

PENGENDALIAN PERSEDIAAN CENGKEH UNTUK PRODUKSI ROKOK
DENGAN PENDEKATAN PROGRAM DINAMIS:
SUATU STUDI KASUS DI PT. GANDUM MALANG

*The Use of a Dynamic Programming Approach in Inventory Control of Clove in
the Production of Cigarette: A Case Study at PT. Gandum, Malang.*

Arif Hidayat¹⁾ dan Siti Asmaul Mustaniroh¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145

ABSTRACT

The research aim was to plan a monthly optimum level of clove used for cigarette production in the period from September 2003 to August 2004 and to estimate its total inventory cost, employing a dynamic programming approach. The research was divided into two stages. The first one was analysis to forecast a monthly clove used and then followed by an inventory analysis using a dynamic programming approach.

The calculation was based on predetermined costs on clove i.e. Rp 45,000/kg (a purchasing cost), Rp 38,800/order (an ordering cost) and Rp 47/kg of a holding cost. The backward recursive equation for the dynamic programming approach was expressed as: $f_j(X_j) = 45000(X_j) + 38800 + 47(X_j + S_{j-1} - D_j) + f_{j-1}(X_{j-1})$, with the following constraints: $X_j + S_{j-1} \leq G$, $X_j + S_{j-1} \geq D_j$ and $X_j \geq 0$.

An optimization using a dynamic programming approach showed that total inventory cost during the planned period was Rp 435,415,516,791 with an ending inventory of 3,058 kg of clove. It was found that the use of such an approach for PT.Gandum eventually reduced the total inventory cost of clove by Rp 514,577,099. The sensitivity analysis also indicated that the model was still valid for the monthly clove need up to 1,600 kg.

Key words: inventory control, dynamic programming, cigarette production

PENDAHULUAN

PT. Gandum merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri rokok. Selama ini, perusahaan menghadapi masalah dalam pengendalian persediaan bahan baku produksi, salah satunya adalah cengkeh. Perusahaan belum memiliki perencanaan persediaan cengkeh yang tepat. Biasanya perusahaan membeli cengkeh sebanyak mungkin di awal musim produksi dan menyimpannya untuk digunakan sesuai kebutuhan.

PT. Gandum menerapkan sistem persediaan periodik untuk bahan baku cengkeh. Setiap bulan cengkeh hanya

dibeli satu kali pada awal bulan. Kebijakan ini tidak efektif karena tidak disertai perencanaan persediaan yang optimum. Jumlah cengkeh yang dibeli setiap bulan hanya berdasarkan perkiraan atas kebutuhan pada bulan tersebut, akibatnya sering terjadi kelebihan persediaan cengkeh yang cukup besar. Menurut Kusuma (2002), tingginya persediaan (*Over Stock*) memang menjamin fungsi produksi dan pemasaran berjalan stabil, namun persediaan juga menyebabkan ongkos dan perputaran modal terhambat. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian persediaan dengan baik.

Model persediaan dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara tergantung pada asumsi-asumsi yang dibuat dengan mempertimbangkan faktor, seperti efektivitas (biaya minimum atau laba maksimum), perilaku statik atau dinamik (berkaitan dengan keputusan yang dibuat mengenai jumlah pesanan selama periode perencanaan), panjang waktu perencanaan, perilaku harga (harga beli tetap atau dengan potongan untuk jumlah tertentu), sifat dan perilaku permintaan dan waktu ancap. Menurut Hillier dan Lieberman (2001), model persediaan diklasifikasikan berdasarkan sifat permintaan, yaitu deterministik dan stokastik serta selanjutnya dapat dikembangkan untuk kebijakan periodik maupun kontinyu.

