

## OPTIMASI PRODUKSI ULOS BATAK DENGAN PROGRAM INTEGER MELALUI METODE *BRANCH AND BOUND* DI UD. PARNA ULOS

Kristin Natalia Panjaitan<sup>1</sup>, Lasker P. Sinaga<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Jurusan Matematika, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221, Indonesia*

<sup>1</sup>kristinpanjaitan5@gmail.com, <sup>2</sup>lazer.integral@yahoo.com

**Abstrak**— Program Integer adalah model matematis yang mana hasil penyelesaian pemrograman liniernya berupa bilangan bulat. Salah satu metode untuk menyelesaikan persoalan Program Integer adalah *Metode Branch and bound*. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menentukan jumlah masing-masing jenis ulos yang akan diproduksi oleh UD. Parna Ulos. Adapun jenis Ulos yang menjadi variabel keputusan dalam penulisan ini ialah Ulos ragi hotang biasa, Ulos Angkola Raja, Ulos Mangiring, Ulos Bintang Maratur, Ulos pinuncaan, dan Ulos sibolang. Penelitian ini menggunakan program integer metode *Branch and Bound* dengan bantuan *Software for Windows V5*. Pada penelitian ini terdapat 6 variabel dan 5 kendala. Variabel keputusan yang digunakan adalah jenis Ulos yang diproduksi oleh UD. Parna Ulos. Adapun kendala pada penelitian ini adalah bahan baku benang katun, lem Ulos (Kanji), waktu produksi, permintaan dan kuota persediaan. Dari hasil perhitungan program integer dengan metode *Branch and bound* dalam menyelesaikan permasalahan produksi harian Ulos adalah 14 lembar Ulos ragi hotang biasa, 10 lembar Ulos angkola raja, 8 lembar Ulos mangiring, 8 lembar Ulos bintang maratur, 7 lembar Ulos pinuncaan dan 10 lembar Ulos sibolang. Jadi, jumlah Ulos optimal yang bisa diproduksi dalam sehari dari bahan baku yang tersedia, waktu produksi dan permintaan pasar adalah 57 lembar dengan pendapatan maksimal Rp7.079.000, 00.

**Keywords:** Optimasi, Program Linear, Integer, Metode Simpleks, *QM for Windows V5*, dan *Branch and Bound*

**Abstract**— The Integer Program is a mathematical model in which the result of the linear programming solution is an integer. One method to solve Integer Program problems is the *Branch and bound method*. The purpose of this paper is to determine the number of each type of ulos that will be produced by UD. Parna Ulos. The types of Ulos that became the decision variables in this paper were Ulos Hotang Biasa, Ulos Angkola Raja, Ulos Mangiring, Ulos Bintang Maratur, Ulos Pinuncaan, and Ulos sibolang. This research uses an integer program with the method *Branch and Bound* with the help of *Software for Windows V5*. In this study, there are 6 variables and 5 constraints. The decision variable used is the type of Ulos produced by UD. Parna Ulos. The obstacles in this research are the raw material of cotton yarn, Ulos glue (Kanji), production time, demand and supply quota. From the calculation results of the integer program using the *Branch and bound* method in solving the daily production problems of Ulos, there are 14 sheets of ordinary Ulos Ragi Hotang Biasa, 10 pieces of Ulos Angkola Raja, 8 pieces of Ulos mangiring, 8 pieces of Ulos

**Bintang Maratur, 7 pieces of Ulos Pinuncaan and 10 pieces of Ulos Sibolang. So, the optimal number of Ulos that can be produced in a day from available raw materials, production time and market demand is 57 pieces with a maximum income of IDR 7.079.000, 00.**

**Keywords: Optimization, Linear Program, Integer, Simplex Method, QM for Windows V5, and Branch and Bound**

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara kepulauan yang kaya akan budaya dan masyarakatnya terdiri dari berbagai suku, agama, dan keyakinan yang dianut oleh setiap masyarakatnya. Setiap perkumpulan etnis di Indonesia memiliki berbagai tradisi dan kebudayaan, dimana tiap sukunya sangat memegang teguh nilai leluhurnya. Salah satu kelompok masyarakat Indonesia yang sangat menghargai nilai tradisinya secara turun temurun adalah masyarakat Batak Toba, yang dapat kita temui di daerah propinsi Sumatera Utara. Tradisi dan kebudayaan Batak Toba dapat dikenali dari segi upacara adatnya yang menggunakan Ulos dengan memiliki makna tersendiri pada setiap jenis Ulosnya. Sejauh ini dapat dikatakan bahwa Ulos tidak pernah pudar dari suku Batak Toba karena Ulos merupakan hal penting dalam suatu upacara adat yang sedang berlangsung [1].

