
Implementasi *Integer Programming* dengan Algoritma *Branch and Bound* Menggunakan *QM for Windows* dalam Memaksimalkan Keuntungan di PT. XYZ

Nintia Litano, Endang Suhendar

Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,

Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Raya Tengah No.80, Jakarta Timur – Jakarta

13760

e-mail: dinilitano@gmail.com

Abstract

In maximizing the profits to be obtained the company needs optimal production planning. The plan considers the resources of the company. PT XYZ is a furniture company. This research focuses on optimizing production planning on the manufacture of door products at PT. XYZ. There are several types of products issued in: D1 type door, D2 type door, D3 type door, and D4 type door. Production planning at PT. XYZ can be seen as an integer program model, which is a method related to optimizing resources to increase profits. Optimization is done by determining the amount of production for each type and each calculating existing resources. The solution search for this model is done by the Branch and Bound algorithm. Based on the calculation results using QM software for Windows, the amount corresponding to production is obtained by using Branches and Bound giving an increase of 36.5% compared to the acquisition of PT. XYZ before.

Keywords: *Branch and Bound Algorithms, Integer Programming, Optimization*

Abstrak

Dalam memaksimalkan keuntungan yang akan diperoleh perusahaan perlu adanya perencanaan produksi yang optimal. Perencanaan tersebut mempertimbangkan ketersediaan sumber daya pada perusahaan. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang furniture. Penelitian ini fokus kepada pengoptimalan perencanaan produksi pada pembuatan produk pintu di PT.XYZ. Terdapat beberapa jenis produk yang diproduksi di antaranya: Pintu tipe D1, Pintu tipe D2, Pintu tipe D3, dan Pintu tipe D4. Perencanaan produksi di PT.XYZ ini dapat dikatakan sebagai model program integer, karena semua variabel menghendaki hasilnya berupa bilangan bulat. Program tersebut berhubungan dengan pengoptimalan ketersediaan sumber daya bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan. Pengoptimalan yang dilakukan yaitu dengan menentukan jumlah produksi untuk masing-masing tipe serta mempertimbangkan semua ketersediaan sumber daya yang ada. Pencarian solusi untuk model ini dilakukan dengan algoritma Branch and Bound. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan software QM for Windows, diketahui bahwa penentuan jumlah produksi dengan menggunakan algoritma Branch and Bound memberikan peningkatan keuntungan sebesar 36.5% dibandingkan dengan keuntungan PT.XYZ sebelumnya.

Kata kunci: Optimasi, program integer, algoritma *Branch and Bound*

1. Pendahuluan

Perencanaan produksi penting dalam berlangsungnya manajemen perusahaan, agar penjual dapat mengetahui jenis dan jumlah produk yang akan diproduksi dan dijual sesuai dengan permintaan konsumen. Manajemen produksi merupakan kegiatan untuk mengatur

penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk menciptakan dan menambah kegunaan (utility) sesuatu barang atau jasa [1].

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang *furniture interior design* yang berlokasi di Jl. Raya Cileungsi-Jonggol, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor. Usaha ini tidak memiliki metode yang pasti dalam menentukan jumlah produksi yang optimal pada masing-masing tipe pintu. Pada PT XYZ terdapat kendala-kendala yang terjadi dalam proses produksi di antaranya yaitu ketersediaan bahan baku yang digunakan, waktu produksi yang diperlukan, jumlah tenaga kerja yang ada mempengaruhi jumlah produksi yang dihasilkan, kemampuan kapasitas produksi, dan jumlah permintaan produk yang beragam.

Kendala-kendala yang terjadi pada PT XYZ dapat dikatakan sebagai *integer programming* dikarenakan semua variabel menghendaki hasilnya berupa bilangan bulat. Sesuai dengan namanya metode ini membatasi penyelesaian optimal yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas atau bawah bagi masing-masing variabel keputusan yang bernilai bulat sehingga setiap oembatasan akan menghasilkan cabang baru [2]. Pada penelitian ini dengan menggunakan algoritma *Branch and Bound* efektif dan sederhana untuk menyelesaikan model program *integer* [3], [4], [5], [10].

Dengan prinsip kerja metode *Branch and Bound* yaitu mencabangkan variabel keputusan yang tidak memiliki penyelesaian bulat, percabangan dilakukan terus hingga diperoleh penyelesaian bulat sehingga semua variabel keputusannya bernilai bulat dan menghasilkan keuntungan maksimal bagi perusahaan [10]. Maka dari itu pada penelitian ini, peneliti mencoba menghitung sebuah optimalisasi hasil produksi dalam produksi pembuatan pintu pada PT XYZ menggunakan menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP) dengan metode *Branch and Bound*.

