

**APLIKASI PROGRAM DINAMIK UNTUK
MENGOPTIMALKAN BIAYA TOTAL
PADA PENGENDALIAN PRODUKSI
MINYAK SAWIT DAN INTI SAWIT
(STUDI KASUS: PTPN IV (PERSERO) PKS SAWIT LANGKAT)**

ROLAND GANDA SIMANJUNTAK, FAIGIZIDUHU BU'ULOLO, ESTHER
S M NABABAN

Abstrak. *PT. Perkebunan Nusantara IV adalah perusahaan negara yang bergerak dibidang pertanian dengan komoditas sawit, teh, kakao, karet, dan kina. Dalam hal ini penulis mengkhususkan penelitian yang dilakukan terhadap sawit yang berlokasi di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sawit Langkat. Pembahasan yang dilakukan adalah membuat pengendalian jumlah produksi minyak sawit dan inti sawit untuk periode satu tahun ke depan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode program dinamik deterministik dengan rekursif maju. Persamaan rekursif yang diperoleh pada penelitian ini adalah $f_j(X_j) = \text{Min}\{7808,39(X_j + I_j) + f_{(j-1)}(X_{(j-1)})\}$. Biaya total optimal (minimum) yang diperoleh untuk minyak sawit selama satu tahun adalah Rp. 195.273.731.947,00 dan untuk inti sawit adalah Rp. 55.304.620.503,00.*

1. PENDAHULUAN

Program dinamik adalah suatu konsep matematika yang lebih baik dibandingkan dengan metode-metode matematika lainnya yang termasuk dalam

Received 15-08-2013, Accepted 02-09-2013.

2010 Mathematics Subject Classification: 49J52

Key words and Phrases: Pengendalian Produksi, Program Dinamik Deterministik, Rekursif Maju

riset operasi[1]. Dalam masalah program dinamik tidak ada formulasi matematika yang baku seperti Program Linier. Inti dari teknik ini adalah membagi satu persoalan yang dalam program dinamik disebut sebagai tahap, kemudian dipecahkan.

Penelitian ini, merupakan studi kasus pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sawit Langkat yang dimiliki oleh PTPN IV (Persero). Perusahaan ini memiliki masalah dalam merencanakan jumlah minyak sawit dan inti sawit yang harus diproduksi setiap bulannya, hal ini dilihat dari adanya kelebihan atau kekurangan jumlah produksi sehingga mengakibatkan tidak optimalnya keuntungan yang dapat diperoleh perusahaan. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu metode yang baik untuk menyusun rencana jumlah produksi minyak sawit dan inti sawit yang harus diproduksi setiap bulannya. Untuk menyelesaikan masalah pengendalian produksi minyak sawit dan inti sawit digunakan program dinamik dengan pendekatan rekursif.

Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan program dinamik terhadap biaya produksi dan untuk mengetahui biaya total minimum selama 12 bulan mendatang berdasarkan jumlah barang yang harus diproduksi. Langkah-langkah yang digunakan adalah meramalkan permintaan minyak sawit dan inti sawit dengan menggunakan metode ARIMA BOX-JENKINS[2] dengan persamaan:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_p \epsilon_{t-p} \quad (1)$$

Selanjutnya menentukan jumlah produksi dengan menganalisis jumlah persediaan yang harus dipersiapkan melalui metode program dinamik[3] di mana persamaannya adalah:

Maksimumkan

$$f_n(X) = \sum_{j=1}^n r_j(X_j) \quad (2)$$

dengan batasan

$$X = \sum_{j=1}^n (X_j) \quad (3)$$

di mana $X_j \geq 0; (j = 1, 2, \dots, n)$

2. LANDASAN TEORI

Peramalan Permintaan

Ramalan permintaan merupakan proyeksi penjualan perusahaan dengan asumsi perusahaan memiliki permintaan yang sama setiap periode dalam perencanaan horizon[4]. Ramalan itu mempengaruhi produksi perusahaan, kapasitas, sistem penjadwalan, membantu perencanaan keuangan, pemasaran dan personalia. Faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan barang dan jasa, seperti pertama lingkungan internal perusahaan yang berupa desain, layanan pelanggan, kualitas, dan harga barang. Kedua kondisi pasar yang meliputi persepsi konsumen, demografi, dan persaingan. Ketiga faktor lain yang dapat berupa UU/peraturan, ekonomi, dan siklus bisnis.