Ulos merupakan hasil tenunan masyarakat Batak Toba yang mempunyai nilai jual, sehingga Ulos ini menjadi salah satu penghasilan tambahan bagi para penenun Ulos. Ulos adalah hasil produksi yang sangat khas dan sangat mudah di jumpai di daerah Batak Toba provinsi Sumatera Utara [2]. Dalam produksi, bahan baku merupakan komponen yang sangat berpengaruh terhadap banyaknya produk yang akan diproduksi sehingga dalam hal ini pemanfaatan bahan baku yang tepat sangat diperlukan untuk memaksimalkan hasil produksi sehingga menghasilkan keuntungan yang maksimal pula. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus mengetahui model yang menghubungkan

antara masalah dengan alternatif pemecahan sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai [3].

Salah satu model yang dapat digunakan untuk permasalahan optimasi produksi adalah program linear. Solusi yang diperoleh dalam program linear mungkin saja pecahan. Dalam situasi tertentu solusi optimal haruslah bilangan bulat, misalnya jumlah orang dan jumlah barang. Untuk mengatasi solusi variabel keputusan yang pecahan tersebut adalah dengan membulatkannya. Persoalan program linear dimana solusi variabel keputusannya harus merupakan bilangan bulat disebut program integer. Program integer adalah program linear dengan penambahan batasan bahwa beberapa atau semua variabelnya harus bernilai integer [4]. Adapun pendekatan solusi terhadap masalah program integer, yaitu Cutting plane dan metode *Branch and Bound*. Dalam hal ini, metode *Branch and Bound* telah menjadi standar untuk program integer, dan penerapan-penerapan dalam praktik tampaknya menyarankan bahwa metode ini lebih efisien dibanding metode yang lain [5].

Menurut penelitian yang telah dilakukan [6] yang menggunakan model *Integer Programming* untuk mengoptimalkan perencanaan produksi di UKM X. Penelitian yang telah dilakukan oleh [3] yang menggunakan *Integer Programming* dengan metode *Branch and Bound* dalam mengoptimasi jumlah produksi setiap jenis roti pada PT. Arma Anugerah Abadi. Penelitian yang telah dilakukan oleh [7] dengan menggunakan

program linear melalui metode Branch and Bound untuk menganalisis optimalisasi produksi di PD Utama Jaya Plasindo. Penelitian yang telah dilakukan oleh [8] dengan menerapkan *Branch and Bound* dalam optimalisasi pada toko bunga dalam mengoptimalkan keuntungan maksimal dengan keterbatasan sumber daya, untuk menentukan jenis dan banyak ember bunga yang di harus produksi.

Ulos yang dibahas dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi produksi tenun Ulos di UD. Parna Ulos yang berlokasi di Jl. Pierre Tandean, Lumban Dolok Haume Bange, Balige, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara. Ada 7 jenis Ulos yang diproduksi oleh UD. Parna Ulos yaitu, Ulos Ragi Hotang Biasa, Ulos Hela, Ulos Bintang Maratur, Ulos Sibolang, Ulos Mangiring, Ulos Pinuncaan, dan Ulos Angkola Raja. Pada hari tertentu terjadi kenaikan produksi UD. Parna Ulos dari yang biasanya, tepatnya pada bulan dua belas karena banyaknya pesta acara adat. Berdasarkan hasil wawancara, pemilik usaha mengatakan bahwa ada kemungkinan terjadinya penumpukan persediaan Ulos karena permintaan atau Ulos yang terjual itu sedikit. Bahkan Ulos jarang terjual habis sehingga produksi UD. Parna Ulos tersebut tidak optimal karena banyak sedikitnya permintaan Ulos untuk setiap jenis Ulosnya. Hal tersebut cukup berpengaruh terhadap kelangsungan produksi UD. Parna Ulos dengan kata lain pemilik UD. Parna Ulos kemungkinan salah perhitungan untuk list atau daftar dari jenis Ulos yang harus diproduksinya. Maka dari itu, dapat diketahui bahwa pola produksi dari UD. Parna Ulos kurang optimal.

