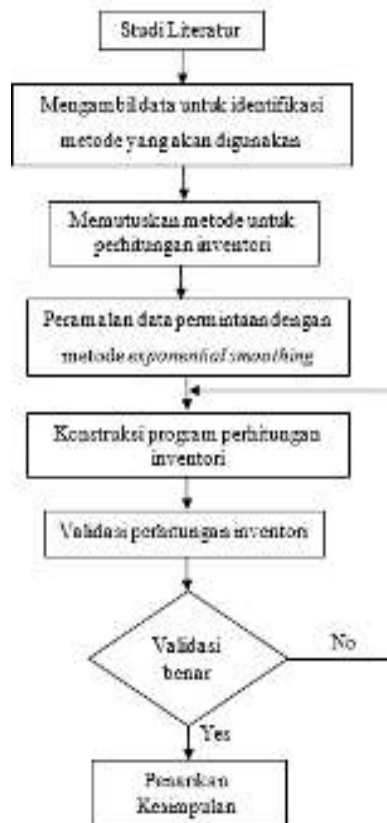
$$F_t = (L_{t-1} + b_{t-1})S_{t-s} \quad (26)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t)S_{t-s+m} \quad (27)$$

dengan L_t menyatakan pemulusan level pada saat t dengan α adalah bobot pada level, b_t menyatakan pemulusan *trend* pada saat t dengan β adalah bobot pada *trend*, S_t menyatakan pemulusan komponen musiman pada saat t dengan γ adalah bobot komponen musiman, s menyatakan periode musiman, F_t menyatakan nilai peramalan pada saat t dan F_{t+m} menyatakan nilai ramalan untuk m periode kedepan.

Metodologi Penelitian

Langkah-langkah dari metodologi penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut:



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas mengenai studi kasus pada peramalan data permintaan dan perhitungan inventori optimal dengan metode probabilistik pada kasus *back order*. Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh dari kafe 'Kambing Soon Dago', berupa data *time series* permintaan produk non-hewani dari Januari 2016 sampai Desember 2017. Untuk ilustrasi perhitungan akan menggunakan data permintaan produk cabai merah.

1. Peramalan data permintaan cabai merah

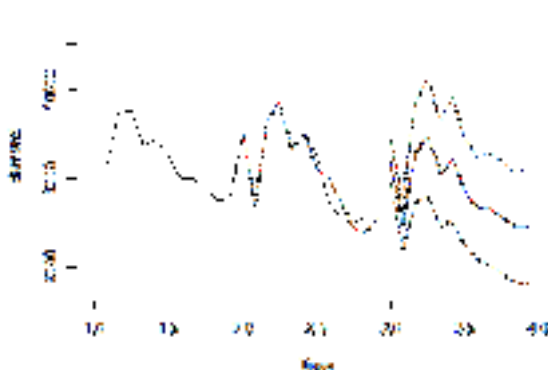
Peramalan dengan metode exponential smoothing dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman R menggunakan *function* 'Holtwinters' pada *package* 'Forecast'. Dari *function* tersebut dapat diperoleh tiga model yaitu model dengan parameter penghalusan yang dapat ditentukan secara manual, *TES*

seasonal additive dan *TES seasonal multiplicative*. Model dipilih berdasarkan nilai MAPE, MAE dan MSE yang paling kecil. Berikut hasil output program:

Tabel 1. Ukuran Statistik Standar untuk Model pada *Exponential Smoothing*

Ukuran Statistik Standar	Model		
	Manual	<i>Additive</i>	<i>Multiplicative</i>
MAPE	0,627427	0,6215499	0,5959426
MAE	3862,881	3.828,41	3.809,39
MSE	22.866.118	22.616.817	23.397.262

Kemudian diperoleh plot hasil peramalan dengan kurva merah menunjukkan *fitted value*, kurva biru merupakan hasil peramalan dan kurva hijau merupakan *lower bound* dan *upper bound*. Plot hasil peramalan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Plot Hasil Peramalan Produk Cabai Merah dengan *TES Multiplicative*