Metode ARIMA BOX-JENKINS

Peramalan dengan menggunakan ARIMA dilakukan melalui lima tahap, yaitu tahap: pemeriksaan kestasioneran data, pengidentifikasian model, pengestimasi parameter model, pengujian model, dan penggunaan model untuk peramalan.

1. Kestasioneran data diperiksa dengan analisis autokorelasi dan autokorelasi parsial. Data yang stasioner ini juga dapat dilihat dari nilai koefisien autokorelasi dari data permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit dengan menggunakan persamaan berikut:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

Di mana:

r_k : koefisien autokorelasi data ke- k

Y_t : data ke- t

\bar{Y} : rata-rata data

Dengan :

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} \quad (5)$$

Batas penerimaan yang digunakan adalah:

$$-1,96 \left(\frac{1}{\sqrt{n}} \right) \leq r_k \leq 1,96 \left(\frac{1}{\sqrt{n}} \right) \quad (6)$$

2. Pengidentifikasi model yang sesuai dengan suatu data didasarkan pada data yang stasioner atau data perbedaan yang sudah distasionerkan. Data tersebut dianalisis untuk mengidentifikasi modelnya sehingga dapat diketahui apakah modelnya tergolong sebagai ARIMA yakni pada persamaan (1).
3. Setelah model tentatif telah dipilih, maka parameter model harus di estimasikan. Contoh: *ARIMA*(1, 0, 1) telah dipilih sebagai model maka formulasi adalah:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} \quad (7)$$

dan

$$\hat{Y}_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 \epsilon_{t-1} \quad (8)$$

Untuk menggunakan persamaan (5) dan (6) ke dalam peramalan maka analisis dari kalkulasi nilai ϕ_0 , ϕ_1 dan θ_1 . Selanjutnya dilakukan uji signifikansi terhadap nilai-nilai parameter yang diperoleh dengan nilai parameter dikatakan signifikan jika $|t_{hitung}| \geq t_{tabel}$ atau $P_{value} \leq 0,05$. Kalkulasi dapat dilakukan dengan bantuan program komputer Box-Jenkins, dengan kriteria nilai MSE (*Mean Squared Error*) terkecil lah yang menjadi nilai optimal.

4. Langkah selanjutnya adalah menguji kecukupan model dengan memeriksa error yakni $\epsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$ adalah acak. Pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan melihat error autokorelasi yang tidak signifikan perbedaannya dengan nol. Jika beberapa batas bawah dari lag signifikan berbeda dari nol maka model tersebut belum cukup. Maka analisis dilakukan mulai dari step 1, step 2, memilih sebuah model alternatif, dan melanjutkan analisis. Model dapat di periksa dengan uji

Chi-Square (χ^2), yang diketahui sebagai modifikasi Statistik Q *Box-Pierce* (*Ljung-Box-Pierce*), pada autokorelasi residual. Uji statistik:

$$Q_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{(r_k)^2}{n-k} \quad (9)$$

di mana:

n : bilangan observasi dari *time series*

k : banyak lag yang diperiksa

m : lag yang diperiksa

r_k : sampel fungsi autokorelasi dari residual ke- k

5. Setelah semua tahap dilakukan maka model dapat digunakan untuk meramalkan. Sebuah model yang diidentifikasi sebagai *ARIMA*(p, d, q), menyatakan p adalah orde *autoregressive*, d adalah level dari perbedaan (*difference*) dan q adalah orde *moving average*.

Safety Stock

Safety stock adalah persediaan barang minimum untuk menghindari terjadinya kekurangan barang. Beberapa model yang dapat digunakan untuk menentukan *safety stock* yang tepat yaitu:

1. Model dengan *Expected Value*

Dalam model ini, biaya yang terjadi karena kekurangan barang dan penyimpanan barang harus diketahui. Pertama dicari *expected value* dari kedua biaya tersebut pada berbagai alternatif tingkat *safety stock*, lalu dipilih biaya (*expected value*)-nya yang paling murah.