Selama ini permasalahan optimasi hanya sampai tahap program linear dan masih jarang menggunakan program integer. Maka dalam permasalahan yang terdapat pada UD. Parna Ulos peneliti menggunakan program integer yang akan menghasilkan model matematis yang tepat

untuk membantu dalam mengoptimalkan keuntungan produksi dari UD. Parna Ulos. Pada penelitian ini, akan diteliti, “Optimasi Produksi Ulos Batak Toba dengan Program Integer Melalui Metode *Branch and Bound* di UD.Parna Ulos.” Masalah ini dapat diselesaikan dengan memanfaatkan program integer dengan strategi *Branch and Bound* yang akan memberikan model matematis yang tepat untuk membantu memajukan pembuatan Ulos Batak di UD. Parna Ulos. Model yang dihasilkan memiliki fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan dengan kendala yang diketahui, yaitu bahan baku benang katun, mesin tenun, tenaga kerja, permintaan dan stok persediaan UD. Parna Ulos. Untuk memudahkan proses komputasi atau perhitungannya peneliti menggunakan aplikasi program *QM*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung jumlah produksi optimal setiap jenis Ulos menggunakan program integer melalui metode *Branch and Bound*, menghitung pendapatan maksimal yang akan diperoleh UD. Parns Ulos menggunakan program integer melalui metode *Branch and Bound*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di UD. Parna Ulos yang berlokasi di Jl. Pierre Tandean, Lumban Dolok Haume Bange, Balige, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan mengikuti alur pengerjaan yang telah dilakukan kurang lebih dari dua bulan. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data yang bersumber dari pihak pemangku kepentingan yaitu UD. Parna Ulos. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder yaitu data yang sudah ada dilapangan. Prosedur penelitian yang akan dilakukan untuk memecahkan permasalahan penelitian adalah sebagai berikut:

### 1. Mulai

Penelitian ini dimulai dengan observasi lapangan penelitian di UD.

Parna Ulos yang berlokasi di Jl. Pierre Tandeau, Lumban Dolok Haume Bange, Balige, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara. Tindakan ini merupakan kegiatan mengamati langsung pada objek yang diteliti untuk mendapatkan data yang relevan terhadap penelitian yang akan dilakukan.

## 2. Studi Literatur

Studi literatur diharapkan untuk mencari sumber teori yang sesuai dengan kasus dilapangan peneletian, yaitu dengan menganalisis jurnal-jurnal dan buku-buku yang berhubungan dengan kasus permasalahan penelitian.

## 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah berupa tahap awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang timbul untuk mencari solusi permasalahan yang ada dilapangan penelitian. Sehingga yang saya peroleh dari wawancara dan observasi lapangan adalah keuntungan produksi di UD. Parna Ulos masih belum optimal, hal itu disebabkan oleh terjadinya persediaan produk yang menumpuk karena permintaan akan produk terkadang sedikit dan sebaliknya.

## 4. Merumuskan masalah penelitian

Setelah mengidentifikasi masalah awal dan studi pustaka, selanjutnya merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian yang akan dilakukan yaitu tentang bagaimana jumlah produksi optimal setiap jenis Ulos dan pendapatan maksimal yang akan diperoleh dengan menggunakan program integer melalui metode *Branch and Bound*.

## 5. Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang

telah dibuat sebelumnya. Hal tersebut bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam menentukan batasan-batasan yang perlu untuk pengolahan dan analisis data.

## 6. Pengumpulan Data

Data atau informasi yang dikumpulkan haruslah relevan dengan permasalahan yang akan menjadi input pada pengolahan data. Asapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- Data jumlah produksi untuk setiap jenis Ulos yang diteliti.
- Data bahan baku benang katun yang digunakan dalam pembuatan setiap jenis Ulos yang diproduksi, bahan baku lem Ulos (Kanji) dan persediaan bahan baku
- Data persediaan untuk setiap jenis Ulos yang diproduksi
- Data Waktu produksi untuk menghasilkan setiap jenis Ulos yang diproduksi.
- Data harga jual dari setiap jenis ulos yang diproduksi.

