

## OPTIMALISASI PRODUKSI TAHU MENGGUNAKAN METODE *BRANCH AND BOUND* DAN *CUTTING PLANE*

Fatimah Khilaliyah Azzahrha<sup>1</sup>, Rianita Puspa Sari<sup>2\*</sup>, Muhamad Dhika Rahma Fauzi<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang<sup>1,2,3</sup>  
1810631140009@student.unsika.ac.id<sup>1</sup>, rianita.puspasari@ft.unsika.ac.id<sup>2</sup>,  
1810631140104@student.unsika.ac.id<sup>3</sup>

*Submitted September 23, 2021; Revised December 3, 2021; Accepted December 3, 2021*

### Abstrak

Kegiatan alokasi sumber daya pada proses produksi merupakan hal penting yang perlu diperhatikan untuk mencapai tingkat produksi optimal. Permasalahan optimalisasi produksi masih menjadi kendala bagi sebagian besar usaha yang bergerak di bidang makanan. Salah satunya, Pabrik Tahu Pak Yayat yang memproduksi dua jenis tahu, yaitu tahu putih dan tahu kuning. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah produksi tahu melalui alokasi sumber daya yang tepat untuk mencapai keuntungan usaha yang maksimum. Metode yang digunakan adalah metode *branch and bound* dan *cutting plane*. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling*. Hasil penelitian metode *branch and bound* diperoleh kombinasi produksi 36 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning yang memberikan keuntungan maksimum Rp.1.872.000,00. Sedangkan metode *cutting plane* diperoleh hasil kombinasi produk 37 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning dengan keuntungan Rp.1.886.500,00. Dapat disimpulkan bahwa metode *cutting plane* memberikan hasil yang optimal dengan keuntungan yang maksimum dibandingkan *branch and bound*. Pada penelitian ini, *software lingo* digunakan untuk mempermudah proses pengolahan data serta membandingkan hasil perhitungan antara *manual* dan *software* untuk menghindari kesalahan perhitungan.

**Kata Kunci :** *Branch and Bound, Cutting Plane, Purposive Sampling, Lingo*

### Abstract

*Resource allocation activities in the production process are important things need to be considered to achieve optimal production levels. The problem of optimizing production is still an obstacle for most businesses engaged in the food sector. One of them, Pak Yayat's Tofu Factory, produces two types of tofu, that is white tofu and yellow tofu. This study aims to optimize the amount of tofu production through the allocation of appropriate resources to achieve maximum profits. The method used is the branch and bound method and cutting plane. The sampling technique was done by purposive sampling. The results of the research using the branch and bound method obtained a combination of production of 36 white tofu boards and 75 yellow tofu boards which gave a maximum profit of Rp.1,872,000.00. While the cutting plane method results in a combination of 37 white tofu boards and 75 yellow tofu boards with a profit of Rp.1,886,500.00. It can be concluded that the cutting plane method provides optimal results with maximum profit compared to branch and bound. In this study, lingo software is used to simplify the data processing process and compare the results of calculations between manual and software to avoid calculation errors.*

**Key Words :** *Branch and Bound, Cutting Plane, Purposive Sampling, Lingo*

### 1. PENDAHULUAN

Kegiatan produksi erat kaitannya dilakukan pada sebuah usaha, khususnya di bidang makanan. Kegiatan produksi dimulai dari *input* yang melibatkan berbagai macam bahan baku sampai menghasilkan *output*, yaitu berupa barang

ataupun jasa yang memiliki nilai guna untuk dapat memenuhi kebutuhan [1]. Pengelolaan dan penggunaan sumber daya pada proses produksi, perlu dilakukan dengan baik oleh pelaku usaha agar tercapainya hasil produksi yang optimal dan efisien [2]. Tingkat produksi yang

optimal akan meningkatkan keuntungan yang maksimal pada sebuah usaha [3]. Selain itu, sumber daya merupakan komponen penting untuk menghasilkan banyaknya kuantitas dari produk jadi. Maka, perlunya pemanfaatan sumber daya yang tepat agar tercapainya keuntungan yang maksimal [4]. Tujuan utama pada kegiatan usaha adalah memperoleh keuntungan maksimal dengan biaya sumber daya yang minimal [5].

