

OPTIMISASI JUMLAH PRODUKSI CPO DENGAN BIAYA MINIMUM MELALUI PENDEKATAN *LINEAR PROGRAMMING* DI PT “XYZ”

Antonius Sianturi¹, Ir. Abadi Ginting SS, MSIE², Ir Ukurta Tarigan, MT²
Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : sian2_ri@yahoo.com¹
Email : abadiginting@yahoo.com²
Email : ukurta@usu.ac.id²

Abstrak. Keputusan strategis dan taktis dibutuhkan oleh PT XYZ untuk meminimisasi total biaya produksi CPO (Crude Palm Oil). Dalam meminimisasi total biaya produksi CPO, PT XYZ mempunyai kendala. Kendala tersebut adalah ketersediaan TBS (Tandan Buah Segar), jumlah produksi CPO, jumlah persediaan CPO, jumlah tenaga kerja dan jumlah alat transportasi TBS. Kendala ketersediaan TBS menyebabkan model sulit diselesaikan karena tidak memenuhi prinsip *additivity* pada *linear programming*. Oleh karena itu, pendekatan *linear programming* relaksasi digunakan pada masalah ini. Relaksasi dilakukan dengan menghapus kendala yang menyebabkan model sulit diselesaikan. Model diselesaikan dengan menggunakan lima metode dalam *linear programming*. Metode tersebut adalah metode *BIG-M*, *2-phased*, *revised simplex*, *integer programming*, dan *dual problem*. Salah satu dari lima metode ini, yaitu metode *revised simplex* memberikan hasil yang optimal dalam jumlah iterasi dan waktu penyelesaian. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan software POM karena mempunyai tampilan iterasi yang detail. Hasil perhitungan menunjukkan jumlah total biaya minimum produksi sebesar Rp 114,258,100,000 dan jumlah produksi CPO sebesar 14763 ton

Kata kunci: *Linear Programming*, Relaksasi, Produksi Optimum

Abstract. Strategic and tactical decisions by PT XYZ needed to minimize the total cost of production of CPO (Crude Palm Oil). In minimizing the total production cost of CPO, PT XYZ has some constraints. These constraints is the availability of FFB (fresh fruit bunches), the amount of production of CPO, CPO stock levels, employment and number of transportation TBS. TBS availability constraints lead to intractable models because it does not fulfill the principle of *additivity* in *linear programming*. Therefore, the *linear programming* relaxation is used in this problem. Relaxation is done by removing constraints lead to intractable models. Model is solved by using five methods in *linear programming*. The method is a method of *BIG-M*, *2-phased*, *revised simplex*, *integer programming*, and *dual problems*. One of the five methods, the *revised simplex* method gives optimal results in a number of iterations and elapsed time. Calculations were performed using software POM because it has detail view of iteration. Calculation shows the total minimum cost of production amounted to Rp 114,258,100,000 and total production of 14763 tons of CPO

Keywords: *Linear Programming*, *Relaxation*, *Optimum Production*

¹ Mahasiswa, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

² Dosen Pembimbing, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

PENDAHULUAN

American Production and Inventory Control Society (APICS) menjelaskan bahwa pengendalian produksi adalah fungsi untuk menggerakkan barang melalui siklus manufaktur keseluruhan dari pengadaan bahan baku sampai dengan pengiriman produk jadi, sedangkan pengendalian persediaan adalah aktivitas-aktivitas dan teknik-teknik penjagaan stok barang-barang pada tingkat tertentu, baik berupa bahan baku, barang dalam proses dan produk jadi. (Hadiguna, 2008)

Perhatian terhadap perencanaan dan pengendalian produksi telah banyak dilakukan. Vasant (2003, 2006) mengembangkan program linear *fuzzy* yang diaplikasikan pada perencanaan produksi. Model perencanaan produksi yang diterapkannya hanya merencanakan kombinasi jumlah produksi dari beberapa jenis produk, atau lebih dikenal dengan istilah baur produk. Hasil studi ini masih belum mampu melibatkan faktor-faktor penting lainnya yang patut dipertimbangkan dalam sebuah sistem perencanaan dan pengendalian produksi, seperti kebijakan persediaan, ketersediaan tenaga kerja dan lain-lainnya. Hadiguna (2008,2009) melibatkan faktor-faktor seperti kebijakan persediaan, tenaga kerja dan lainnya dalam model linear. Namun pengujian model masih ke dalam satu metode saja dalam *linear programming*.