## 7. Pengolahan Data

Langkah-langkah dari pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang ada dalam program linear.

Untuk fungsi tujuan:

$$x_1 = \text{Jumlah produk Ulos Ragi}$$

Hotang Biasa

$$x_2 = \text{Jumlah produk Ulos}$$

Angkola Raja

$$x_3 = \text{Jumlah produk Ulos}$$

Mangiring

$$x_4 = \text{Jumlah produk Ulos Bintang}$$

Maratur

$$x_5 = \text{Jumlah produk Ulos}$$

Pinuncaan

Adapun yang menjadi fungsi kendalanya terdiri dari bahan baku benang katun, lem Ulos,

waktu produksi, permintaan (produk yang terjual), dan kuota persediaan.

2. Mengitung nilai varoabel-variabel menggunakan metode simpleks dengan bantuan program *QM*.
3. Mencari solusi optimal dengan menggunakan metode *Branch and Bound*.

8. Penyelesaian dengan Menggunakan Metode *Branch and Bound*

Penyelesaian dengan metode ini dilakukan dengan cara, menyelesaikan model program linear menggunakan metode simplek berbantuan program *QM*, selanjutnya memeriksa solusi optimal (jika variabel basis yang diharapkan bernilai integer maka solusi optimal telah tercapai, tetapi jika tidak bernilai integer maka lanjutkan dengan memilih variabel yang mempunyai selisih pecahan terbesar dengan bilangan bulat dari masing- masing variabel untuk dijadikan percabangan kedalam sub-masalah), membuat batasan baru yang ditambahkan pada sub-masalah jika solusi dari salah satu sub-masalah tersebut bernilai integer dan solusi lainnya tidak memiliki penyelesaian (tidak fisibel) maka percabangan tidak dilanjutkanatau berhenti.

9. Memilih Solusi Optimal

Tabel 1 KEBUTUHAN BAHAN BAKU PRODUKSI ULOS

Bahan baku	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
Benang merah	250	155	140	175	610	0
Benang hijau	0	135	0	0	0	0
Benang ungu	0	130	200	0	0	50
Benang merah tua	0	0	0	200	0	0
Benang hitam	0	0	0	0	10	200
Benang merah maroon	300	0	0	0	0	0
Benang biru	0	135	0	0	80	300
Benang kuning	50	130	20	100	0	0
Lem (kanji)	430	280	310	620	320	340

Jika ada beberapa sub-masalah yang memiliki solusi integer, maka dipilih solusi yang memiliki nilai  $z$  terbesar, jika fungsi tujuan memaksimalkan maka solusi yang dipilih adalah solusi yang memiliki nilai  $z$  terkecil.

10. Menarik Kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang digunakan pada penelitian ini hanya bersumber dari UD. Parna Ulos dengan kendala yang digunakan ialah bahan baku pada proses produksi, waktu produksi dan permintaan pasar. Data diperoleh dari produksi harian usaha dagang tersebut. Data yang diperoleh kemudian diimplementasikan ke dalam model program linear dengan metode simpleks, kemudian diolah dengan bantuan software *QM for Windows V5* untuk mempermudah proses perhitungan dan dilanjutkan dengan metode *Branch and Bound*. Hasil dari pengolahan data ini diharapkan bisa memberikan masukan kepada pihak UD. Parna Ulos dalam mengoptimalkan pendapatan. Berdasarkan hasil wawancara yang telah peneliti lakukan kepada pemilik UD. Parna Ulos, diperoleh kebutuhan bahan baku, waktu produksi, permintaan pasar dalam satu hari produksi dan harga jual setiap jenis ulos. Adapun data yang diperoleh tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2 SATUAN BAHAN BAKU  
PRODUKSI ULOS

Bahan baku	Satuan
Benang katun merah	gram
Benang katun hijau	gram
Benang katun ungu	gram
Benang katun merah tua	gram
Benang katun hitam	gram
Benang katun merah maroon	gram
Benang katun biru	gram
Benang katun kuning	gram
Lem kanji	gram