2. Model dengan Kurva Normal

Kalau data biaya tidak diketahui, maka harus berusaha mengetahui distribusi dari kebutuhan barang. Dengan kata lain harus dicari *mean* (rata-rata) dan deviasi standarnya. Prosedur untuk menentukannya sebagai berikut:

- (a) Mencari *mean* dan deviasi standar dari kebutuhan barang perusahaan.
- (b) Tentukan risiko kekurangan barang yang dapat ditolerir perusahaan.

Persamaan Program Dinamik

Dalam masalah (2) di atas, penghasilan (*return*) maksimum dari kegiatan ditentukan oleh sumber daya total X yang tersedia dan penghasilan dari kegiatan-kegiatan individual $r_j(X_j)$. Oleh sebab itu, penghasilan keseluruhan dari n kegiatan-kegiatan dapat dinyatakan oleh suatu urutan, fungsi-fungsi sebagai berikut:

$$f_n(X) = \max_{x_j} F(X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, X_n) \quad (10)$$

Sumber daya total yang tersedia X harus dialokasikan secara berurutan ke semua kegiatan-kegiatan pada tahap-tahap yang berbeda, untuk mencapai hasil yang maksimum. Bila dialokasikan sejumlah X_n dari sumber daya ke kegiatan ke n di mana $0 \leq X_n \leq X$, akan didapatkan penghasilan $f_n(X_n)$ dari kegiatan tersebut. Masih mempunyai sejumlah $X - X_n$ sumber daya yang tersedia untuk $(n - 1)$ kegiatan ditunjukkan oleh:

$$f_{n-1}(X - X_n) = \sum_{j=1}^{n-1} r_j(X_j); X_j \geq 0 \quad (11)$$

penghasilan total dari n kegiatan dapat dinyatakan sebagai:

$$f_n(X) = r_n(X_n) + f_{n-1}(X - X_n) \quad (12)$$

Kuantitas sumber daya optimal yang dialokasikan ke n kegiatan X_n menentukan nilai $(X - X_n)$ dan hal ini sebaiknya akan menentukan nilai maksimum persamaan penghasilan total. Oleh karena itu masalah program dinamik dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi umum sebagai:

$$f_n(X) = \max\{r_n(X_n) + f_{n-1}(X - X_n)\} \quad (13)$$

$$n = 2, 3, \dots, p$$

persamaan (13) disebut sebagai persamaan rekursif.

Konsep Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan pembuatan barang-barang atau kebutuhan jasa[5]. Biaya nonproduksi adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan fungsi penelitian dan pengembangan, penjualan, dan administrasi. Biaya produksi diklasifikasikan menjadi *direct*

material, *direct labor*, dan *overhead*. Hanya ketiga elemen biaya ini yang dapat diberikan pada produk untuk laporan keuangan external.