Permasalahan optimalisasi jumlah produksi untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum, dapat diselesaikan melalui penggunaan teknik program linier, yaitu program linier *integer* dengan variabel keputusannya adalah bilangan bulat [6]. Program linier atau *linear programming* adalah sebuah teknik perencanaan bersifat sistematis dengan analisis yang dilakukan menggunakan model matematis untuk memperoleh beberapa solusi penyelesaian optimum dari suatu masalah [7]. Adapun tujuan dari penggunaan program linier adalah untuk mencari keuntungan maksimum dengan mengalokasikan sumber daya secara optimal [8].

Terdapat beberapa metode program linier yang digunakan untuk mencari solusi optimal pada jumlah produksi, seperti metode simpleks. Akan tetapi, hasil yang diperoleh dapat berupa bilangan bulat ataupun pecahan [5]. Realita yang terjadi dilapangan, sebuah usaha yang memproduksi makanan akan menghasilkan produk dalam jumlah bilangan yang bulat dan tidak dalam bentuk pecahan. Maka, model program linier *integer* dibutuhkan dalam permasalahan optimalisasi jumlah produksi karena variabel keputusan yang dihasilkan, berupa bilangan bulat atau *integer*. Metode *branch and bound* serta metode *cutting plane* merupakan metode yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan program linier *integer* [2]. Metode *branch and bound* merupakan metode yang membagi

masalah kedalam sub masalah (*branching*). Pembagian masalah tersebut akan membentuk sebuah pohon dan batasan baru (*bound*) untuk memperoleh solusi optimal [5]. Metode ini membatasi hasil penyelesaian yang menghasilkan bilangan pecahan dengan menambahkan batasan atas dan bawah untuk variabel keputusan, sehingga didapatkan hasil optimal berupa bilangan *integer* [9]. Sedangkan, metode *cutting plane* merupakan metode yang digunakan apabila variabel keputusan yang dihasilkan berbentuk pecahan. Dengan menambahkan batasan baru yang disebut sebagai *gomory*. Metode *cutting plane* digunakan untuk memperoleh penyelesaian baru yang optimal dan hasil merupakan bilangan *integer* [3].

Sebagai studi kasus dalam penelitian, yakni Pabrik Tahu Pak Yayat yang beralamat di di Jl KH. Agus Salim Kp. Bulak Slamet No.98 RT/RW 006/008 Kelurahan Bekasi Jaya, Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi, Jawa Barat. Pabrik Tahu Pak Yayat memproduksi tahu putih dan tahu kuning. Setiap harinya, pabrik tersebut memproduksi tahu dengan kisaran 100-112 papan tahu perhari dengan total keuntungan berkisar Rp.1.706.000-Rp.1.805.000,00. Namun, Pabrik Tahu Pak Yayat mengalami permasalahan dalam penentuan kombinasi produksi tahu, sehingga sumber daya yang dimiliki tidak teralokasi secara optimal. Adanya masalah tersebut berdampak pada keuntungan yang didapatkan. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik Pabrik Tahu Pak Yayat. Permasalahan tersebut dapat dipecahkan dengan *integer linear programming* guna meminimalkan biaya bahan baku, sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum.

Metode *branch and bound* dan *cutting plane* adalah metode yang sesuai dalam optimalisasi jumlah produksi guna memperoleh keuntungan yang maksimum, dengan variabel keputusan yang dihasilkan