Pengendalian persediaan adalah kegiatan untuk menentukan tingkat dan komposisi persediaan sehingga perusahaan dapat melindungi kelancaran produksi, penjualan serta kebijaksanaan pembelanjaan perusahaan secara efektif dan efisien. Setiap perusahaan melakukan pengendalian persediaan dengan tujuan untuk memenuhi permintaan yang bervariasi, menyusun jadwal produksi yang fleksibel, mengantisipasi waktu ancap yang berubah-ubah, dan mendapatkan keuntungan dengan tingkat pembelian yang ekonomis (Chase, *et.al*, 2001).

Salah satu pendekatan solusi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah pengendalian persediaan adalah pemrograman dinamis. Menurut Hillier dan Lieberman (2001), pemrograman dinamis adalah teknik matematik untuk membuat sebuah keputusan yang berurutan dan saling berhubungan. Pemrograman dinamis memuat prosedur sistematis untuk menentukan kombinasi optimal dari sebuah keputusan. Hubungan antara satu tahap dan tahap berikutnya dinyatakan dalam bentuk rekursif yang menghasilkan suatu penyelesaian optimal dan layak untuk

seluruh tahap, jika tahap terakhir telah tercapai

Prinsip dasar program dinamis adalah membagi persoalan menjadi beberapa bagian yang lebih kecil sehingga memudahkan penyelesaiannya, dan setiap sub masalah dianggap sebagai tahap atau titik keputusan. Program dinamis bekerja berdasarkan prinsip optimalitas, yaitu suatu kebijakan optimal yang mempunyai sifat bahwa apapun keadaan awal dan keputusan awal, keputusan sisanya harus merupakan suatu kebijakan optimal dengan memperhatikan keadaan yang dihasilkan oleh keputusan yang pertama.

Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan bagi perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan cengkeh dalam setiap periode. Tujuan perencanaan pengendalian persediaan ini adalah menyediakan cengkeh yang diperlukan untuk produksi sehingga tidak terjadi kekurangan.

BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan Penelitian

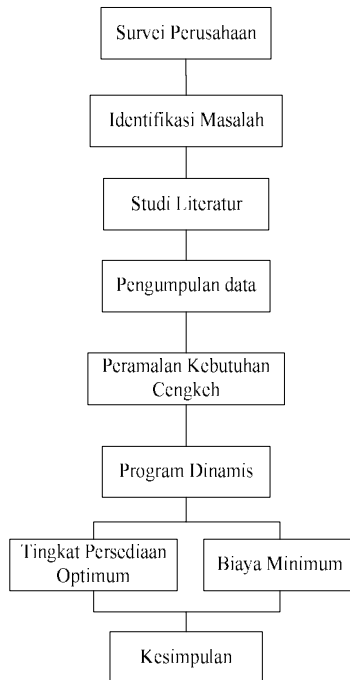
Secara garis besar, langkah-langkah dalam penelitian pengendalian persediaan cengkeh di PT. Gandum ini dapat dilihat di Gambar 1.

Analisis Data

Analisis Peramalan Kebutuhan

Data historis penggunaan cengkeh di PT. Gandum selama September 2001–Agustus 2003 disajikan dalam bentuk *Scatter Diagram* sehingga dapat diketahui polanya selanjutnya dilakukan peramalan kebutuhan cengkeh untuk 12 bulan mendatang. Metode yang digunakan adalah metode peramalan kuantitatif dengan model deret waktu (*time series*). Metode peramalan terbaik dipilih berdasarkan nilai kesalahan, yaitu *MSE*, terkecil. Peramalan dan penentuan metode peramalan terbaik menggunakan bantuan software

POM (Production and Operational Management) for Windows.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Analisis Pengendalian Persediaan

Penelitian ini menggunakan metode pemrograman dinamis yang penyelesaiannya dilakukan dengan model matematis program dinamis.

Unsur-unsur program dinamis

Unsur-unsur yang harus dipenuhi dalam program dinamis untuk penelitian pengendalian persediaan cengkeh di PT. Gandum ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

Stage (Tahap)

Setiap bulan dalam horizon perencanaan untuk satu tahun mendatang merupakan *Stage* sehingga dalam program dinamis untuk pengendalian persediaan cengkeh di PT. Gandum ini terdiri dari 12 tahap.