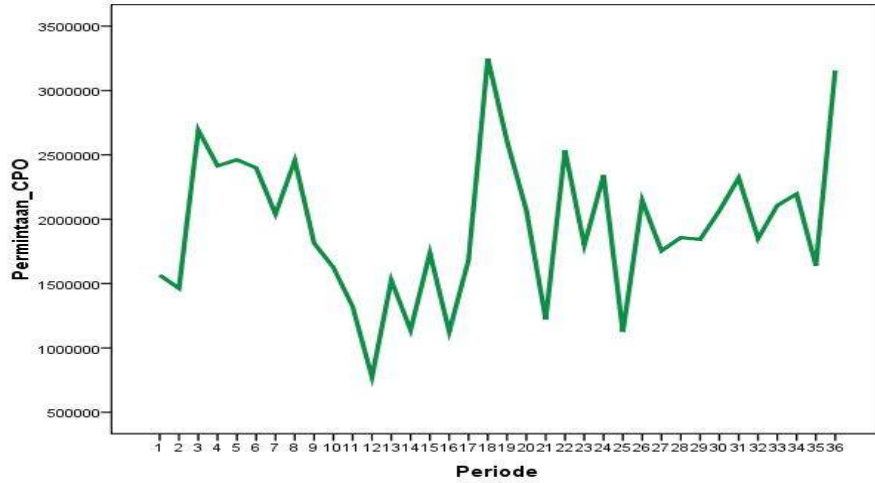
3. METODOLOGI PENELITIAN

1. Menyusun rencana penelitian yang dimulai dari suatu permasalahan meminimumkan biaya total produksi dengan program dinamik.
2. Pengumpulan data dengan cara observasi, dan dokumentasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri data permintaan, produksi, kapasitas gudang dan data biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh minyak sawit dan inti sawit yang diperoleh dari perusahaan yakni data sekunder.
3. Dari data yang ada dilakukan peramalan permintaan minyak sawit dan inti sawit untuk satu tahun mendatang (2013) dengan menggunakan *Time Series* yakni metode ARIMA BOX-JENKINS.
4. Selanjutnya menentukan nilai *safety stock* yang akan digunakan dalam menentukan batas bawah dan batas atas persediaan minyak sawit dan inti sawit, di mana nilai *safety stock* merupakan nilai tengahnya.
5. Menentukan jumlah produksi minyak sawit dan inti sawit berdasarkan biaya total minimum dengan menggunakan program dinamik dan melakukan simulasi dengan bantuan program Ms. Excel 2010.
6. Membuat kesimpulan.

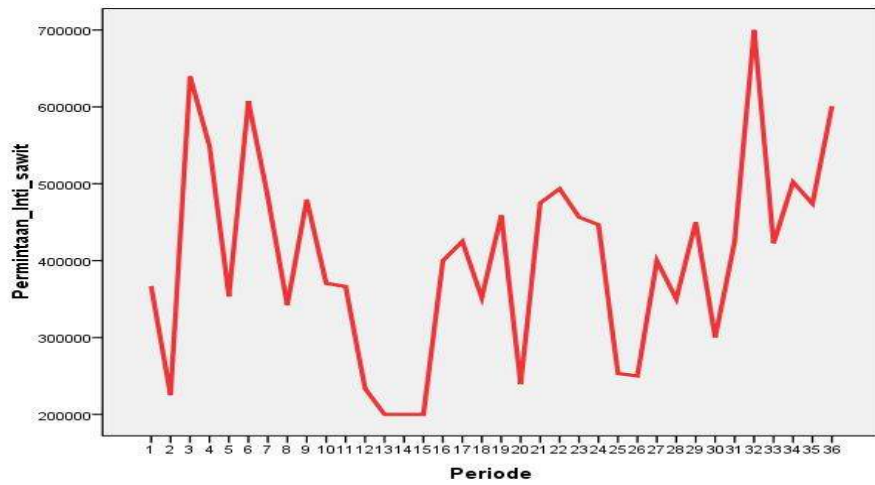
4. PEMBAHASAN

Analisis Data Permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit

Langkah awal dalam menganalisa data permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit PKS Sawit Langkat tahun 2010-2012 dari perusahaan adalah dengan membuat plot data (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1: Grafik Data Permintaan Minyak Sawit Tahun 2010-2012



Gambar 2: Grafik Data Permintaan Inti Sawit Tahun 2010-2012

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa data permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit sudah stasioner. Data yang stasioner ini juga dapat dilihat dari nilai koefisien autokorelasi dari data permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit dengan menggunakan persamaan (4) maka diperoleh $r_1 = 0,183$ untuk minyak sawit dan $r_1 = 0,244$ untuk inti sawit. Dengan cara yang sama, nilai-nilai koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data permintaan minyak sawit dan permintaan inti sawit masing-masing dapat diperoleh.

Untuk melihat apakah data sudah stasioner atau tidak, dapat dilihat dari nilai koefisien autokorelasi yang berbeda nyata dari nol yaitu nilai koefisien autokorelasi berada dalam interval batas penerimaan (6) yakni:

$$-0,32666 \leq r_k \leq 0,32666$$

Hal yang serupa dilakukan pada data permintaan inti sawit sehingga data yang stasioner dapat diperoleh dan dilanjutkan dengan identifikasi model.