bernilai *integer*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan [2] dimana metode *branch and bound* dan *cutting plane* digunakan untuk optimalisasi hasil produksi tahu dan tempe dengan hasil keuntungan metode *branch and bound* lebih besar dibandingkan metode *cutting plane*. Jumlah produk yang diproduksi, yaitu tahu besar 69 papan, tahu kecil 19 papan, tempe batang 393 bungkus, dan tempe kecil 33 bungkus dengan total keuntungan Rp.7.398.900 lebih besar dari keuntungan yang diperoleh dari metode *cutting plane* yaitu Rp.7.300.000 [2]. Penelitian lain yang dilakukan [10] metode *branch and bound* digunakan untuk optimasi keuntungan usaha *Sentral Me Laundry*. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa untuk memperoleh keuntungan optimum sebesar Rp.5.095.420, usaha *laundry* perlu untuk mencuci bedcover, boneka, pakaian dan selimut berturut turut sebanyak 53 kg, 188 kg, 1350 kg, dan 101 kg [10].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan jumlah produksi tahu melalui pengalokasian sumber daya yang tepat untuk mencapai keuntungan usaha yang maksimum menggunakan metode *branch and bound* dan *cutting plane*. Hasil dari kedua metode tersebut dibandingkan untuk mendapatkan jumlah produksi yang paling optimal. Perbandingan hasil dari penggunaan kedua metode tersebut merupakan salah satu pembaharuan dalam penelitian yang dilakukan. Hal itu dikarenakan masih sedikitnya sumber literatur dari penelitian terdahulu. Melalui penelitian ini, dapat diketahui metode manakah yang memberikan kombinasi hasil produksi optimal sehingga diperoleh keuntungan maksimum untuk mengatasi permasalahan pada Pabrik Tahu Pak Yayat. Selain itu, pada penelitian ini menggunakan *software* Lingo (versi 19.0) untuk memudahkan proses perhitungan serta menghindari kesalahan dalam perhitungan yang dilakukan secara *manual*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada bagian rangkaian alur penelitian ini menjelaskan kegiatan yang dilakukan dilapangan, tentunya dimulai dari identifikasi masalah dan rumusan masalah agar hasil akhir penelitian sesuai dengan tujuan dan manfaat yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan di Pabrik Tahu Pak Yayat yang beralamat di Jl KH. Agus Salim Kp. Bulak Slamet No.98 RT/RW 006/008 Kelurahan Bekasi Jaya, Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi, Jawa Barat. Objek penelitiannya adalah jenis tahu yang diproduksi pabrik, yaitu tahu putih dan tahu kuning. Adapun alur proses penelitian yaitu:

### 1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan studi lapangan, masalah yang ditemukan yaitu jumlah kombinasi tahu yang diproduksi. Sumber daya yang dimiliki tidak teralokasi secara optimal dan berpengaruh pada keuntungan yang didapatkan. Studi pendahuluan dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan. Pada studi pustaka dilakukan pencarian literatur-literatur mengenai permasalahan dan hasil penelitian terdahulu yang diperlukan sebagai pendukung penelitian yang akan dilakukan. Sedangkan studi lapangan dibutuhkan untuk melihat dan mengetahui kondisi langsung yang terjadi pada Pabrik Tahu Pak Yayat terutama berkaitan dengan objek penelitian.

### 2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara langsung dengan pemilik pabrik tahu. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer berupa informasi penggunaan bahan baku pembuatan tahu yang diperoleh dari hasil wawancara. Sedangkan data sekunder berasal dari studi literatur penelitian terdahulu yang memuat informasi terkait objek maupun metode yang

digunakan. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dikarenakan objek penelitian dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti. Pada pengolahan data menggunakan metode *branch and bound* dan *cutting plane*.

### 3. Metode Simpleks

Langkah-Langkah Metode Simpleks dalam masalah maksimasi yaitu [5]:

- Mengganti fungsi tujuan serta kendala ke bentuk baku dan menambahkan variabel *slack* pada semua fungsi kendala dan fungsi tujuan.
- Membuat tabel awal metode simpleks
- Memilih kolom kunci yang memiliki fungsi tujuan dengan nilai terbesar.
- Memilih baris kunci.
- Mengubah nilai yang ada pada baris kunci.
- Mengubah nilai-nilai selain baris kunci, sehingga nilai yang ada pada baris kunci bernilai=0.
- Melanjutkan iterasi atau perbaikan sehingga nilai yang ada pada baris z sudah bernilai tak negatif.
- Memperoleh solusi optimal dengan berdasarkan nilai pada masing-masing baris untuk setiap variabel keputusan ( $b_i$ ).

### 4. Metode *Branch and Bound*

Metode *branch and bound* merupakan metode yang membagi masalah kedalam sub masalah (*branching*) dengan menambahkan batasan baru (*bound*). Langkah-langkah dalam metode *branch and bound* yaitu [11]:

- Langkah pertama selesaikan masalah *Integer Linear Programming* (ILP) dan menganggap masalah tersebut sebagai *Linear Programming* (LP). Selesaikan masalah tersebut menggunakan metode simpleks.