Pada model *TES seasonal multiplicative* memiliki nilai ukuran statistik standar yang paling kecil dari pada model lain, maka model tersebut dipilih sebagai model yang tepat. Sehingga diperoleh hasil peramalan data permintaan cabai merah untuk satu tahun ke depan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Peramalan Prouk Cabai Merah Tahun 2018

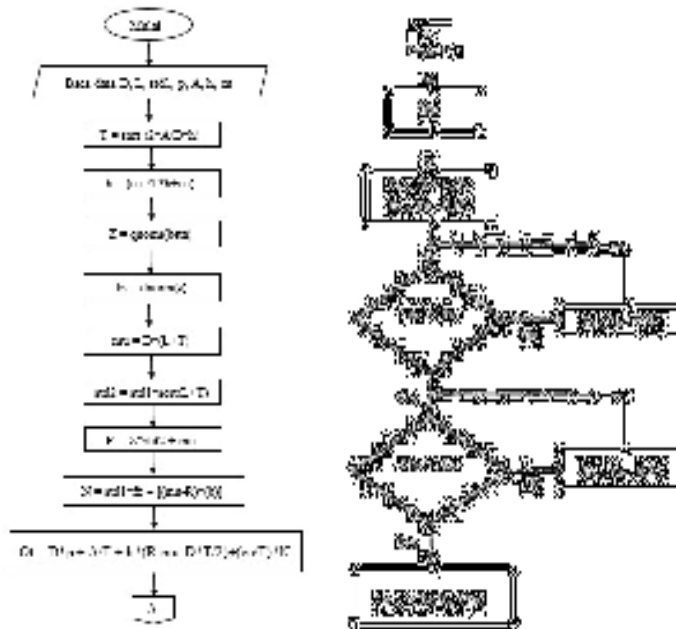
Bulan	Permintaan (gram)
Jan-18	6.665,40
Feb-18	3.949,93
Mar-18	7.137,51
Apr-18	7.867,98

Mei-18	6.203,94
Jun-18	6.855,69
Jul-18	5.432,57
Agu-18	4.635,93
Sep-18	4.659,73
Okt-18	4.240,28
Nov-18	3.818,04
Des-18	3.819,11
Jumlah	65.286,09

Setelah diperoleh data permintaan untuk satu tahun ke depan, kemudian akan diuji normalitas data untuk memenuhi asumsi pada metode probabilistik p kasus back order. Berdasarkan output dari R, data permintaan memiliki p-value sebesar 0,8856, maka H_0 diterima. Hal ini memiliki arti bahwa data permintaan cabai merah berdistribusi normal, maka perhitungan inventori dapat dilanjutkan.

2. Konstruksi program

Pada perhitungan inventori optimal akan dibuat program aplikasi untuk mengefisienkan waktu perhitungan. Data yang input berupa lead time (L), biaya simpan (h), biaya pesan (A), biaya kekurangan inventori (c_u), permintaan (D), standar deviasi data permintaan (std1), dan harga barang perunit (p). Kemudian data output yang akan muncul adalah biaya total (O_t), selang waktu pemesanan (T), dan target pemesanan (R). Algoritma program dapat dilihat pada *flowchart* berikut:



Gambar 3. Flowchart Algoritma Program

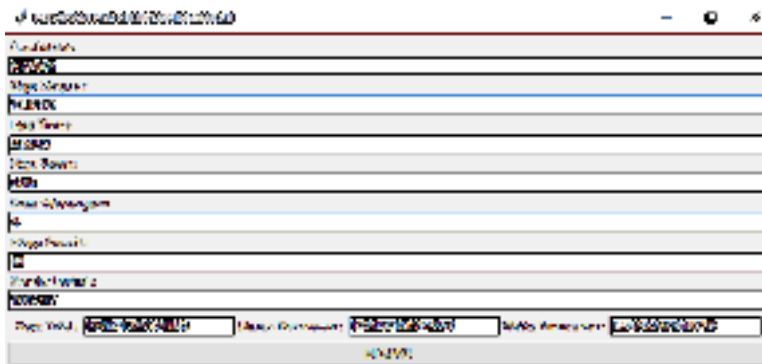
3. Ilustrasi Penggunaan Program

Sebagai ilustrasi, akan dilakukan perhitungan inventori pada produk cabai merah dengan data masukkan sebagai berikut:

Tabel 3. Data Masukkan Produk Cabai Merah

Data	Notasi	Value
Lead time	L	0,00273 tahun
Biaya simpan	H	Rp. 13,15453
Biaya pesan	A	Rp. 5.000
Biaya kekurangan inventori	Cu	Rp. 4
Permintaan	D	65286,09 gram
Standar deviasi permintaan	std1	1447,227
Harga barang perunit	P	Rp. 40

Kemudian setelah data diinput dan program dijalankan, tampilan layar program aplikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Tampilan Layar Program Aplikasi Perhitungan Inventori

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan program aplikasi, diperoleh nilai biaya total yang harus dikeluarkan perusahaan untuk bahan baku cabai merah adalah Rp 1.948.381,055 pertahunnya, kemudian ukuran pemesan sebanyak 106.986,0189 gram atau setara dengan 106,99 kg, dengan selang waktu pemesanan adalah 1,60791 tahun.

4. Validasi Program Aplikasi

Untuk memastikan program yang telah dibuat menghasilkan output yang sesuai dengan prosedur perhitungan inventori optimal dengan metode probabilistik p kasus back order maka dilakukan perhitungan secara manual sebanyak dua iterasi awal dengan persamaan-persamaan yang telah diuraikan. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Validasi Perhitungan

	Iterasi	Biaya Total (Or)	T	R
Hasil Program	1	Rp. 2.624.552	0,1079076	7.529,94
	2	Rp. 2.587.930	0,1579076	10.723,80
Validasi	1	Rp. 2.615.970	0,107908	7.529,95
	2	Rp. 2.579.163	0,15791	10.723,80

Pada perhitungan manual dan perhitungan menggunakan program aplikasi hanya menunjukkan sedikit perbedaan akibat dari pembulatan bilangan yang dilakukan sejak awal pada perhitungan manual. Maka program aplikasi telah berjalan sesuai dengan prosedur perhitungan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perhitungan biaya total dan nilai inventori optimal menggunakan metode probabilistik P kasus *back order* dilakukan dengan cara menghitung nilai

kebijakan inventori terlebih dahulu, yaitu nilai selang waktu pemesanan dan nilai ukuran pemesanan, setelah itu akan diperoleh biaya total inventori. Kemudian dilakukan iterasi untuk memperoleh nilai optimalnya.

Peramalan data permintaan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan bantuan bahasa pemrograman R dapat menggunakan *package 'forecast'* kemudian gunakan *function 'Holtwinters'*. Dengan digunakannya *package* tersebut maka akan diperoleh tiga model awal yaitu model *TES seasonal additive*, *TES seasonal multiplicative*, dan model *exponential smoothing* dengan parameter yang dapat ditentukan secara manual. Kemudian model dapat dipilih sesuai berdasarkan dari plotnya data dan hasil peramalannya, serta berdasarkan nilai MAE, MSE dan MAPE yang terkecil.

Konstruksi program perhitungan inventori optimal dengan metode probabilistik P kasus *back order* dilakukan dengan bahasa pemrograman R. Tahap pertama dari konstruksi program tersebut adalah merancang program mulai dari data masukan, data keluaran serta algoritma program. Kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman R. Setelah program selesai dilakukan proses validasi perhitungan secara manual.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Axsater, S. (2000). *Inventory Control*. US: Springer.
- Bahagia, S. (2006). *Sistem Persediaan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., & McGee, V. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Render, B., Stair, R., & Hanna, M. (2012). *Quantitative Analysis for Management: Eleventh Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.