PT XYZ pada proses perencanaan produksinya hanya menggunakan dasar empiris. Kondisi ini tentunya menyebabkan kekhawatiran jika pada saat produksi berlangsung terjadi masalah seperti kelebihan ataupun kekurangan sumberdaya untuk melakukan produksi. Pertimbangan hanya menggunakan dasar empiris juga menyebabkan perusahaan sulit melakukan prediksi rencana ekspansi terhadap pemasaran produknya. Hal ini disebabkan karena pertimbangan empiris dilakukan hanya berdasarkan data masa lampau. Untuk itu pada penelitian ini dicoba menegakan dasar teoritis berdasarkan metode keilmuan. Pentingnya pendekatan teoritis untuk memberikan gambaran kegiatan produksi, sehingga ketika terjadi masalah seperti kekurangan atau kelebihan sumber daya dapat diperkirakan sebelumnya. Selain itu pertimbangan teoritis juga memberi keuntungan dalam pemetaan terhadap perencanaan produksi yang

akan membantu pihak manajemen mengambil keputusan memenuhi permintaan CPO.

Model yang dikembangkan menggunakan konsep pendekatan *linear programming* dengan lima metode pemecahan dengan melibatkan kendala yang lebih beragam. Pemecahan dengan lima metode ini menjadi keunggulan dari penelitian ini karena belum pernah dilakukan sebelumnya. Model *linear programming* telah banyak diterapkan untuk menyelesaikan berbagai jenis masalah termasuk perencanaan dan pengendalian produksi. Pemecahan dengan pola *linear* memberikan proses yang lebih sederhana dibandingkan pemecahan pola *non-linear*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Kelapa Sawit PT XYZ yang bergerak dibidang perkebunan dan pengolahan TBS. Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini termasuk penelitian analisis yang bersifat studi pengamatan yang didukung oleh data yang diolah dan kemudian dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan awal terhadap perusahaan dan kondisinya. Kemudian dilakukan Pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung di lapangan, melakukan wawancara kepada pihak perusahaan mengenai informasi yang dibutuhkan, dan mengulas buku-buku, laporan-laporan, dan jurnal-jurnal pihak perusahaan yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan. Sehingga diperoleh data- data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data Primer
Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa proses pengelolaan CPO mulai dari bahan baku hingga penimbunan serta proses yang terkait. Data ini diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan.
2. Data Sekunder
Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari wawancara dan catatan-catatan perusahaan. Data sekunder tersebut mencakup data
 - a. Ketersediaan kapasitas pabrik
 - b. Faktor rendemen
 - c. Kapasitas tangki timbun
 - d. Jumlah truk yang tersedia

- e. Kemampuan memanen per orang
- f. Tingkat persediaan pengaman
- g. Harga CPO
- h. Biaya pengolahan TBS per ton
- i. Biaya panen
- j. Permintaan CPO
- k. Biaya pengangkutan TBS

Data yang diperoleh diolah dengan melakukan formulasi fungsi terhadap variabel keputusan, fungsi kendala yang mencakup

1. Volume Produksi
2. Ketersediaan TBS
3. Persediaan
4. Kebutuhan Tenaga Kerja
5. Kebutuhan Truk Pengangkut TBS
6. Kendala Non Negativitas

Sementara itu fungsi sasaran diformulasikan dalam bentuk fungsi minimisasi total biaya produksi CPO

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & \sum c_1X_1 + p_1X_2 \\ & + c_2X_3 + p_2X_4 + b_1X_5 + d_1X_6 \\ & + b_2X_7 + d_2X_8 + u_1X_9 + u_2X_{10} \\ & + h_1X_{11} + h_2X_{12} \end{aligned}$$