- Apabila sudah mendapatkan solusi optimal dan hasil tersebut bernilai *integer* pada LP, maka hasil tersebut juga merupakan solusi optimal dari ILP. Namun, jika solusi dari variabel keputusan bernilai pecahan, maka dari salah satu variabel dipilih dan dibuat percabangan untuk mendapatkan sub-masalah ILP.

- Selanjutnya, kembali ke langkah awal dan selesaikan masalah tersebut dan tentukan sub-masalah dengan nilai tertinggi (*upper bound*)
- Jika solusi *upper bound* sub-masalah belum menghasilkan nilai *integer*, lakukan percabangan kemudian selesaikan seperti langkah pada poin c.

### 5. Metode *Cutting Plane*

Langkah-langkah penyelesaian metode *cutting plane* yaitu [5]:

- Menyelesaikan permasalahan ILP menggunakan metode simpleks.
- Apabila solusi yang dihasilkan dari langkah pertama bernilai pecahan, maka dilanjutkan memilih sembarang baris dari tabel akhir metode simpleks dengan nilai b pecahan terbesar. Hal ini dilakukan untuk mempercepat iterasi.
- Pada baris yang telah dipilih, tambahkan kendala seperti pada persamaan di bawah ini:

$$S_{gi} - \sum_{j=1}^n \binom{n}{k} f_{ij} x_j = -f_i \quad (1)$$

$S_{gi}$  : Kendala gomory ke- $i$

$f_{ij}$  : Pecahan dalam  $a_{ij}$

$f_i$  : Pecahan dalam  $b_i$

- Selesaikan metode *cutting plane* menggunakan dual simpleks.

### 6. Aplikasi Lingo

Aplikasi Lingo digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan yang diperoleh secara *manual* data.

7. Analisis Hasil  
Setelah tahap pengolahan data, hasil yang diperoleh di analisis untuk mengetahui jumlah kombinasi produk yang akan menghasilkan keuntungan maksimum.
8. Kesimpulan dan Saran  
Kesimpulan merupakan keseluruhan hasil, analisis serta hipotesis yang dapat diperoleh dari penelitian. Saran diberikan kepada Pabrik Tahu Pak Yayat sebagai bahan rekomendasi dalam penentuan jumlah produksi tahu sehingga sumber daya yang dimiliki teralokasi secara optimal dan dapat memperoleh keuntungan maksimum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam satu hari Pabrik Tahu Pak Yayat memproduksi 100-112 papan tahu. Satu papan tahu putih terdapat 100 pcs, dan satu papan tahu kuning 85 pcs tahu. Dari kedua jenis tahu tersebut memiliki perbedaan dalam jumlah bahan baku yang digunakan. Untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi jumlah produksi tahu digunakan metode simpleks kemudian dilanjutkan dengan metode *cutting plane* dan *branch and bound*. Adapun data yang diperoleh dari hasil penelitian yang berkaitan dengan bahan baku produksi tahu dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1. Data Kebutuhan dan Ketersediaan Bahan Baku**

No	Kendala	Tahu Putih	Tahu Kuning	Ketersediaan
1	Kacang Kedelai	12 kg	9,5 kg	1.160 kg
2	Garam	15 gr	30 gr	2.850 gr
3	Air	39 ltr	35 ltr	4.200 ltr
4	Kunyit	0,8 gr	30 gr	2.300 gr
5	Vinegar	50 ml	110 ml	13.600 ml
6	Kapasitas Produksi	1 papan	1 papan	112 papan

Sumber : Pabrik Tahu Pak Yayat

Tahapan-tahapan dalam perhitungan metode simpleks yaitu:

1. Menentukan Variabel  
 $X_1$  = Tahu putih  
 $X_2$  = Tahu kuning
2. Fungsi tujuan  
 $Z = 14.500 X_1 + 18.000 X_2$
3. Fungsi Kendala atau Batasan  
 $12X_1 + 9,5X_2 \leq 1.160$   
 $15X_1 + 30X_2 \leq 2.850$   
 $39X_1 + 35X_2 \leq 4.200$   
 $0,8X_1 + 30X_2 \leq 2.300$   
 $50X_1 + 110X_2 \leq 13.600$   
 $X_1 + X_2 \leq 112$
4. Bentuk Baku Fungsi Tujuan  
 $Z = 14.500 X_1 + 18.000 X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8$
5. Bentuk Baku Fungsi Kendala  
 $12X_1 + 9,5X_2 + X_3 \leq 1.160$   
 $15X_1 + 30X_2 + X_4 \leq 2.850$   
 $39X_1 + 35X_2 + X_5 \leq 4.200$   
 $0,8X_1 + 30X_2 + X_6 \leq 2.300$   
 $50X_1 + 110X_2 + X_7 \leq 13.600$   
 $X_1 + X_2 + X_8 \leq 112$   
 $X_1, X_2 \geq 0$  (*integer*)
6. Memasukkan Fungsi Kendala pada Tabel Awal Metode Simpleks

**Tabel 2. Tabel Awal Metode Simpleks**

Basis	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$X_3$	12	9,5	1	0	0
$X_4$	15	30	0	1	0
$X_5$	39	35	0	0	1
$X_6$	0,8	30	0	0	0
$X_7$	50	110	0	0	0
$X_8$	1	1	0	0	0
Cj	14,500	18,000	0	0	0
Basis	$X_6$	$X_7$	$X_8$	b	
$X_3$	0	0	0	1.160	
$X_4$	0	0	0	2.850	
$X_5$	0	0	0	4.200	
$X_6$	1	0	0	2.300	
$X_7$	0	1	0	13.600	
$X_8$	0	0	1	112	
Cj	0	0	0		

Sumber : Pengolahan Data

Pada tabel 2 diperoleh variabel masuk  $X_2$ ; variabel keluar  $X_6$ ; elemen pivot 30.

7. Melakukan Iterasi 1

**Tabel 3. Iterasi 1**

Basis	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
X <sub>3</sub>	11,747	0	1	0	0
X <sub>4</sub>	14,2	0	0	1	0
X <sub>5</sub>	38,067	0	0	0	1
X <sub>2</sub>	0,027	1	0	0	0
X <sub>7</sub>	47,067	0	0	0	0
X <sub>8</sub>	0,973	0	0	0	0
Cj	14,020	0	0	0	0

Basis	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	b
X <sub>3</sub>	-0,317	0	0	431,667
X <sub>4</sub>	-1	0	0	550
X <sub>5</sub>	-1,167	0	0	1.516,667
X <sub>2</sub>	0,033	0	0	76,667
X <sub>7</sub>	-3,667	1	0	5.166,667
X <sub>8</sub>	-0,033	0	1	35,333
Cj	-600	0	0	

Sumber : Pengolahan Data

Pada iterasi 1, hasil belum optimal karena masih terdapat nilai positif pada Cj, sehingga dilakukan perhitungan iterasi 2 dengan variabel masuk X<sub>1</sub>; variabel keluar X<sub>8</sub>; dan elemen pivot 0.973.

8. Melakukan Iterasi 2

**Tabel 4. Iterasi 2**

Basis	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
X <sub>3</sub>	0	0	1	0	0
X <sub>4</sub>	0	0	0	1	0
X <sub>5</sub>	0	0	0	0	1
X <sub>2</sub>	0	1	0	0	0
X <sub>7</sub>	0	0	0	0	0
X <sub>1</sub>	1	0	0	0	0
Cj	0	0	0	0	0

Basis	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	b
X <sub>3</sub>	0,0856	0	-12,07	5,247
X <sub>4</sub>	-0,5137	0	-14,59	34,521
X <sub>5</sub>	0,137	0	-39,11	134,795
X <sub>2</sub>	0,03425	0	-0,027	75,699
X <sub>7</sub>	-2,05497	1	-48,36	3.458,082
X <sub>1</sub>	-0,0342	0	1,027	36,301
Cj	-119,863	0	-1.404	

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4 merupakan tabel iterasi 2 dimana nilai Cj sudah bernilai tak positif sehingga iterasi 2 merupakan hasil akhir metode simpleks dengan nilai X<sub>1</sub>=36,301 dan X<sub>2</sub>=75,699.