Tabel 3 WAKTU PRODUKSI ULOS  
PER UNIT

Jenis Ulos	Waktu produksi (menit)
Ulos Ragi Hotang Biasa ( $x_1$ )	60
Ulos Angkola Raja ( $x_2$ )	50
Ulos Mangiring ( $x_3$ )	30
Ulos Bintang Maratur ( $x_4$ )	50
Ulos Pinuncaan ( $x_5$ )	55
Ulos Sibolang ( $x_6$ )	60

Tabel. I dan II menunjukkan bahwa setiap jenis ulos yang diproduksi oleh UD. Parna Ulos membutuhkan bahan baku yang sama untuk bahan dasar dalam proses produksi yaitu benang katun dan lem kanji. Untuk memproduksi satu Ulos Ragi Hotang Biasa dibutuhkan 250 gram benang katun merah, 300 gram benang katun merah maroon, 50 gram benang katun kuning dan 430 gram lem kanji. Untuk memproduksi satu Ulos Angkola Raja dibutuhkan 155 gram benang katun merah, 135 gram benang katun hijau, 130 gram benang katun ungu, 135 gram benang katun biru, 130 gram benang katun kuning dan 280 gram lem kanji. Untuk memproduksi satu Ulos Mangiring dibutuhkan 140 gram benang katun merah, 200 gram benang katun ungu, 20 gram benang katun kuning dan 310 gram lem kanji. Untuk memproduksi satu Ulos Bintang Maratur dibutuhkan 175 gram benang katun merah, 200 gram benang katun merah tua, 100 gram benang katun kuning dan 620 gram lem kanji. Untuk memproduksi satu ulos pinuncaan dibutuhkan 610 gram benang katun merah, 10 gram benang katun hitam, 80 gram benang katun biru dan 320 gram lem kanji. Untuk memproduksi satu Ulos Sibolang dibutuhkan 50 gram benang katun ungu, 200 gram benang katun hitam, 300 gram benang katun biru dan 340 gram lem kanji.

Tabel 4 PERMINTAAN PASAR SETIAP  
JENIS ULOS

Jenis ulos	Jumlah
Ulos Ragi Hotang Biasa	15
Ulos Angkola Raja	10
Ulos Mangiring	10
Ulos Bintang Maratur	8
Ulos Pinuncaan	7
Ulos Sibolang	10

Tabel 5 PERSEDIAAN BAHAN BAKU  
DAN WAKTU PRODUKSI

Persediaan	Jumlah
Benang katun merah	12.000 gram
Benang katun hijau	1.350 gram
Benang katun ungu	3.500 gram
Benang katun merah tua	1.600 gram
Benang katun hitam	2.500 gram
Benang katun merah maroon	4.500 gram
Benang katun biru	5.000 gram
Benang katun kuning	3.100 gram
Lem kanji	25.000 gram
Waktu produksi	8.100 menit

Tabel 6 HARGA JUAL SETIAP JENIS  
ULOS

Jenis ulos	Harga jual (satuan)
Ulos Ragi Hotang Biasa	Rp98.000,00
Ulos Angkola Raja	Rp134.000,00
Ulos Mangiring	Rp105.000,00
Ulos Bintang Maratur	Rp124.000,00
Ulos Pinuncaan	Rp155.000,00
Ulos Sibolang	Rp145.000,00

#### Pembentukan Variabel Keputusan

Pengolahan data terlebih dahulu dimulai dengan menentukan variabel keputusan. Adapun variabel keputusan pada UD. Parna Ulos terdiri dari 6 macam yaitu sebagai berikut:

$x_1$  = Jumlah produk ulos Ragi Hotang Biasa

$x_2$  = Jumlah produk ulos Angkola Raja

$x_3$  = Jumlah produk ulos Mangiring

$x_4$  = Jumlah produk ulos Bintang Maratur

$x_5$  = Jumlah produk ulos Pinuncaan

$x_6$  = Jumlah produk ulos Sibolang

#### Pembentukan Fungsi Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah memaksimalkan pendapatan di UD. Parna Ulos dengan variabel keputusan sebanyak 6 buah dan kendala sebanyak 16 buah dalam bentuk nilai satuan rupiah. Fungsi tujuan pada penelitian ini adalah harga jual dari satuan jenis ulos (variabel keputusan). Berdasarkan Tabel 6, maka fungsi tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Memaksimalkan:

$$Z = 98.000x_1 + 134.000x_2 + 105.000x_3 + 124.000x_4 + 155.000x_5 + 145.000x_6$$

