

IMPLEMENTASI METODE *BRANCH AND BOUND* DALAM MENGOPTIMALKAN JUMLAH PRODUKSI ROTI (STUDI KASUS: PABRIK ROTI GARDEN) PEMATANG SIANTAR

IMPLEMENTATION OF *BRANCH AND BOUND* METHODS IN OPTIMIZING THE AMOUNT OF BREAD PRODUCTION (CASE STUDY: BREAD GARDEN FACTORY) PEMATANGSIANTAR

JESICA RAYANI SINAGA¹, LOLYTA DAMORA SIMBOLON², DEBORA EXAUDI SIRAIT³

¹Program Studi Matematika, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Jalan Sangnualuh No.4 Pematangsiantar email: jesicasinaga10@gmail.com¹

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Jalan Sangnualuh No.4 Pematangsiantar email: lolyta.simbolon@uhnp.ac.id²

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Jalan Sangnualuh No.4 Pematangsiantar email: debora.sirait@uhnp.ac.id³

Abstrak

Metode *branch and bound* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghasilkan solusi optimal pemrograman linier, yang akan menghasilkan variabel keputusan bilangan bulat. Metode ini membatasi solusi optimal yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan membuat cabang atas dan bawah untuk setiap variabel keputusan yang memiliki nilai pecahan, sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model matematika dari permasalahan pengoptimalan bahan baku di Pabrik Roti Garden serta untuk mengimplementasikan metode *Branch and Bound* dalam mengoptimalkan jumlah produksi roti agar mendapatkan keuntungan yang maksimal di Pabrik Roti Garden. Dengan jenis roti yang menjadi variabel keputusan dalam penelitian ini adalah roti Coklat, Srikaya, Kelapa dan Kacang Hijau. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan bantuan *software POM/QM* untuk menyelesaikan masalah program linear. Hasil perhitungan menggunakan langkah-langkah metode *branch and bound*, diperoleh Hasil selisih nilai keuntungan penjualan sebesar 16,64% atau Rp.1.418.300,00, dari perkiraan keuntungan perusahaan sebelumnya. Jumlah produksi roti yang diperoleh dari bahan-bahan yang tersedia adalah 36.500 roti, dimana Roti Coklat diproduksi 11.666 roti, Roti Srikaya diproduksi 7.334 roti, Roti Kelapa diproduksi 6.000 roti dan Roti Kacang Hijau diproduksi 12.500 roti dengan keuntungan sebesar Rp. 9.938.300.

Kata kunci: Program Linier, Metode Branch and Bound, Program Integer

Abstract

The *branch and bound* method is one of the methods used to produce an optimal solution for linear programming, which will produce an integer decision variable. This method limits the optimal solution that will produce a fractional number by creating an upper and lower branch for each decision variable that has a fractional value, so that each restriction will produce a new branch. The purpose of this study was to determine the mathematical model of the problem of optimizing raw materials at the Garden Bread Factory and to implement the *Branch and Bound* method in optimizing the amount of bread production in order to get maximum profit at the Garden Bread Factory. The type of bread that became the decision variable in this study was Chocolate, Srikaya, Coconut and Green Bean bread. In this study, researchers used *POM/QM* software to solve linear programming problems. The results of the calculation using the steps of the *branch and bound* method, the result of the difference in the value of sales profits is 16.64% or Rp. 1,418.300.00, from the previous estimated company profits. The amount of bread production obtained from the available ingredients is 36,500 breads, where Brown Bread is produced 11,666 loaves, Srikaya Bread is produced 7,334 breads, Coconut Bread is produced 6,000 breads and Green Bean Bread is produced 12,500 breads with a profit of Rp. 9,938,300.