State (Keadaan)

Dalam penelitian ini jumlah persediaan cengkeh awal dan akhir oleh perusahaan adalah *State* untuk setiap *Stage*.

Decision (Keputusan)

Dalam penelitian ini *Decision* adalah jumlah pemesanan dan pembelian cengkeh optimal pada tahap tertentu yang diperoleh dari beberapa alternatif kebijakan pemesanan pada tahap tersebut.

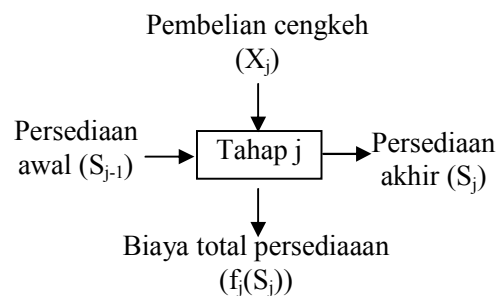
Return Function (Fungsi Hasil)

Return function dalam penelitian ini adalah fungsi biaya total pengendalian yang nilai optimalnya didapat dari pergerakan tahap demi tahap sampai proses berakhir.

Transition function (fungsi transisi)

Transition Function dalam penelitian ini adalah fungsi jumlah persediaan akhir setiap tahap yang menunjukkan hubungan dan perubahan keadaan akibat keputusan dalam setiap tahap.

Bentuk program dinamis untuk setiap tahap pengendalian persediaan cengkeh di PT. Gandum dapat dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model program dinamis

Keterangan :

- X_j : Jumlah cengkeh yang dibeli pada tahap ke-j
- S_j : Jumlah persediaan cengkeh pada akhir tahap ke-j

S_{j-1} : Jumlah persediaan cengkeh pada akhir tahap ke $j-1$ dan awal tahap ke- j

$f_j(X_j)$: Fungsi biaya total persediaan cengkeh untuk tahap ke- j

Fungsi tujuan

Fungsi tujuan dalam penelitian pengendalian persediaan adalah meminimumkan total biaya yang melibatkan biaya pemesanan, biaya pembelian, dan biaya penyimpanan secara matematis dapat ditulis:

$$\text{Min } f_j(X_j) = P_c(X_j) + O_c + H_c(S_j)$$

Keterangan:

$f_j(X_j)$: Total biaya persediaan

P_c : Harga satuan cengkeh

O_c : Biaya pemesanan cengkeh

H_c : Biaya penyimpanan per satuan cengkeh

S_j : Persediaan cengkeh pada akhir tahap ke- j

Fungsi kendala

Jumlah persediaan cengkeh di gudang tidak boleh melebihi kapasitas gudang sehingga:

$$X_j + S_{j-1} \leq G$$

Keterangan:

G = Kapasitas gudang cengkeh

Persediaan cengkeh setiap bulan harus dapat memenuhi kebutuhan cengkeh pada bulan tersebut. Pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai sebuah kendala:

$$X_j + S_{j-1} \geq D_j$$

Jumlah cengkeh yang dibeli setiap bulan lebih besar atau sama dengan nol. Pernyataan ini dapat ditulis sebagai sebuah fungsi kendala non negativitas sebagai berikut:

$$X_j \geq 0$$

Fungsi transisi

Fungsi transisi yang menunjukkan perubahan keadaan dalam setiap tahap adalah jumlah persediaan akhir setiap tahap yang merupakan jumlah dari persediaan awal ditambah pembelian dan dikurangi kebutuhan pada bulan tersebut. Fungsi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$S_j = X_j + S_{j-1} - D_j$$

Keterangan:

D_j : Kebutuhan cengkeh pada tahap ke- j

Fungsi rekursif

Penyelesaian program dinamis dilakukan dengan perhitungan rekursif yang berulang setiap tahap. Keputusan optimum pada suatu tahap adalah hasil optimum tahap tersebut ditambah hasil optimum tahap sebelumnya. Perhitungan dilakukan secara berulang setiap tahap sampai diperoleh hasil optimum untuk 12 tahap. Persamaan rekursif program dinamis ini dapat ditulis:

$$\text{Min } f_j(X_j) = P_c(X_j) + O_c + H_c(X_j + S_{j-1} - D_j) + f_{j-1}(X_{j-1})$$

$$X_j + S_{j-1} \leq G$$

$$X_j + S_{j-1} \geq D_j$$

$$X_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, 12$$

Keterangan:

$f_{j-1}(X_{j-1})$: Hasil optimum tahap $j-1$

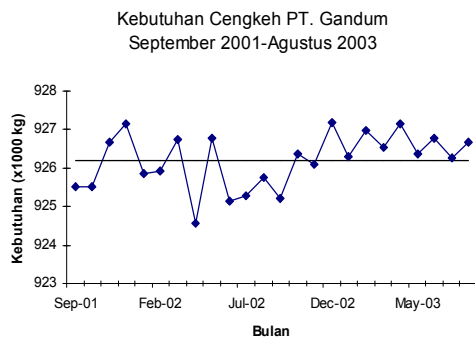
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Kebutuhan Cengkeh

Data yang digunakan sebagai dasar peramalan adalah data penggunaan cengkeh selama September 2001 - Agustus 2003. Peramalan dilakukan untuk horison waktu 12 bulan mendatang, karena perencanaan persediaan termasuk kategori perencanaan jangka pendek. Menurut Render dan Heizer (2001), Peramalan

jangka pendek yaitu peramalan dengan rentang waktu mencapai satu tahun. Peramalan ini dapat digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi.

Data kebutuhan cengkeh selama September 2001 - Agustus 2003 disajikan dalam *Scatter Diagram*, sehingga dapat diketahui pola datanya. Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Data dan *Scatter Diagram* kebutuhan cengkeh untuk periode September 2001-Agustus 2003 dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. *Scatter Diagram* kebutuhan cengkeh di PT Gandum

Pola seperti pada Gambar 3 adalah horisontal (stasioner). Pola horisontal terjadi jika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan atau dapat dikatakan stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Berdasarkan data kebutuhan cengkeh PT. Gandum periode September 2001-Agustus 2003 diketahui bahwa nilai rata-rata kebutuhan cengkeh adalah 926.203 kg.

Pola data kebutuhan cengkeh di PT Gandum menunjukkan bahwa kebutuhan cengkeh PT. Gandum cenderung konstan dan tidak beraturan. Tidak ada *trend* peningkatan atau penurunan kebutuhan

yang sistematis sepanjang waktu. Kondisi ini sejalan dengan penjualan rokok produksi PT. Gandum yang sebagian besar dipasarkan di pulau Sumatra dan Kalimantan. Selama 2 tahun terakhir, penjualan cenderung tidak ada kenaikan atau penurunan yang signifikan.

Hasil Peramalan Kebutuhan Cengkeh

Peramalan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan model deret berkala. Jika tujuan peramalan adalah mendapatkan nilai yang akan datang tanpa memperhatikan mengapa nilai tersebut muncul, maka lebih tepat digunakan pendekatan deret berkala. Metode peramalan deret berkala yang digunakan antara lain *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Exponential Smoothing with Trend* dan *Additive Decomposition*.

Pemilihan metode peramalan dengan hasil terbaik didasarkan atas nilai *MSE* (*Mean Squared Error*). Tidak ada suatu metode yang secara otomatis dapat menentukan pola terbaik untuk menggambarkan sekelompok data tertentu, tetapi pendekatan statistika dapat digunakan untuk mencocokkan pola tertentu sedemikian rupa sehingga *MSE* dapat diminimumkan.