Dimana,

- X_1 = Jumlah TBS Kebun Inti triwulan I
 X_2 = Jumlah TBS Kebun pihak III triwulan I
 X_3 = Jumlah TBS Kebun Inti triwulan II
 X_4 = Jumlah TBS Kebun pihak III triwulan II
 X_5 = Jumlah produksi CPO Triwulan I
 X_7 = Jumlah produksi CPO Triwulan II
 X_6 = Jumlah persediaan tangki timbun Triwulan I
 X_8 = Jumlah persediaan tangki timbun Triwulan II
 X_9 = Jumlah tenaga kerja panen yang dibutuhkan triwulan I (org)
 X_{10} = Jumlah tenaga kerja panen yang dibutuhkan triwulan II (org)
 X_{11} = Jumlah truk yang dibutuhkan triwulan I
 X_{12} = Jumlah truk yang dibutuhkan triwulan II
 c_1 = Harga TBS per ton Kebun inti triwulan 1
 c_2 = Harga TBS per ton dari Kebun inti pada triwulan 2
 p_1 = Harga TBS per ton dari Kebun Pihak III pada triwulan 1
 p_2 = Harga TBS per ton dari Kebun Pihak III pada triwulan 2
 b_1 = Biaya pengolahan TBS per ton pada triwulan 1
 b_2 = Biaya pengolahan TBS per ton pada triwulan 2
 d_1 = Biaya di tangki timbun pada triwulan 1
 d_2 = Biaya di tangki timbun pada triwulan 2
 u_1 = Biaya tenaga kerja panen pada triwulan 1
 u_2 = Biaya tenaga kerja panen pada triwulan 2
 h_1 = Biaya pengangkutan TBS pada triwulan 1
 h_2 = Biaya pengangkutan TBS pada triwulan 2

Kemudian model diuji ke dalam lima metode *linear programming* yaitu metode *BIG-M*, *2-Phased*, *Revised Simplex*, *Integer Programming*, dan *Dual Problem* kemudian dilakukan analisis terhadap hasil pengujian model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model *linear programming* memiliki bentuk kanonik yang kemudian diubah kedalam bentuk standart agar dapat diolah dan mendapatkan penyelesaiannya. Penyelesaiannya menggunakan lima metode dalam *linear programming*. Perhitungan menggunakan *software* memberi kemudahan dan akurasi, mengingat jumlah variable dan kendala memberikan jumlah matriks yang cukup besar untuk dihitung secara manual.

Bentuk kanonik merupakan bentuk dasar dari model. Namun untuk menyelesaikan persoalan *linear programming*, bentuk dasar diubah menjadi bentuk standar, yaitu bentuk yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Seluruh pembatas harus berbentuk persamaan (bertanda =) dengan ruas kanan yang nonnegatif.
2. Seluruh variabel harus merupakan variabel non-negatif.

Untuk mengubah bentuk kanonik menjadi bentuk standart dilakukan dengan menambahkan *slack variable*, *artificial variable*, dan *surplus variable*.

Model yang telah diubah ke dalam bentuk standart kemudian diujikan pada kelima metode dengan menggunakan bantuan software POM dalam perhitungannya. Hasil pengujian ke dalam lima metode *linear programming* menampilkan jumlah iterasi (N), nilai dari masing-masing variabel, nilai optimum (NO), *elapsed time* (ET).

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan dengan menggunakan *Revised Simplex Method* dalam *software* memberikan keefisienan yang lebih baik dengan jumlah iterasi paling sedikit dan waktu penyelesaian paling cepat yaitu 0.01 s. Selain itu nilai penyelesaian tiap iterasinya juga memiliki nilai yang paling kecil jika dibandingkan dengan perbandingan waktu tiap iterasi dari metode lainnya yaitu sebesar 0.01 s. Namun ketika membandingkan nilai optimum yang