Keywords: Linear Program, Branch and Bound Method, Integer Program

Pendahuluan

Pertumbuhan dan perkembangan industri di Indonesia tergolong cukup pesat, diiringi dengan semakin canggihnya teknologi dan luasnya wawasan, tidak dapat dipungkiri bahwa persaingan di dunia industri semakin sengit, semakin marak kawasan-kawasan industri modern sehingga semakin banyak pula produk yang dihasilkan di pasaran. Seiring dengan kebutuhan konsumen yang semakin beragam, pelaku industri tentu akan melakukan inovasi terhadap produknya sesuai dengan kebutuhan dan permintaan konsumen^[8]. Pelaku industri juga dituntut untuk memiliki suatu kemampuan bersaing agar mampu bertahan di kalangan industri^[5]. Strategi-strategi mulai digalakkan, salah satunya strategi perencanaan produksi. Dalam wawancara peneliti dengan pemilik pabrik Roti Garden Pematangsiantar, diketahui bahwa pabrik Roti Garden Pematangsiantar mengalami sejumlah kendala dalam perencanaan produksi yang tidak optimal, dimana komposisi dalam penggunaan bahan baku tidak dilakukan pencatatan dan pencatatan stok barang yang kurang maksimal sehingga timbul masalah pengoptimalan jumlah produksi. Selain itu, pembukuan keuangan hanya dilakukan di waktu-waktu tertentu, tidak dilakukan secara rutin sehingga tidak dapat diidentifikasi dengan jelas keuntungan yang diperoleh. Pemrograman linier adalah pemecahan masalah alokasi sumber daya yang terbatas dengan metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam model matematika terhadap sejumlah kendala dengan cara menentukan besarnya setiap nilai variabel, sehingga nilai fungsi tujuan menjadi optimum^[2]. Sedangkan pemrograman integer adalah pemrograman linier yang menggunakan bilangan bulat atau variabel dalam bentuk bilangan bulat, variabel keputusan harus bernilai integer (variabel bernilai bilangan-bilangan bulat)^[4]. Metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan pemrograman bilangan bulat adalah metode *Branch and Bound* (cabang dan batas)^[1]. Metode *Branch and Bound* merupakan salah satu metode yang menghasilkan solusi optimal untuk program linier yang menghasilkan variabel keputusan bilangan bulat^[3]. Salah satu cara yang digunakan untuk menghasilkan solusi yang optimal dengan melakukan percabangan secara terus menerus sehingga diperoleh solusi dengan hasil bilangan bulat. Metode *Branch and Bound* digunakan pada permasalahan program integer^[7]. Kelebihan metode *Branch and Bound* adalah sering digunakan untuk menyelesaikan masalah program bilangan bulat karena hasil yang diperoleh dalam solusi optimal lebih akurat dan lebih baik dari metode lainnya^[6].

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Roti Garden Pematangsiantar, yang beralamatkan di Jalan Banjar, Kecamatan Siantar Barat, Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan data dari Pabrik Roti Garden Pematangsiantar, yaitu data jumlah dan persediaan bahan baku, harga jual dan biaya produksi dari 4 jenis roti (Cokelat, Srikaya, Kelapa dan Kacang Hijau). Informasi pendukung yang digunakan untuk penelitian ini dikumpulkan dari buku, jurnal, maupun dokumen-dokumen lain yang berkaitan dengan topik pembahasan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif asosiatif, karena dalam penelitian ini, peneliti ingin menggali lebih jauh tingkat efektivitas dalam penerapan metode *Branch and Bound* pada *linier programming* dalam pengoptimalan jumlah produksi roti yang berada pada pabrik Roti Garden Pematangsiantar. Langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut : (a) Memodelkan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang ada dalam bentuk program linier, (b) Menghitung nilai variabel-variabel menggunakan metode simpleks, (c) Mencari nilai optimal dengan menggunakan metode *Branch and bound* dengan bantuan *software POM/QM* (d) Membuat Kesimpulan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Dalam menyelesaikan masalah pengoptimalan jumlah produksi roti pada Pabrik Roti Garden Pematangsiantar menggunakan metode *Branch and bound*, data-data yang diperlukan adalah data komposisi bahan baku yang diperlukan dari setiap adonan jenis roti, data persediaan bahan baku, serta data harga

penjualan setiap adonan jenis roti. Data yang diperoleh dari Pabrik Roti Garden Pematangsiantar adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Harga Jual Roti dan Biaya Produksi 1 Buah Roti Serta Keuntungan Penjualan Roti

Jenis Roti	Biaya Produksi	Harga Jual	Keuntungan Penjualan
Roti Cokelat	500,00	750,00	250,00
Roti Srikaya	550,00	750,00	200,00
Roti kelapa	470,00	750,00	280,00
Roti Kacang Hiaju	440,00	750,00	310,00

Sumber : Pabrik Roti Garden Pematangsiantar

Tabel 2. Tabel komposisi Bahan Baku dan Persediaan Bahan Baku dari 4 Jenis Roti

No	Jenis Bahan Baku Produksi Roti	Jenis Produksi Roti				Persediaan Bahan Baku Produksi (gr)
		Roti Cokelat (gr)	Roti Srikaya (gr)	Roti Kelapa (gr)	Roti Kacang hijau (gr)	
1	Tepung Terigu	12	12	12	12	450000
2	Mentega	3	3	3	3	300000
3	Gula pasir	0,8	1,1	1,4	1,2	750000
4	Pengembang	0,01	0,01	0,01	0,01	2500
5	Garam	0,01	0,01	0,01	0,01	14800
6	Cokelat	3	-	-	-	35000
7	Srikaya	-	1,2	-	-	30000
8	Kelapa	-	-	2	-	12000
9	Kacang hijau	-	-	-	2	25000