Hasil perhitungan metode simpleks disubstitusikan kedalam fungsi tujuan yaitu:

$$Z = 14.500 X_1 + 18.000 X_2$$

$$Z = 14.500 (36,301) + 18.000 (76,699)$$

$$Z = \text{Rp.}1.888.945,21$$

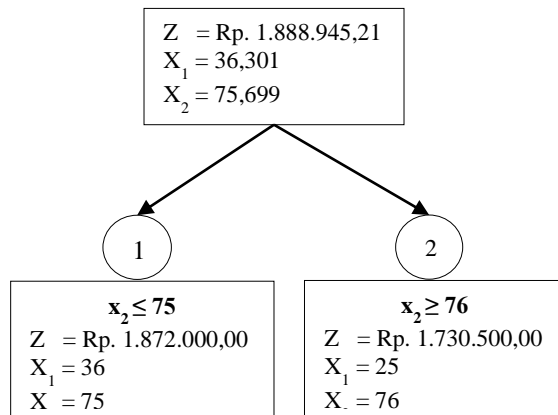
Hasil perhitungan menggunakan metode simpleks diperoleh keuntungan sebesar Rp.1.888.945,21 dengan kombinasi tahu yang di produksi yaitu 36,301 papan tahu putih, dan 76,699 papan tahu kuning.

Dalam studi kasus ini, solusi optimal variabel keputusan yang diharapkan adalah berupa bilangan *integer*, maka perhitungan dilanjutkan menggunakan *integer linear programming* dengan metode *branch and bound* dan *cutting plane*.

**Metode Branch and Bound**

Berdasarkan tabel akhir metode simpleks, nilai optimal yang diperoleh yaitu X<sub>1</sub>=36,301 dan X<sub>2</sub>=75,699. Karena nilai variabel keputusan yang diharapkan bernilai *integer*, maka dilanjutkan dengan *integer linear programming* menggunakan metode *branch and bound*. Langkah-langkah perhitungan metode *branch and bound* yaitu:

1. Memilih variabel keputusan yang masih bernilai pecahan terbesar yaitu X<sub>2</sub>=75,699 untuk membuat cabang.
2. Variabel X<sub>2</sub> dicabangkan menjadi 2 sub-masalah, yaitu sub-masalah 1 dan 2.
3. Untuk sub-masalah 1, tambahkan kendala X<sub>2</sub> ≤ 75 dan sub-masalah 2 X<sub>2</sub> ≥ 76.
4. Mencari solusi penyelesaian dari setiap sub-masalah. Penyelesaian dapat terlihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Pohon Percabangan Branch and Bound**

Berdasarkan gambar 2, solusi yang diperoleh dengan adanya penambahan batasan sub-masalah 1,  $X_2 \leq 75$  dan sub-masalah 2  $X_2 \geq 76$ , sudah mendapatkan solusi *integer*. Untuk batasan  $X_2 \leq 75$  didapatkan hasil  $X_1 = 36$  dan  $X_2 = 75$ . Sedangkan  $X_2 \geq 76$  hasil yang diperoleh yaitu  $X_1 = 25$  dan  $X_2 = 76$ . Dengan menggunakan metode *branch and bound*, kombinasi produk yang menghasilkan

keuntungan maksimum sebesar Rp. 1.872.000,00 yaitu  $X_1 = 36$  dan  $X_2 = 75$  atau tahu kuning yang diproduksi sebanyak 36 papan dan tahu putih 75 papan.

**Metode Cutting Plane**

Hasil akhir dari perhitungan metode simpleks diperoleh nilai  $X_1 = 36,301$  dan  $X_2 = 75,699$ . Metode *cutting plane* dapat dijalankan dengan menambahkan batasan baru yang disebut sebagai kendala *gomory* berdasarkan variabel yang memiliki nilai pecahan terbesar yaitu  $X_2$ .

Penambahan kendala *gomory* yaitu:

$$X_2 + 0,03425X_6 - 0,027X_8 = 75,699$$

$$X_2 + 0X_6 - X_8 - 75 = 0,699 - 0,03425X_6 - 0,973 X_8$$

$$0,699 - 0,03425X_6 - 0,973 X_8 + Sg_1 \leq 0$$

$$-0,03425X_6 - 0,973 X_8 + Sg_1 \leq -0,699$$

Selanjutnya memasukkan kendala *gomory* kedalam tabel akhir simpleks. Berdasarkan tabel 5, ruas kanan dari kendala *gomory* bernilai negatif dan menjadi tidak layak, sehingga untuk dapat menyelesaikan tabel tersebut digunakan metode dual simpleks.