Suatu masalah optimasi, dikenal fungsi objektif atau fungsi tujuan yang merupakan fungsi pengevaluasi yang ingin dioptimalkan [6]. Program *integer* digunakan untuk memodelkan permasalahan yang variabel-variabelnya tidak mungkin berupa bilangan yang tidak bulat (bilangan riil) [7]. Menurut [8] Algoritma *branch and bound* adalah pendekatan solusi yang membagi ruang solusi yang layak menjadi himpunan bagian solusi yang lebih kecil. Algoritma *branch and bound* dilakukan secara berulang hingga membentuk pohon pencarian (*search tree*) dan dilakukan proses pembatasan (*bounding*) dengan menentukan batasan (*bounding*) dalam mencari solusi optimal [9].

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu dengan melakukan studi pustaka melalui buku maupun penelitian yang terdahulu dalam konsep algoritma *Branch and Bound* dan model *Integer Linear Programing*. Kemudian diimplementasi pada PT XYZ untuk penentuan jumlah produksi yang optimal untuk memaksimalkan keuntungan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *QM for Windows*. Hasil dari pengolahan data dan analisis diharapkan dapat menjadi solusi dari keputusan penentuan jumlah produksi yang optimal.

3. Hasil dan Analisis

Pada pengolahan data dalam menyelesaikan permasalahan pada PT XYZ untuk memaksimalkan keuntungan produksi dibutuhkan pengumpulan data yang lengkap mengenai proses produksi seluruh tipe. Berikut adalah uraian permasalahan yang biasa terjadi pada PT XYZ:

Tabel 1. Uraian Kendala PT. XYZ

Uraian Kendala	Pintu D1	Pintu D2	Pintu D3	Pintu D4	Kapasitas tersedia	Satuan
Keuntungan per unit	161.200	100.500	115.000	130.000		
Kayu	20	20	20	6	1000	m ²
Kaca	-	-	-	6	50	m ²
Gagang pintu	1	1	1	1	300	Pcs
Engsel	2	2	2	2	600	Pcs

Cat	2	2	2	2	15	Kg
Lanjutan Tabel 1. Uraian Kendala PT. XYZ						
Waktu Produksi	100	100	100	100	2880	Menit
Tenaga kerja	5	5	5	5	60	Pekerja
Mesin	2	2	2	2	16	Mesin
Permintaan D1	480	0	0	0	1200	Pcs
Permintaan D2	0	1128	0	0	1200	Pcs
Permintaan D3	0	0	648	0	1200	Pcs
Permintaan D4	0	0	0	480	1200	Pcs
Kapasitas produksi	1	1	1	1	1200	Pcs

Langkah-langkah penyelesaian yaitu:

Fungsi Tujuan: $Z_{maks} = 161200X_1 + 100500X_2 + 115000X_3 + 130000X_4$

Fungsi Kendala:

- $20X_1 + 20X_2 + 20X_3 + 6X_4 \leq 1000$ (Kayu)
- $6X_4 \leq 50$ (Kaca)
- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 300$ (Gagang pintu)
- $2X_1 + 2X_2 + 2X_3 + 2X_4 \leq 600$ (Engsel pintu)
- $100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 \leq 2880$ (Waktu)
- $2X_1 + 2X_2 + 2X_3 + 2X_4 \leq 15$ (Cat)
- $2X_1 + 2X_2 + 2X_3 + 2X_4 \leq 16$ (Mesin)
- $5X_1 + 5X_2 + 5X_3 + 5X_4 \leq 60$ (Tenaga Kerja)
- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 1200$ (Kapasitas Produksi)
- $480 X_1 \leq 1200$ (Permintaan Tipe D1)
- $1128 X_2 \leq 1200$ (Permintaan Tipe D2)
- $648 X_3 \leq 1200$ (Permintaan Tipe D3)
- $480 X_4 \leq 1200$ (Permintaan Tipe D4)
- $X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$
- $X_1, X_2, X_3, X_4 \in I$

Kemudian dalam penyelesaian dari permasalahan di atas, data diolah menggunakan *software QM for Windows* dengan pemilihan menu *Integer & Mixed Integer Programming* dan memasukan nilai-nilai fungsi tujuan memaksimalkan dan fungsi kendala pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. *Original Problem Table with Solution*