Hasil peramalan kebutuhan cengkeh PT. Gandum untuk periode September 2003 - Agustus 2004 dengan beberapa metode dibandingkan dengan menggunakan nilai *MSE* sebagai ukuran akurasi peramalan. Hasil perbandingan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Nilai *MSE*

Metode Peramalan	Nilai <i>MSE</i>
<i>Moving Average</i>	575.245
<i>Exponential Smoothing</i>	591.852,60
<i>Exponential Smoothing With Trend</i>	711.322,90
<i>Additive Decomposition</i>	426.893,5

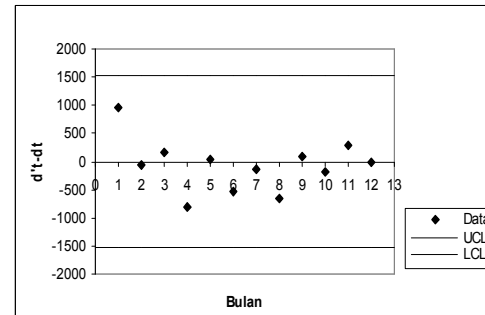
Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa peramalan terbaik untuk data kebutuhan cengkeh PT. Gandum pada periode September 2003 – Agustus 2004 adalah menggunakan metode *Additive Decomposition*, dengan nilai *MSE* terkecil 426.893,5. Jika kesalahan yang dihasilkan dari pendekatan deret berkala ini bersifat acak (tidak ada sebuah variasi sistematis) dan cukup kecil, maka biasanya pola ini dianggap cukup baik.

Verifikasi Metode Peramalan

Verifikasi peramalan dilakukan untuk mengetahui apakah hasil peramalan dengan metode yang dipilih mencerminkan data masa lalu dan sistem sebab akibat yang mendasari permintaan tersebut (Nasution, 2003). Melalui verifikasi peramalan dapat diketahui efektivitas metode peramalan yang digunakan. Verifikasi dilakukan dengan menggunakan peta rentang bergerak (*Moving Range Chart*) untuk membandingkan nilai yang diamati dengan yang diramalkan dari kebutuhan cengkeh selama periode dasar. Peta ini dikembangkan ke periode yang akan datang sehingga dapat digunakan untuk membandingkan hasil peramalan dengan permintaan aktual.

Verifikasi metode peramalan menggunakan data kebutuhan cengkeh selama setahun terakhir sehingga diketahui bahwa nilai $\overline{MR} = 572,45$, *UCL* (Batas Pengendali Atas) = 1522,73 dan *LCL* (Batas Pengendali Bawah) = -1522,73. Peta rentang bergerak kebutuhan cengkeh PT. Gandum dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa metode peramalan yang dipilih, yaitu metode *additive decomposition* adalah layak digunakan. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya data yang keluar dari batas-batas pengendali.



Gambar 4. Peta rentang bergerak kebutuhan cengkeh PT Gandum

Penentuan Nilai Peramalan

Hasil peramalan kebutuhan cengkeh disesuaikan dengan *Standard Error (Se)* dari peramalan tersebut. Nilai *Standard Error* merupakan rentang penyimpangan yang mungkin terjadi pada hasil peramalan. *Standard Error* dalam penelitian ini nilai adalah 667,4237 kg. Penyesuaian nilai peramalan dengan *Standard Error* akan memberikan hasil yang lebih akurat. Nilai peramalan dalam penelitian ini ditentukan oleh kecenderungan naik dan turun kebutuhan cengkeh setiap bulan di masa lalu.

Berdasarkan pengamatan terhadap kecenderungan kebutuhan cengkeh, disimpulkan bahwa kebutuhan cengkeh PT. Gandum cenderung naik pada bulan Oktober, November, Desember, Februari, Maret, Mei, dan Agustus, sedangkan kecenderungan penurunan kebutuhan cengkeh terjadi pada bulan Januari, April, Juni, Juli, dan September. Dengan demikian, hasil peramalan yang telah didapat ditambah dengan nilai *Standard Error* pada periode yang menunjukkan kecenderungan peningkatan kebutuhan dan dikurangi pada periode yang menunjukkan kecenderungan penurunan kebutuhan.

Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan

terjadinya kekurangan bahan. PT. Gandum akan mengalami kesulitan apabila terjadi kekurangan persediaan bahan di tengah proses produksi karena tidak mungkin dilakukan pembelian cengkeh dalam skala kecil.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini juga mempertimbangkan perlunya diadakan persediaan pengaman sebagai kompensasi atas munculnya biaya tambahan karena kehabisan persediaan. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa persediaan pengaman yang diperlukan sebesar 1255 kg. Hasil perhitungan ini kemudian ditambahkan dengan nilai peramalan kebutuhan cengkeh yang telah didapat sehingga diperoleh nilai riil kebutuhan cengkeh selama horison perencanaan yang disajikan dalam Tabel 2.

Nilai kebutuhan riil ini akan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan optimum pada analisis pengendalian persediaan cengkeh PT. Gandum dengan pemrograman dinamis.

Tabel 2. Nilai Riil Kebutuhan Cengkeh

Periode (Bulan)	Kebutuhan (kg)
September 2003	927209
Oktober 2003	928664
November 2003	928617
Desember 2003	928738
Januari 2004	927356
Februari 2004	928811
Maret 2004	928764
April 2004	927550
Mei 2004	928838
Juni 2004	927624
Juli 2004	927576
Agustus 2004	929032

Analisis Biaya Persediaan

Biaya persediaan adalah biaya-biaya yang terlibat dalam sistem persediaan, antara lain biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Analisis biaya dalam sistem persediaan cengkeh PT. Gandum memberikan hasil

akhir sebagai berikut: biaya pembelian cengkeh Rp 45.000,- per kg, biaya pemesanan Rp 38.800,- setiap melakukan pemesanan, biaya simpan Rp 47,- per kg cengkeh, kapasitas gudang cengkeh 1.550.000 kg dan kebutuhan cengkeh selama horison perencanaan (Tabel 2).

Biaya-biaya persediaan tersebut kemudian dimasukkan dalam model awal program dinamis sehingga didapatkan persamaan rekursif sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Min } f_j(X_j) &= 45.000(X_j) + 38.800 \\ &\quad + 47(X_j + S_{j-1} - D_j) + f_{j-1}(X_{j-1}) \\ j &= 1, 2, 3, \dots, 12 \\ \text{Dengan } 0 &\leq S_j \leq 1.550.000 \text{ Kg} \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Optimasi Program Dinamis

Penyelesaian masalah persediaan cengkeh dengan pemrograman dinamis ini dilakukan secara rekursif mundur (*Backward Recursion*). Hal ini berarti perhitungan dimulai dari tahap 12 (Agustus 2004) menuju tahap 1 (September 2003), sehingga diperoleh nilai optimal pada tahap 1.

Nilai optimal berupa biaya persediaan cengkeh minimal selama periode September 2003 - Agustus 2004 yang mampu memenuhi kebutuhan cengkeh untuk berproduksi selama periode tersebut.

Perhitungan program dinamis dilakukan dengan program komputer P4 (*Dynamic Programming Solver*) for *Microsoft Excel*. Hasil optimum persediaan cengkeh dapat dilihat dalam Tabel 5.

Perbandingan Biaya Persediaan

Penerapan program dinamis untuk pemecahan masalah persediaan cengkeh PT. Gandum selanjutnya perlu diuji dengan membandingkan total biaya persediaan yang diperoleh dengan kondisi riil yang diterapkan di perusahaan dalam periode yang sama.