#### Perumusan Fungsi Kendala

Pada penelitian ini, kendala yang digunakan adalah bahan baku pada proses produksi, waktu produksi dan permintaan pasar. Adapun kendala pada UD. Parna Ulos terdiri dari 16 macam yaitu sebagai berikut:

1. Benang katun merah ( $y_1$ )

$$250x_1 + 155x_2 + 140x_3 + 175x_4 + 610x_5 \leq 12.000$$

2. Benang katun hijau ( $y_2$ )

$$135x_2 \leq 1.350$$

3. Benang katun ungu ( $y_3$ )

$$130x_2 + 200x_3 + 50x_6 \leq 2.500$$

4. Benang katun merah tua ( $y_4$ )

$$200x_4 \leq 1.600$$

5. Benang katun hitam ( $y_5$ )

$$10x_5 + 200x_6 \leq 2.500$$

6. Benang katun merah maroon ( $y_6$ )

$$300x_1 \leq 4.500$$

7. Benang katun biru ( $y_7$ )

$$135x_2 + 80x_5 + 300x_6 \leq 5.000$$

8. Benang katun kuning ( $y_8$ )

$$50x_1 + 130x_2 + 20x_3 + 100x_4 \leq 3.100$$

9. Lem kanji ( $y_9$ )

$$430x_1 + 280x_2 + 310x_3 + 620x_4 + 320x_5 + 340x_6 \leq 25.000$$

10. Waktu produksi ( $y_{10}$ )  
 $60x_1 + 50x_2 + 30x_3 + 50x_4 + 55x_5 + 60x_6 \leq 8.100$
11. Permintaan pasar ulos ragi hotang biasa ( $y_{11}$ )  
 $x_1 \leq 15$
12. Permintaan pasar ulos angkola raja ( $y_{12}$ )  
 $x_2 \leq 10$
13. Permintaan pasar ulos mangiring ( $y_{13}$ )  
 $x_3 \leq 10$
14. Permintaan pasar ulos bintang maratur ( $y_{14}$ )  
 $x_4 \leq 8$
15. Permintaan pasar ulos pinancan ( $y_{15}$ )

- $x_5 \leq 7$
16. Permintaan pasar sibolang ( $y_{16}$ )  
 $x_6 \leq 10$

Setelah pembentukan model matematis, langkah selanjutnya adalah peneliti mencari solusi optimal, yaitu jumlah produk yang optimal dan pendapatan yang maksimal dengan bantuan *Software QM for Windows V5*. Langkah-langkah dalam memproses data, yaitu: (1) Memasukkan seluruh formulasi data ke dalam *Software QM for Windows V5*. (2) Menampilkan solusi dari hasil data masukan sebagai berikut:

Tabel 7 SOLUSI MASALAH

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	RHS	Dual
Maximize:	98000	134000	105000	124000	155000	145000		
Y 1	250	155	140	175	610	0	<= 12000	254,1
Y 2	0	135	0	0	0	0	<= 1350	366,58
Y 3	0	130	200	0	0	50	<= 3500	347,13
Y 4	0	0	0	200	0	0	<= 1600	397,66
Y 5	0	0	0	0	10	200	<= 2500	0
Y 6	300	0	0	0	0	0	<= 4500	114,92
Y 7	0	135	0	0	80	300	<= 5000	0
Y 8	50	130	20	100	0	0	<= 3100	0
Y 9	430	280	310	620	320	340	<= 25000	0
Y 10	60	50	30	50	55	60	<= 8100	0
Y 11	1	0	0	0	0	0	<= 15	0
Y 12	0	1	0	0	0	0	<= 10	0
Y 13	0	0	1	0	0	0	<= 10	0
Y 14	0	0	0	1	0	0	<= 8	0
Y 15	0	0	0	0	1	0	<= 7	0
Y 16	0	0	0	0	0	1	<= 10	127643,4
<b>Solution</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8,5</b>	<b>8</b>	<b>6,74</b>	<b>10</b>		<b>7188845,0</b>