	Pintu D1	Pintu D2	Pintu D3	Pintu D4		RHS
<i>Maximize</i>	161.200	100.500	115.000	130.000		
Kayu	20	20	20	6	\leq	1000
Kaca	-	-	-	6	\leq	50
Gagang pintu	1	1	1	1	\leq	300
Engsel	2	2	2	2	\leq	600
Cat	2	2	2	2	\leq	15
Waktu Produksi	100	100	100	100	\leq	2880
Tenaga kerja	5	5	5	5	\leq	60
Mesin	2	2	2	2	\leq	16
Permintaan D1	480	0	0	0	\leq	1200

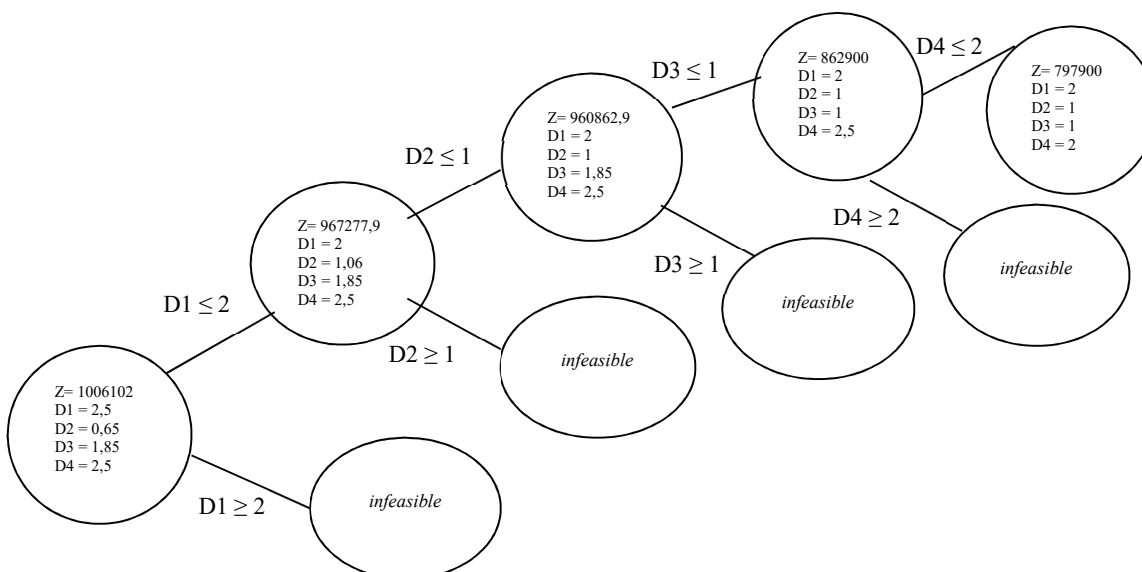
Permintaan D2	0	1128	0	0	<=	1200
Lanjutan Tabel 2. <i>Original Problem Table with Solution</i>						
Permintaan D3	0	0	648	0	<=	1200
Permintaan D4	0	0	0	480	<=	1200
Kapasitas produksi	1	1	1	1	<=	1200
<i>Variable type (click to set)</i>	<i>Integer</i>	<i>Integer</i>	<i>Integer</i>	<i>Integer</i>		
<i>Solution-></i>	2	1	1	2	Optimal Z->	797900

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa tiap tipe variabel yang ada dibatasi sebagai bilangan bulat (*integer*). Sebelum solusi tersebut didapat, dilakukan tahap iterasi. Dan didapatkan hasil iterasi sebagai berikut:

Tabel 3. *Iteration Result*

<i>Iteration</i>	<i>Level</i>	<i>Added Constraint</i>	<i>Solution Type</i>	<i>Solution Value</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>
			<i>Optimal</i>	797900	46	36	20	22
1	0		<i>NONinteger</i>	1006102,0	2,5	,65	1,85	2,5
2	1	D1 <= 2	<i>NONinteger</i>	967277,9	2	1,06	1,85	2,5
3	2	D2 <= 1	<i>NONinteger</i>	960862,9	2	1	1,85	2,5
4	3	D3 <= 1	<i>NONinteger</i>	862900	2	1	1	2,5
5	4	D4 >= 2	<i>INTEGER</i>	797900	2	1	1	2
6	4	D4 >= 3	<i>Infeasible</i>					
7	3	D3 >= 2	<i>Infeasible</i>					
8	2	D2 >= 2	<i>Infeasible</i>					
9	1	D1 >= 3	<i>Infeasible</i>					

Dari hasil iterasi diatas, dapat diketahui percabangannya yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Percabangan