Tabel 5. Persediaan Cengkeh Optimum Periode September 2003–Agustus 2004

Periode (Bulan)	Persediaan Awal (kg)	Pembelian (kg)	Biaya Total (Rp)
September 2003	1.466.837	200.000	435.415.516.791
Oktober 2003	739.628	200.000	426.380.715.475
November 2003	10.964	925.000	417.380.161.367
Desember 2003	7.347	925.000	375.754.777.258
Januari 2004	3.609	925.000	334.129.568.835
Februari 2004	1.253	950.000	292.504.471.144
Maret 2004	22.442	925.000	249.753.377.570
April 2004	18.678	925.000	208.127.460.904
Mei 2004	16.128	925.000	166.501.664.088
Juni 2004	12.290	925.000	124.876.047.658
Juli 2004	9.666	925.000	83.250.554.556
Agustus 2004	7.090	925.000	41.625.182.526

Hasil optimum diperoleh dengan nilai sisa persediaan cengkeh di akhir periode Agustus 2004 sebesar 3.058 kg.

Dengan mengambil interval waktu selama kuartal terakhir tahun 2003 (September 2003 – Desember 2003), diketahui bahwa persediaan cengkeh dengan metode pemrograman dinamis menghabiskan biaya Rp 102.412.026.324,- sedangkan kondisi riil di perusahaan dalam periode yang sama menghabiskan biaya Rp 167.033.506.667,-.

Dengan mempertimbangkan selisih nilai sisa persediaan cengkeh dari kedua metode sebesar Rp 63.931.995.000,- dapat diketahui bahwa metode pemrograman dinamis selama periode September 2003 – Desember 2003 dapat menekan biaya sebesar Rp 514.577.099,- atau 0,5 % dari total biaya persediaan cengkeh selama periode tersebut.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dibutuhkan untuk menelaah apabila terjadi perubahan pada parameter-parameter di dalam model sehingga diketahui seberapa besar perubahan tersebut mempengaruhi solusi optimal.

Analisis sensitivitas dalam penelitian ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan tetap optimum sampai penurunan dan peningkatan kebutuhan cengkeh sebesar

1.600 kg pada periode yang bersangkutan. Apabila terjadi penurunan dan peningkatan kebutuhan cengkeh di luar batas tersebut, maka model yang tersedia harus diperbaharui dengan memasukkan nilai parameter kebutuhan cengkeh yang baru.

KESIMPULAN

Perencanaan pengendalian persediaan cengkeh di PT. Gandum diawali dengan peramalan kebutuhan selama September 2003 – Agustus 2004. Peramalan terbaik menggunakan metode *Additive Decomposition* dengan nilai *MSE* terendah 426.893,5. Hasil peramalan disesuaikan dengan *Standard Error* dan kebutuhan persediaan pengaman sehingga didapatkan nilai riil kebutuhan cengkeh setiap bulan.

Hasil analisis biaya – biaya persediaan cengkeh adalah sebagai berikut, biaya pembelian Rp 45.000,-/kg, biaya pemesanan Rp 38.800,- dan biaya penyimpanan Rp 47,-/kg. Data biaya ini dan data persediaan awal cengkeh bulan September 2003 sebesar 1.466.837 kg beserta hasil peramalan kebutuhan cengkeh digunakan sebagai masukan untuk perencanaan persediaan cengkeh PT Gandum dengan program dinamis.

Total biaya minimum persediaan cengkeh periode September 2003 – Agustus 2004 dengan pemrograman

dinamis sebesar Rp 443.291.022.981,- dengan nilai sisa persediaan 6.683 kg. Penerapan program dinamis selama periode tersebut menekan total biaya persediaan sebesar Rp 232.011.787,-. Analisis sensitivitas dengan perubahan kebutuhan cengkeh setiap bulan menunjukkan bahwa solusi model persediaan tetap optimal untuk perubahan kebutuhan cengkeh sampai 1.600 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Chase, R.B, Aquilano, N.J, Jacobs, F.R. 2001. Operation Management for Competitive Advantage. McGraw-Hill/Irwin. New York
- Hillier, F.S, Lieberman, G.J. 2001 Introduction to Operation Research. McGraw-Hill Inc. New York
- Kusuma, H. 2002. Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Andi. Yogyakarta
- Nasution, A.H. 2003. Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Guna Widya. Surabaya
- Render, B. dan Heizer, J. 2001. Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi (Alih Bahasa: Aroyoto, K). Salemba empat. Jakarta