Tabel 1. Hasil Pengujian dalam Lima Metode Linear

Variabel	BIG M (N = 13)		2-Phased (N = 13)		Revised Simplex Method (N = 10)		Integer Programming (N = 15)		Dual Problem (N = 13)	
	Nilai	ET (s)	Nilai	ET (s)	Nilai	ET (s)	Nilai	ET (s)	Nilai	ET (s)
X ₁₁	20.195	1	20195	1	20.195	0.01	20.195	1	20195	1
X ₂₁	1.942,71		1942.709		1.942,709		19.43		1942.709	
X ₁₂	26.500		26500		26.500		26.500		26500	
X ₂₂	8.955,74		8955,741		8.955,74		8.956		8955.741	
X ₃₁	5.760		5760		5.760		5.760		5760	
X ₄₁	875		875		875		875		875	
X ₃₂	9.003		9003		9.003		9.003		9003	
X ₄₂	1.199		1199		1.199		1.199		1199	
X ₅₁	150		150		150		150		150	
X ₅₂	150		150		150		150		150	
X ₆₁	45		45		45		45		45	
X ₆₂	45		45		45		45		45	
NO	114.258.100.000		114.258.100.100		166.935.000.000		114.258.900.000		114.258.100.000	

dihasilkan, metode *revised simpleks method* memiliki nilai fungsi tujuan yang paling besar.

Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa jumlah produksi CPO tertinggi adalah pada triwulan ke dua yaitu X₇ dengan produksi sebesar 9003 ton. Jumlah produksi yang meningkat ini didukung juga oleh permintaan produk CPO yang meningkat pada triwulan II yaitu sebesar 8,032 ton (bandingkan triwulan I sebesar 5,272 ton). Selain itu ketersediaan TBS yang juga meningkat menjadi faktor pendukung dalam peningkatan produksi CPO. Dimana ketersediaan TBS pada triwulan kedua adalah sebesar 35,456 ton (bandingkan triwulan I 21,932 ton). Berdasarkan data ini, jika melihat karakteristik panen yang terdiri dari panen puncak dan *track*, pada triwulan kedua ini kondisi perusahaan dapat dikategorikan kepada panen puncak di kebun kelapa sawit PT XYZ.

Dari model terdapat variable X₁, X₂, X₃, dan X₄ saling mempengaruhi berdasarkan kendala pertama dan kedua belas sehingga persoalan menjadi sulit dipecahkan karena tidak memenuhi prinsip *additivity*. Untuk itu dilakukan relaksasi dengan mengendurkan pembatas tersebut. Pengenduran dilakukan dengan menghapus salah

satu dari pembatas ketersediaan TBS dari pihak III atau kebun inti di dalam perhitungan. Pada model ini dipilih ketersediaan TBS kebun inti untuk dihapus. Hal ini dilakukan mengingat ketersediaan kebun inti yaitu X₁ dan X₃ sudah pasti ada dan dipilih sebagai bahan baku.

Dalam metode *branch and bound* nilai X₂ dan X₄ yang memiliki solusi dalam bilangan pecahan. Maka terdapat empat kemungkinan kombinasi bilangan bulat terdekat keduanya yang menjadi kendala *mutually exclusive* yaitu :

Tabel 2. Sub Problem Nilai X₂ dan X₄

X ₂	X ₄
≥1943	≤8955
≥1943	≥8956
≤1942	≤8955
≤1942	≥8956

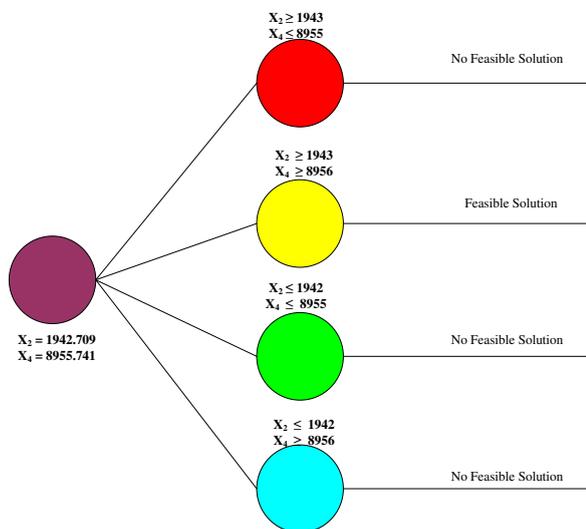
Dari keempat kombinasi ini dimasukan ke dalam persamaan pembatas kemudian diolah di dalam software. Hasil pengujian menampilkan *output* berupa kondisi apakah kombinasi dari variabel-variabel tersebut memberikan hasil

feasible atau non feasible seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Relaksasi Nilai Ketersediaan TBS Pihak III