Sumber : Pabrik Roti Garden Pematangsiantar

Pengolahan data terlebih dahulu dimulai dengan identifikasi Fungsi Tujuan. Maka dengan demikian, akan diambil Fungsi Tujuan sebagai berikut:

$$x_1 = \text{Roti Coklat}$$

$$x_2 = \text{Roti Srikaya}$$

$$x_3 = \text{Roti Kelapa}$$

$$x_4 = \text{Roti Kacang Hijau}$$

Dengan fungsi kendala sebagai berikut:

a_1 = Tepung Terigu

a_2 = Mentega

a_3 = Gula Pasir

a_4 = Pengembang

a_5 = Garam

a_6 = Coklat

a_7 = Srikaya

a_8 = Kelapa

a_9 = Kacang Hijau

Dimana Z = total keuntungan (buah), dan b_i = jumlah persediaan bahan baku Maka, Model program linier permasalahan di atas antara lain sebagai berikut: Maksimalkan Z = total keuntungan (buah) x_1 + total keuntungan (buah) x_2 + total keuntungan (buah) x_3 + total keuntungan x_4 (buah).

Dengan kendala :

$$a_{11} x_1 + a_{12}x_2 + a_{13} x_3 + a_{14}x_4 \leq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22}x_2 + a_{23} x_3 + a_{24}x_4 \leq b_2$$

$$a_{31} x_1 + a_{32}x_2 + a_{33} x_3 + a_{34}x_4 \leq b_3$$

$$a_{42} x_1 + a_{42}x_2 + a_{43} x_3 + a_{44}x_4 \leq b_4$$

$$a_{51} x_1 + a_{52}x_2 + a_{53} x_3 + a_{54}x_4 \leq b_5$$

$$a_6x_1 \leq b_6$$

$$a_7 x_2 \leq b_7$$

$$a_8x_3 \leq b_8$$

$$a_9x_4 \leq b_9$$

Pembahasan

Penyelesaian awal dengan metode simpleks

Langkah-langkah metode simpleks:

1. Mengubah fungsi tujuan dan kendala

$$\text{Fungsi Tujuan} : Z - (250x_1 + 200x_2 + 280x_3 + 310x_4) = 0$$

Fungsi kendala :

$$12x_1 + 12x_2 + 12x_3 + 12x_4 + x_5 \leq 250000$$

$$3x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 3x_4 + x_6 \leq 300000$$

$$0,8x_1 + 1,1x_2 + 1,4x_3 + 1,2x_4 + x_7 \leq 750000$$

$$0,01x_1 + 0,01x_2 + 0,01x_3 + 0,01x_4 + x_8 \leq 2500$$

$$0,01x_1 + 0,01x_2 + 0,01x_3 + 0,01x_4 + x_9 \leq 14800$$

$$x_1 + x_{10} = 35000$$

$$1,2x_2 + x_{11} = 30000$$

$$2x_3 + x_{12} = 12000$$

$$2x_4 + x_{13} = 25000$$

(x_5 sampai x_{13} merupakan variabel *slack*. Variabel *slack* adalah variabel tambahan yang mewakili persediaan bahan baku yang tidak digunakan).

Model matematika yang telah dibentuk kemudian akan diselesaikan dengan program linier

Tabel 3. Solusi Masalah

(untitled) Solution							
	X1	X2	X3	X4		RHS	Dual
Minimize	-250	-200	-280	-310			
Constraint 1	12	12	12	12	<=	450000	16,6667
Constraint 2	3	3	3	3	<=	300000	0
Constraint 3	,8	1,1	1,4	1,2	<=	750000	0
Constraint 4	,01	,01	,01	,01	<=	2500	0
Constraint 5	,01	,01	,01	,01	<=	14800	0
Constraint 6	3	0	0	0	<=	35000	16,6667
Constraint 7	0	1,2	0	0	<=	30000	0
Constraint 8	0	0	2	0	<=	12000	40
Constraint 9	0	0	0	2	<=	25000	55
Solution->	11666,67	7333,333	6000	12500		-9938333	

Sehingga Roti Coklat yang harus di produksi dalam sehari adalah sebanyak 11666,6667 roti, Roti Srikaya sebanyak 7333,33 roti, Roti Kelapa sebanyak 6000 roti dan Roti Kacang Hijau sebanyak 12500. Namun masalah ini belum valid karena solusi yang dibutuhkan adalah solusi berupa bilangan *integer*. Dikarenakan Roti Coklat dan Roti Srikaya belum berupa bilangan integer. Selanjutnya akan digunakan metode Branch and Bound agar solusi yang diperoleh berupa bilangan *integer*.