Tabel VII menunjukkan bahwa hasil dari penyelesaian untuk jumlah variabel keputusan  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  dan  $x_6$  yang diperoleh menggunakan metode simpleks dengan bantuan *Software QM for Windows V5* pada baris *Solution*, yaitu;

$x_1 = 15; x_2 = 10; x_3 = 8,5; x_4 = 8; x_5 = 6,74$  dan  $x_6 = 10$ . Berdasarkan hasil tersebut berarti produksi optimal yang bisa dilakukan oleh UD. Parno Ulos dalam sehari adalah 15 lembar Ulos Ragi Hotang Biasa, 10 lembar Ulos Angkola Raja, 8,5 lembar Ulos Mangiring, 8 lembar Ulos



Bintang Maratur, 6,74 lembar Ulos Pinuncaan dan 10 lembar Ulos Sibolang

$$x_1 = 15; x_2 = 10; x_3 = 8,5; x_4 = 8; x_5 = 6; x_6 = 10; Z = 7.074.500,00$$

dengan pendapatan maksimal adalah Rp. 7.188.845,00. Namun yang diinginkan adalah solusi variabel keputusan berupa bilangan integer, maka solusi ini belum tepat. Untuk membuat solusi menjadi bilangan integer, dalam penelitian ini digunakan metode *branch and bound*.

#### Analisis Metode *Branch and Bound* Iterasi 1

Langkah pertama adalah menentukan batas atas (BA) dan batas bawah (BB). Pendapatan dengan  $x_1 = 15; x_2 = 10; x_3 = 8,5; x_4 = 8; x_5 = 6$  dan  $x_6 = 10$  adalah Rp. 7.188.845,00. Namun, karena  $x_3$  dan  $x_5$  bukan bilangan integer, maka solusi ini belum layak. Oleh karenanya, nilai pendapatan Rp7.188.845,00 dijadikan sebagai batas atas (BA). Dengan metode pembulatan ke bawah, diperoleh  $x_1 = 15; x_2 = 10; x_3 = 8,5; x_4 = 8; x_5 = 6,74$  dan  $x_6 = 10$  dengan nilai pendapatan Rp. 7.022.000,00 dijadikan batas bawah (BB).

Langkah kedua adalah memilih variabel keputusan yang memiliki pecahan terbesar untuk melakukan pencabangan. Karena pecahan terbesar berada pada  $x_5$  yakni sebesar 0,74 maka  $x_5$  dicabangkan menjadi sub-masalah 1 dan 2 dengan tambahan kendala untuk masing-masing sub-masalah 1 adalah  $x_5 \geq 7$  dan untuk sub-masalah 2 adalah  $x_5 \leq 6$ .

Dengan metode simpleks pada *Software QM for Windows V5* diperoleh solusi :  
Sub-masalah 1:

$$x_1 = 14,36; x_2 = 10; x_3 = 8,5; x_4 = 8; x_5 = 7; x_6 = 10; Z = 7.166.780,00$$

Sub-masalah 2:

Selanjutnya dalam meneliti batas atas dan batas bawah nilai solusi dari masing-masing sub-masalah tidak boleh kurang dari batas bawah dan tidak lebih besar dari batas atas. Hal ini karena jika kurang dari batas bawah maka solusi yang diperoleh tidak optimal dan jika lebih dari batas atas maka solusi tidak layak karena jika disubstitusikan nilai variabel keputusan ke dalam salah satu kendala akan diperoleh kendala melebihi persediaan yang ada. Karena solusi sub-masalah 1 dan 2 tidak lebih kecil dari batas bawah dan tidak lebih besar dari batas atas serta nilai variabel keputusannya masih ada yang bernilai tidak integer maka pencabangan diteruskan ke sub-masalah selanjutnya. Sub-masalah 1 dicabangkan menjadi sub-masalah 3 dan 4 sedangkan sub-masalah 2 dicabangkan menjadi sub-masalah 5 dan 6.