**Tabel 5. Penambahan Kendala Gomory**

Basis	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$Sg_1$	b
$X_3$	0	0	1	0	0	0,0856	0	-12,07	0	5,247
$X_4$	0	0	0	1	0	-0,5137	0	-14,59	0	34,521
$X_5$	0	0	0	0	1	0,137	0	-39,11	0	134,795
$X_2$	0	1	0	0	0	0,03425	0	-0,027	0	75,699
$X_7$	0	0	0	0	0	-2,05497	1	-48,36	0	3.458,082
$X_1$	1	0	0	0	0	-0,0342	0	1,027	0	36,301
$Sg_1$	0	0	0	0	0	-0,03	0	-0,97	1	-0,699
$C_j$	0	0	0	0	0	-119,863	0	-1.404	0	

Sumber : Pengolahan Data

**Tabel 6. Hasil Penyelesaian Cutting Plane**

Basis	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$Sg_1$	b
$X_3$	0	0	1	0	0	0	0	-14,50	2,50	3,50
$X_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	-15	45
$X_5$	0	0	0	0	1	0	0	-43	4	132
$X_2$	0	1	0	0	0	0	0	-1	1	75
$X_7$	0	0	0	-3,94	0,23	2,05	1	58,36	-60	3.348,89
$X_1$	1	0	0	0	0	0	0	2	-1	37
$X_6$	0	0	0	0	0	1	0	28,40	-29,20	20,40
$C_j$	0	0	0	0	0	0	0	-11.000	-3.500	

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan hasil perhitungan dengan penambahan kendala *gomory*  $Sg_1$ , tabel 6 sudah optimal karena nilai  $b$  sudah bernilai positif dan baris  $C_j$  bernilai tak positif. Dari hasil akhir metode *cutting plane* diperoleh nilai *integer* untuk variabel keputusan  $X_1=37$  dan  $X_2=75$ . Sehingga keuntungan maksimum yang dapat diperoleh yaitu:

$$Z = 14.500 X_1 + 18.000 X_2$$

$$Z = 14.500 (37) + 18.000 (75)$$

$$Z = \text{Rp.}1.886.500,00$$

### Perbandingan Hasil Perhitungan

**Tabel 5. Perbandingan Hasil Dua Metode**

Variabel	Metode <i>Branch and Bound</i>	Metode <i>Cutting Plane</i>
$X_1$	36	37
$X_2$	75	75
Z	Rp. 1.872.000,00	Rp. 1.886.500,00

Sumber : Pengolahan Data

Tabel di atas merupakan perbandingan hasil dari metode *branch and bound* dan *cutting plane*. Terlihat metode *cutting plane* memiliki penyelesaian yang lebih optimal dibandingkan dengan metode *branch and bound*. Keuntungan yang dihasilkan dari metode *cutting plane* sebesar Rp.1.886.500,00 dengan kombinasi

tahu yang diproduksi yaitu 37 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning. Sedangkan dengan menggunakan metode *branch and bound* keuntungan yang diperoleh sebesar Rp.1.872.000,00 lebih kecil dari hasil yang diperoleh metode *cutting plane*.

### Pengolahan Data Menggunakan *Software Lingo*

Gambar 3 merupakan hasil pengolahan data menggunakan *software lingo*. Pada tampilan hasil, terdapat total variabel, banyaknya *nonlinear* variabel, *integer* variabel, total batasan, batasan *nonlinear*, hasil nilai *integer* dari setiap variabel, dan total keuntungan. Hasil yang diperoleh dari *software* dapat diketahui bahwa kombinasi jumlah produk yang optimal dalam produksi tahu yaitu 37 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning. Dengan total keuntungan yang diperoleh sebesar Rp.1.886.500. Penggunaan *software lingo* diperlukan untuk memudahkan dalam proses pengolahan data serta menyamakan hasil perhitungan secara *manual* dan hasil yang diperoleh dari *software* serta menghindari kesalahan dalam perhitungan (*human error*).