Analisis Metode *Branch and Bound*

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan batas atas (BA) dan batas bawah (BB). Hasil yang diperoleh sebelumnya yaitu $x_1=11666,67$ $x_2=7333,33$ $x_3=6000$ dan $x_4=12500$ dengan keuntungan sebesar Rp. 9.938.333,35 belum menjadi solusi yang valid karena x_1, x_2 tidak bilangan *integer*. Langkah berikutnya adalah memilih variabel keputusan yang memiliki nilai keputusan pecahan terbesar, lalu di cabangkan Dipilih salah satu variabel yang belum bulat. Dalam masalah ini yang di pilih adalah $x_1=11666,67$ di cabangkan menjadi sub-masalah 1 dan sub-masalah 2. Sub-masalah 1 ditambahkan kendala $x_1 \geq 11667$,Sub-masalah 2 ditambahkan kendala $x_1 \leq 11666$.

Dengan metode simpleks pada *Software QM* diperoleh solusi:

Solusi Submasalah 1: tidak di temukannya solusi pada $x_1 = 11667$ (pembulatan keatas)

Solusi Submasalah 2:

Tabel 4. Solusi Integer Sub Masalah 2

Integer & Mixed Integer Programming Results		
Variable	Type	Value
X1	Integer	11666
X2	Integer	7334
X3	Integer	6000
X4	Integer	12500
Solution value		9938300

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Branch and Bound* hasil solusi sudah optimal dan semua variabel sudah bernilai *integer*, maka diambil sub-masalah dengan nilai optimal terbesar yaitu $Z = \text{Rp. } 9.938.300$ dengan setiap jenis roti masing-masing diproduksi yaitu $x_1 = 11.666$ Roti Coklat, $x_2 = 7.334$ Roti Srikaya, $x_3 = 6.000$ Roti Kelapa dan $x_4 = 12.500$ Roti Kacang Hijau. Dengan keuntungan penjualan senilai Rp. 9.938.300.

Kesimpulan

Dari hasil analisis menggunakan metode *Branch and Bound*, jumlah roti yang optimal diproduksi dalam sekali proses produksi yaitu 37.500 roti, dimana Roti Coklat diproduksi 11.666 roti, Roti Srikaya diproduksi 7.334 roti, Roti Kelapa diproduksi 6.000 roti dan Roti Kacang Hijau diproduksi 12.500 roti dengan keuntungan sebesar Rp. 9.938.300. Keuntungan Perusahaan sebelumnya adalah sebesar Rp. 8.520.000 dengan jumlah produksi 32.500 roti, dengan menggunakan metode *Branch and Bound* Keuntungan perusahaan naik sebesar Rp. 9.938.300 dengan jumlah roti yang harus diproduksi sebesar 37.500 roti, selisih perbandingan keuntungan Perusahaan dengan Keuntungan menggunakan metode *Branch and Bound* adalah 16,64% atau Rp. 1.418.300 dari keuntungan perusahaan dalam proses sekali produksi. Sehingga hasil yang diperoleh dengan *branch and bound* sudah optimum sebagai penyelesaian permasalahan jumlah produksi roti.

Daftar Pustaka

- [1] Akram, Sahari, Jaya, 2016. Optimalisasi Produksi Roti Dengan Menggunakan Metode Branch and bound Pada Pabrik Roti Syariah Bakery. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*. Vol 13 No 2 : 98-107.
- [2] Aminudin, 2005. *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Erlangga. Jakarta.
- [3] Harsono, 2016. *Insentif Buku Ajar Riset Operasi*. Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Graha Kirana, Medan.
- [4] Hartono, Widi, 2014 . "Implementasi Algoritma *Branch and Bound* pada 0-1 Knapsack Problem untuk Mengoptimalkan Muatan Barang". *Jurnal Matematika*
- [5] Meflinda Astuti, 2011. *Riset Operasi*. Unri Press. Pekanbaru.
- [6] Nova Elen, 2020. Pengoptimalan Jumlah Truk Pengangkut Sampah Dengan Metode Branch and Bound (Studi kasus : Dinas Kebersihan dan Pertanaman Kota Medan). [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara, Program Sarjana.
- [7] Purwanto, 2018. *Teknik Penyusunan instrumen uji validitas dan uji reabilitas penelitian ekonomi syariah* (1nd ed.). Magelang: Staial Press

[8] Siswanto, 2007. *Operation Research Jilid 1*. Erlangga, Jakarta