Berdasarkan pengolahan data di atas didapatkan hasil produksi dan penjualan yang optimal dengan keterbatasan sumber daya yang tersedia pada proses percabangan tersebut terakhir di iterasi ke-9 dimana hasil dari iterasi tersebut memperoleh hasil yang tidak layak dan

nilai kurang dari batas bawah sehingga tidak dapat dilakukan percabangan lagi. Diperoleh percabangan yang optimal pada iterasi ke-4 dengan penambahan kendala yakni $D_4 \leq 2$ dengan nilai:

$$\begin{aligned} D_1 &= 2, D_2 = 1, D_3 = 1, \text{ dan } D_4 = 2. \\ \text{Lalu disubstitusikan nilai tersebut} \\ &= 161.200 (2) + 100.500 (1) + 115.000 (1) + 130.000 (2) \\ &= \text{Rp } 797.900 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi tujuan tersebut, diperoleh informasi sebagai berikut: laba yang diperoleh dari produksi pintu tipe D1 sebesar Rp 322.400 per unit, pintu D2 sebesar Rp 100.500 per unit, pintu tipe D3 sebesar Rp 115.000 per unit dan pintu tipe D4 sebesar Rp 260.000 per unit tiap hari untuk memaksimalkan keuntungan dengan total keseluruhan keuntungan yang diterima PT XYZ dari semua tipe yaitu Rp 797.900 per hari. Jika dibandingkan dengan keuntungan sebelumnya yaitu Rp. 506,700 namun setelah menggunakan algoritma *Branch and Bound* menjadi Rp. 797,900. Maka dapat dikatakan terjadinya peningkatan keuntungan setelah menggunakan algoritma *Branch and Bound* yaitu sebesar 36,5%.

4. Kesimpulan

Dalam proses produksinya PT XYZ Memiliki 13 kendala. Perencanaan produksi pada perusahaan dengan upaya memaksimalkan keuntungan menggunakan algoritma *Branch and Bound* cukup membantu untuk menjadi solusi dalam penentuan jumlah produksi untuk tiap-tiap tipe pintu, sehingga menghasilkan keuntungan yang maksimal. Berdasarkan pengolahan data menggunakan software *QM for Windows* didapatkan keuntungan maksimal sebesar Rp 797.900 dengan pintu tipe D1 memproduksi 2 unit, pintu tipe D2 memproduksi 1 unit, pintu tipe D3 memproduksi 1 unit, dan pintu tipe D4 memproduksi 2 unit. Dengan menggunakan algoritma *Branch and Bound* terjadi peningkatan keuntungan yaitu sebesar 36,5% dibandingkan keuntungan yang diperoleh perusahaan sebelumnya.

Referensi

- [1] Sofyan Assauri. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta. 2008.
- [2] Winston, W. L. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Edisi Keempat. Canada: Brooks/Cole-Thomson Learning. 2004.
- [3] Akram, S. A., dan Jaya, A. I. Optimalisasi Produksi Roti dengan Menggunakan Metode Branch and Bound (Studi Kasus Pada Pabrik Roti Syariah Bakery, Jl. Maleo, Lrg.VIII No. 68 Palu). *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 13(2): 98-107. 2016.
- [4] Jiao, H. W., dkk. An Effective Branch and Bound Algorithm for Minimax Linear Fractional Programming. *Journal of Applied Mathematics, Volume 2014*: 8. 2014.
- [5] Williams, H. P. The Problem with Integer Programming. *Journal of Management Mathematics*, 22(3): 213-230. 2011.
- [6] Falani, I. Penentuan Nilai Parameter Metode *Exponential Smoothing* dengan Algoritma Genetik dalam Meningkatkan Akurasi *Forecasting*. *Journal of Computer Engineering System and Science*, 3(1): 14–16. 2018.
- [7] Mehdizadeh, E., dan Jalili, S. *An Algorithm Based on Theory of Constraints and Branch and Bound for Solving Integrated Product-Mix-Outsourcing Problem*. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 12(1): 167-172. 2019.
- [8] Taylor, B. W. *Introduction to Management Science*. Edisi ke-11. *United States of America: Prentice-Hall International, INC*. 2013
- [9] Puryani., dan Ristono, A. *Penelitian Operasional*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2012.
- [10] Yusrah N. dkk. Implementasi Algoritma *Branch and Bound* Dalam Penentuan Jumlah Produksi Untuk Memaksimalkan Keuntungan. *Jurnal String Vol. 3 No. 1 Agustus 2018*. ISSN: 2527-9661
- [11] Taha, H. A. *Operations Research: An Introduction*. Edisi ke-8. *United States of America: Prentice-Hall International, INC*. 2007.