**Solution Report - Lingo1**

Total variables: 2  
 Nonlinear variables: 0  
 Integer variables: 2

Total constraints: 7  
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 14  
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	37.00000	-14500.00
X2	75.00000	-18000.00

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1886500.	1.000000
2	43.50000	0.000000
3	45.00000	0.000000
4	132.00000	0.000000
5	20.40000	0.000000
6	3500.000	0.000000

**Gambar 3. Hasil Pengolahan Menggunakan Software Lingo**

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dijabarkan, permasalahan penentuan kombinasi produksi tahu dan alokasi sumber daya untuk mencapai keuntungan maksimum yang dialami Pabrik Tahu Pak yayat, dapat diselesaikan menggunakan *integer linear programming*. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode *branch and bound* dan *cutting plane*. Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan metode *branch and bound* sebesar Rp.1.872.000,00 dan kombinasi produk yaitu tahu kuning yang diproduksi sebanyak 36 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning. Sedangkan metode *cutting plane* keuntungan yang diperoleh Rp.1.886.500,00 dengan kombinasi tahu yang diproduksi yaitu 37 papan tahu putih dan 75 papan tahu kuning. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa metode *cutting plane* memberikan hasil kombinasi produksi yang optimal dan memberikan

keuntungan maksimum. Selain itu, penggunaan *software* lingo menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan yang dilakukan secara *manual*. Adanya keterbatasan penelitian yaitu penelitian dilakukan hanya pada aktivitas produksi dengan produk yang dihasilkan berupa makanan. Jika penelitian dilakukan pada aktivitas produksi barang mungkin akan berbeda dari segi pengumpulan dan pengolahan data. Selain itu saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat memperhatikan dan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti biaya, dan jumlah tenaga kerja.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Singaperbangsa Karawang yang telah mendukung jalannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sri Adiningsih, *Ekonomi Mikro*. Yogyakarta: BPFYogyakarta, 1999.
- [2] Raudhatul Jannah A.M, Arnellis, and Riry Sriningsih, "Optimasi Hasil Produksi Tahu dan Tempe dengan Metode Branch and Bound dan Metode Cutting Plane," *Journal of Mathematics UNP*, vol. III, no. 1, pp. 42 - 47, 2018.
- [3] Nico, Iryanto, and Gim Tarigan, "Aplikasi Metode Cutting Plane Dalam Optimisasi Jumlah Produksi Tahunan di PT. XYZ," *Saintia Matematika*, vol. II, no. 2, pp. 127 - 136, 2014.
- [4] Sari Devi Purba and Faiz Ahyaningsih, "Integer Programming Dengan Metode Branch and Bound Dalam Optimisasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada PT. Arma Anugerah Abadi," *KARISMATIKA*, vol. VI, no. 3, pp. 20 - 29, 2020.
- [5] Sri Basriati, "Integer Linear Programming Dengan Pendekatan Metode Cutting Plane dan Branch and Bound Untuk Optimisasi Produksi Tahu," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. IV, no. 2, pp. 95 - 104, 2018.
- [6] Intan Syahrini, Radhiah, and Faizah Amalina, "Mengoptimalkan Keuntungan Produksi Dengan Menggunakan Metode Branch And Bound Dan Metode Cutting Plane," in *Seminar Nasional Matematika dan Terapan*, Aceh, 2019.
- [7] Aminudin, *Prinsip-prinsip Riset Operasi*, Lameda Simarmata, Ed. Jakarta, Indonesia: Erlangga, 2005.
- [8] Astuti Meflinda and Mahyarni, *Operation Research (Riset Operasi)*. Pekanbaru, Indonesia: UR PRESS Pekanbaru, 2011.
- [9] Siswanto, *Operation Reasearch*. Jakarta, Indonesia : Erlangga, 2007.
- [10] Sri S Supatimah, Farida, and Siska Andriani, "Optimasi Keuntungan dengan Metode Branch and Bound," *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. X, no. 1, pp. 13-23, Juli 2019.
- [11] Wahyudin Nur and Nurul M Abdal, "Penggunaan Metode Branch and Bound dan Gomory Cut dalam Menentukan Solusi Integer Linear Programming," *Jurnal Saintifik*, vol. II, no. 1, pp. 9-15, Januari 2016.