Begitupun seterusnya dilanjutkan percabangan pada node sub-masalah yang masih aktif. Hingga pada iterasi ke-7 solusi dari sub-masalah tersebut tidak dapat dilanjutkan lagi karena nilai solusi untuk masing-masing sub-masalah tersebut tidak fisibel serta solusi yang diperoleh lebih kecil dari batas bawah sehingga tidak optimal. Dengan demikian, sub-masalah tidak dilanjutkan lagi dan iterasi selesai. Langkah selanjutnya adalah memilih solusi optimal dengan kriteria memiliki nilai Z (pendapatan) tertinggi. Solusi pada sub-masalah 10 adalah solusi optimal dengan nilai sebagai berikut:

$$x_1 = 14; x_2 = 10; x_3 = 8; x_4 = 8; x_5 = 7; x_6 = 10; Z = 7.079.000,00$$

Dengan kata lain, solusi optimal yang diperoleh adalah 14 lembar Ulos Ragi Hotang Biasa, 10 lembar Ulos Angkola Raja, 8 lembar Ulos Mangiring, 8 lembar Ulos Bintang Maratur, 7 lembar Ulos Pinuncaan dan 10 lembar Ulos Sibolang dengan pendapatan maksimal Rp7.079.000,00.

## KESIMPULAN

Perhitungan menggunakan program linear metode simpleks dengan bantuan *Software QM for Windows V5* yang dilanjutkan dengan metode *branch and bound* dapat disimpulkan sebagai solusi optimal terbesar yakni Rp7.079.000,00. Solusi pada sub-masalah 10 adalah solusi optimal dengan nilai sebagai berikut:

Jumlah optimal setiap jenis ulos yang akan diproduksi UD. Parna Ulos dalam sehari adalah 14 lembar ulos rasi hotang biasa, 10 lembar ulos angkola raja, 8 lembar ulos mangiring, 8 lembar ulos bintang maratur, 7 lembar ulos pinuncaan dan 10 lembar ulos sibolang. Jadi, jumlah ulos optimal yang bisa diproduksi dalam sehari dari bahan baku yang tersedia, waktu produksi dan permintaan pasar adalah 57 lembar dengan pendapatan maksimal Rp7.079.000,00.

Untuk menghitung jumlah ulos yang harus diproduksi berdasarkan bahan baku yang tersedia, waktu produksi dan permintaan pasar, disarankan kepada UD. Parna Ulos untuk mempertimbangkan atau menggunakan metode *branch and bound* sehingga pendapatan yang diperoleh optimal. Kepada penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan agar menggunakan perangkat lunak lain yang mungkin lebih canggih dan mampu menyelesaikan masalah program linear dengan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tumanggor, R., R. K. d. N., (2010): *Sosial Budaya*, Kencana, Jakarta. 21.
- [2] Panjaitan, Lopianna M, d. D. S., (2016): Pelestarian Nilai-nilai Civic Culture dalam Memperkuat Identitas Budaya Masyarakat: Makna Simbolik Ulos dalam Pelaksanaan Perkawinan Masyarakat Batak Toba di Sitorang,

*Journal of Urban Societys Art*, 3(2), 64–72.

- [3] Purba, S, D. A. F., (2020): Integer Programming dengan Metode Branch and Bound dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada PT. ARMA ANUGERAH ABADI, *KARISMATIKA*, 6(3), 20–29.
- [4] Muslich, M., (2009): *Metode Penganmbilan Keputusan Kuantitatif*, Bumi Aksara, Jakarta.
- [5] Mulyono, S., (2002): *Riset Operasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Univer-sitas Indonesia, Jakarta.
- [6] Alfian, A., (2019): Model Integer Programming Untuk Mengoptimalkan Perencana-an Produksi di UKM X, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 99–107.
- [7] Sriwidadi, T., A. E., (2013): Analisis Optimasi Produksi Dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks, *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 4(2), 725–741.
- [8] Ayunda, Z., W. N. B. d. M. A., (2021): Analisa Optimalisasi Keuntungan dengan Integer Linear Programming dan Metode Branch and Bound pada Toko Bunga QuinnaStory, *Journal Industrial Servicess*, 6(2), 99–104.