Identifikasi Model

Dari ordo proses *Autoregressive* dan ordo proses *Moving Average* diperoleh model ARIMA tentatif yang baru, sehingga dimiliki 3 (tiga) model ARIMA tentatif untuk data permintaan Minyak Sawit yakni:

1. *ARIMA*(1, 0, 0)
2. *ARIMA*(0, 0, 1)
3. *ARIMA*(1, 0, 1)

Tiga model ARIMA tentatif untuk data permintaan inti sawit yakni:

1. *ARIMA*(1, 1, 2)
2. *ARIMA*(2, 1, 1)
3. *ARIMA*(2, 1, 2)

Estimasi Parameter Model

Tahap selanjutnya setelah model ARIMA Tentatif diperoleh adalah estimasi parameter yaitu mencari nilai estimasi terbaik atau paling efisien untuk parameter model. Dalam tahap ini akan diestimasi parameter-parameter yang tidak diketahui yakni ϕ dan θ .

Verifikasi Model

Dari hasil perhitungan pada tahap estimasi dilakukan verifikasi untuk model-model tersebut yakni model yang tepat untuk data permintaan Minyak Sawit adalah model $ARIMA(1, 0, 1)$ dan model yang tepat untuk data permintaan Inti Sawit adalah model $ARIMA(2, 1, 1)$.

Pemeriksaan Ketepatan Model

Uji statistik Q Box-Pierce dilakukan untuk menunjukkan bahwa fungsi autokorelasi residualnya bersifat white noise atau tidak berbeda dari nol. Berdasarkan nilai Q yang didasari pada lag 12, 24 residual autokorelasinya masing-masing adalah untuk Minyak Sawit: 15,6 ; 27,6 dan untuk Inti Sawit: 8,0; 19,7 di mana tabel χ^2 untuk derajat kebebasan $\chi_{0,05}^2(10) = 18,307$; $\chi_{0,05}^2(22) = 33,924$. Sehingga diperoleh bahwa $Q \leq \chi^2$ yang berarti kumpulan nilai r_k tidak berbeda secara signifikan dari nol atau *white noise*, sehingga dapat disimpulkan model memadai.

Tahap Peramalan

Dengan menggunakan program Minitab 16 dapat diperoleh ramalan untuk 12 periode ke depan dengan taraf kepercayaan 95%. Interval ramalan dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Data Hasil Ramalan Permintaan Minyak Sawit dan Inti Sawit Satu Tahun Mendatang (2013)

Periode	Peramalan Permintaan Minyak Sawit (Kg)	Periode	Peramalan Permintaan Inti Sawit (Kg)
Januari	2.021.945	Januari	609.766
Februari	2.021.866	Februari	520.414
Maret	2.021.787	Maret	613.327
April	2.021.708	April	567.021
Mei	2.021.629	Mei	559.735
Juni	2.021.549	Juni	596.824
Juli	2.021.470	Juli	560.528
Agustus	2.021.391	Agustus	577.247
September	2.021.312	September	581.603
Oktober	2.021.233	Oktober	566.311
November	2.021.154	November	580.428
Desember	2.021.075	Desember	574.469

Safety Stock

Dengan risiko kekurangan barang yang ditolerir perusahaan sebanyak 5% berarti tingkat pelayanannya 95%. Pada table kurva normal nilai $Z = 1,64$. Berdasarkan nilai Z tersebut dapat dicari jumlah barang yang harus disediakan sebanyak S Maka

$$safety\ stock = 2.874.377,84 - 1.947.601,67 = 926.776,17Kg$$

Dengan melakukan pembulatan maka diperoleh $safety\ stock = 926.776$ Kg untuk Minyak Sawit, dan 211.345 Kg untuk inti sawit. Hasil perhitungan di atas masing-masing digunakan untuk menentukan batas bawah persediaan untuk minyak sawit dan inti sawit. Di mana nilai dari safety stock merupakan nilai tengah dari interval tersebut, maka diperoleh:

$$850.000 \leq persediaan\ minyak\ sawit \leq 950.000$$

$$175.000 \leq persediaan\ inti\ sawit \leq 225.000$$

Persamaan Rekursif Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan pembuatan barang-barang atau kebutuhan jasa yang digunakan perusahaan dimasukkan dalam persamaan program dinamik sehingga diperoleh persamaan rekursifnya yakni:

$$\begin{aligned} f_j(X_j) &= \text{Min}\{(4.688,01 + 1.690,59 + 1.429,79)(X_j + I_j) + f_{j-1}(X_{j-1})\} \\ &= 7.808,39(X_j + I_j) + f_{j-1}(X_{j-1}) \end{aligned}$$

dengan

$$0 \leq I_j \leq 3.000.000\ Kg\ \text{untuk}\ \text{minyak}\ \text{sawit};$$

$$0 \leq I_j \leq 300.000\ Kg\ \text{untuk}\ \text{inti}\ \text{sawit};$$

$$X_j \geq 0$$

Di mana:

X_j : jumlah permintaan minyak sawit atau inti sawit pada tahap (periode) ke- j

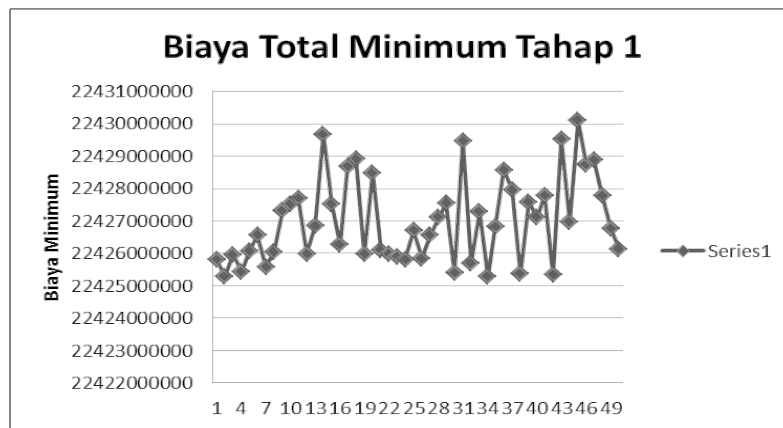
I_j : jumlah persediaan yang dibutuhkan pada tahap (periode) ke- j
 $j = 1, 2, 3, \dots, 12$

Proses pengambilan kebijakan untuk persediaan pada tahap $j(I_j)$ dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak pada Ms. Excel 2010 antara batas persediaan yang telah ditetapkan di atas. Membangkitkan Bilangan Acak

(*Generating Randon Numbers*) dilakukan sebanyak n kali sesuai kebutuhan untuk setiap tahap. Nilai yang akan diambil adalah nilai *equilibrium* dari n -simulasi nilai yang sesuai dengan kriteria yaitu nilai minimum dari total biaya.

Perhitungan Persediaan Minyak Sawit dan Inti Sawit

1. Tahap 1 (Januari 2013)



Gambar 3: Simulasi Biaya Total Minimum Minyak Sawit Tahap 1

Dari Gambar 3 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa perpindahan Biaya Total Minimum yang paling sering terjadi ada pada rentang nilai

$$22.426.000.000 \leq f_1(X_1) \leq 22.427.000.000$$

Diambil keputusan biaya total minimumnya adalah:

$$f_1(X_1) = 22.426.500.000$$

sehingga $I_1 = 850.158 \text{ Kg}$ maka minyak sawit yang harus diproduksi pada Januari 2013 sebanyak $2.021.945 + 850.158 = 2.872.103 \text{ Kg}$.

Hal serupa seperti di atas dilakukan untuk setiap tahap sehingga diperoleh jumlah minyak sawit dan inti sawit yang harus di produksi selama tahun 2013 ditampilkan pada Tabel 2:

Tabel 2 Jumlah Produksi Minyak Sawit dan Inti Sawit Tahun 2013

Minyak Sawit		
Periode	Jumlah Produksi	Biaya Total Sampai
Januari 2013	2.872.103	22.426.500.344
Pebruari 2013	2.021.768	38.213.253.378
Maret 2013	1.921.813	53.219.518.789
April 2013	2.021.808	69.006.584.158
Mei 2013	2.021.569	84.791.783.322
Juni 2013	2.021.569	100.576.982.486
Juli 2013	2.021.441	116.361.182.176
Agustus 2013	2.021.378	132.144.889.937
September 2013	2.021.260	147.927.676.308
Oktober 2013	2.021.231	163.710.236.236
November 2013	2.021.181	179.492.405.745
Desember 2013	2.021.073	195.273.731.947
Inti Sawit		
Januari 2013	784.848	6.128.399.275
Februari 2013	520.401	10.191.893.239
Maret 2013	613.326	14.980.981.845
April 2013	567.060	19.408.807.478
Mei 2013	559.676	23.778.975.960
Juni 2013	596.825	28.439.218.322
Juli 2013	560.533	32.816.074.690
Agustus 2013	577.250	37.323.463.914
September 2013	581.579	41.864.655.658
Oktober 2013	566.313	46.286.652.328
November 2013	580.458	50.819.098.675
Desember 2013	574.449	55.304.620.503

Dengan demikian, diperoleh jumlah minyak sawit dan inti sawit yang harus di produksi selama tahun 2013. Dari Tabel 2 diperoleh perbandingan selisih minyak sawit dengan biaya total dan perbandingan selisih inti sawit dengan biaya total yakni pada Tabel 3:

Tabel 3 Perbandingan Selisih Minyak Sawit dan Inti Sawit dengan Selisih Biaya Total

Selisih Minyak Sawit	Selisih Biaya Total	Selisih Inti Sawit	Selisih Biaya Total
-850.335	15.786.753.034	-264.447	4.063.493.964
-99.955	15.006.265.411	92.925	4.789.088.606
99.995	15.787.065.369	-46.266	4.427.825.633
-239	15.785.199.164	-7.384	4.370.168.482
0	15.785.199.164	37.149	4.660.242.362
-128	15.784.199.690	-36.292	4.376.856.368
-63	15.783.707.761	16.717	4.507.389.224
-118	15.782.786.371	4.329	4.541.191.744
-29	15.782.559.928	-15.266	4.421.996.670
-50	15.782.169.509	14.145	4.532.446.347
-108	15.781.326.202	-6.009	4.485.521.828

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa selisih jumlah produksi minyak sawit dan inti sawit, yaitu penambahan ataupun pengurangan jumlah produksi tidak berbanding lurus dengan selisih penambahan biaya total. Hal ini mungkin terjadi karena keterbatasan variabel yang digunakan dalam formulasi perhitungan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Langkat PTPN IV maka langkah pertama yang dilakukan untuk memperoleh biaya total minimum adalah dengan meramalkan permintaan minyak sawit dan inti sawit untuk periode yang akan diteliti. Selanjutnya menghitung jumlah produksi berdasarkan biaya total yang optimal (minimum) dengan program dinamik. Diperoleh persamaan rekursif untuk biaya total yakni

$$f_j(X_j) = \text{Min}\{7.808, 39(X_j + I_j) + f_{(j-1)}(X_{(j-1)})\}$$

dengan biaya total minimum Rp.195.273.731.947,00 untuk memproduksi minyak sawit selama tahun 2013 dan Rp.55.304.620.503,00 untuk memproduksi inti sawit selama tahun 2013. Selisih jumlah produksi minyak sawit dan inti sawit tidak berbanding lurus dengan selisih penambahan biaya total (biaya produksi).

Daftar Pustaka

- [1] Tylor. Bernard W. Sains Manajemen. Bayumedia. Malang, (2001).
- [2] Hanke. John E. Business Forecasting. Prentice-Hall International, Inc. Washington, (1986).
- [3] Subagyo. Pangestu. Manajemen Operasi. BPFE-Yogyakarta. Yogyakarta, (2000).
- [4] Zulfikarijah. Fien. Operation Research. Bayumedia. Malang, (2004).
- [5] Guan. Cost Management. Transcontinental, Beauceville QC. USA, (2009).

ROLAND: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: rolandg.simanjuntak@yahoo.com

FAIGIZIDUHU: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: waigi.buulolo@gmail.com

ESTHER: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: Esther@usu.ac.id