X_2	X_4	Output
≥ 1943	≤ 8955	No Feasible Solution
≥ 1943	≥ 8956	Feasible Solution
≤ 1942	≤ 8955	No Feasible Solution
≤ 1942	≥ 8956	No Feasible Solution

Maka jika digambarkan dalam bagan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Hasil Relaksasi Ketersediaan TBS Pihak Swasta

Dari Tabel 3 ditunjukkan bahwa tiga kombinasi jumlah ketersediaan CPO memberikan hasil yang tidak feasible. Pada Gambar 1 bagan menunjukkan dari keempat cabang menunjukkan bahwa cabang kedua menunjukkan nilai feasible yaitu pada nilai $X_2 \geq 1943$ dan $X_4 \geq 8956$. Oleh sebab itu PT XYZ harus memilih kombinasi ini dalam pengadaan bahan baku TBS dari pihak III supaya mendapatkan nilai optimum pada jumlah produksi CPO dengan biaya minimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap pemecahan masalah, model yang diujikan dapat memberikan nilai optimum dan solusi yang layak dengan

jumlah produksi optimum pada tingkat biaya yang paling minimum serta mampu memenuhi jumlah persediaan. Hasil dari model ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk menetapkan kebijakan yang strategis dalam produksi CPO.

DAFTAR PUSTAKA

Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta:Erlangga.

Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan pengendalian Produksi*. Jakarta:Ghalia Indonesia.

Bazaraa, Mokhtar S. 1977. *Linear Programming and Network Flows*. United States of Amerika;John Wiley & Sons

Gupta, Kumar Prem, Hira, D.S. 2007. *Operation Research*. S.Chand:India.

Hadiguna, R.A. 2007. *Alokasi Pasokan Berdasarkan Produk Unggul untuk Rantai Pasok Sayuran Segar*. Jurnal Teknik Industri Vol. 9, No 2

Hadiguna, Rika Ampuh. 2008. *Model Perencanaan Produksi pada Rantai Pasok Crude Palm Oil dengan Menggunakan Preferensi Pengambilan Keputusan*. Jurnal Teknik Industri Vol. 10, No1

Hadiguna, R. A. 2009. *Manajemen Rantai Pasok Minyak Sawit Mentah*. *Journal of Logistics and Supply Chain Management*

Harsanto, Budi. 2011. *Tutorial QM For Windows*. Bandung

Hillier, Lieberman. 2005. *Operations Research*. Eight Edition. McGraw Hill:Singapore.

Manulang, M.Marihot. 2001. *Manajemen Personalia*. Yogyakarta;Gajah Mada University Press

Nasution, Arman Hakim. 1999. *Perencanaan Produksi dan Pengendalian Produksi*. Surabaya:Guna Widya.

- RAO, SS. 1984. *Optimization (Theory and Applications)*. Second Edition. New Delhi ; Wiley Eastern Limited
- Supranto, J. 1983. *Linear Programming*. Edisi Kedua. Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Siringoringo, Hotniar. 2005. *Seri Teknik Riset Operasional. Pemrograman Linear*. Yogyakarta;Graha Ilmu
- Sutarto. 1998. *Dasar-dasar Organisasi*. Cetakan Kedelapan belas. Yogyakarta;Gajah Mada University Press
- Taha, Hamdy A. 2007. *Operation Research. Eight Edition*. Singapore; Prancitice Hall
- Vasant, P.M., 2003. *Application of Fuzzy Linear Programming in Production Planning. Fuzzy Optimization and Decision Making*,
- Vasant, P.M., 2006. *Fuzzy Production Planning and Its Application to Decision Making. Journal of Intelligent Manufacturing*.
- William, Carter. Usry, Milton. 2006. *Cost Accounting*. Edisi 13. Singapore ; Thomson Learning.

