

**OPTIMALISASI HASIL PRODUKSI TAHU DAN TEMPE
MENGUNAKAN METODE *BRANCH AND BOUND*
(STUDI KASUS: PABRIK TEMPE ERI JL. TERATAI NO.04 PALU SELATAN)**

R. K. Dg. Pagiling¹, A. Sahari², Rais³

^{1,2,3} Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tadulako

Jalan Soekarno-Hatta Km. 09 Tondo, Palu 94118, Indonesia.

¹rifaldi3393@gmail.com, ²agus_sh@yahoo.com, ³rais76_untad@yahoo.co.id

ABSTRACT

Factory ERI is a company that produces Tofu and Tempe which is located at Jl. Teratai No.04 South Palu. ERI is a kind of factory production of Tofu, Tempeh Custody, Tempeh Round and Tempe Small involving a variety of resources that consists of raw materials (soybeans, yeast tempeh and vinegar), fuel (firewood and gasoline) and labor. Companies need to plan a strategy so that all available resources within the company used or allocated appropriately and optimally so as to produce a combined output that provides maximum production yield. Problems determinant of production to maximize the company's revenue by looking at the limited resources of the company can be solved using *Integer Linier Programming* model. This study aims to optimization production. One effective way to resolve the integer program is to apply algorithms *Branch and Bound*. For reference data on average daily production, when companies use all existing resources, namely 350 kg of soybean, 1m³ wood, 3 liter Petrol, 5 grams of yeast tempeh, 2 liters of vinegar and a 14 hour/person workforce, factory can produce out of Tofu (50cm x 50cm) as many as 24 units, Tempeh Custody (20cm x 40cm) as many as 372 units, and Tempeh Small (9cm x 14cm) 4 units of the income earned each day is as much as Rp. 5.259.600.

Keywords : **Integer Linier Programming, Linier Programming, Methods Branch and Bound, Simplex Method, Tofu and Tempeh.**

ABSTRAK

Pabrik ERI merupakan perusahaan yang memproduksi Tahu dan Tempe yang berlokasi di Jl. Teratai No.04 Palu Selatan. Jenis Produksi pabrik ERI adalah Tahu, Tempe Balak, Tempe Bulat dan Tempe Kecil dengan melibatkan berbagai sumber daya yang terdiri atas bahan baku (kedelai, ragi tempe dan cuka), bahan bakar (kayu bakar dan bensin) dan tenaga kerja. Perusahaan perlu merencanakan suatu strategi agar semua sumber daya yang ada dalam perusahaan digunakan atau dialokasikan secara tepat dan optimal sehingga dapat menghasilkan kombinasi output yang memberikan hasil produksi maksimal. Permasalahan penentu hasil produksi untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan dengan melihat keterbatasan sumber daya perusahaan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan model *Program Integer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan hasil produksi. Salah satu cara yang cukup efektif untuk menyelesaikan program integer adalah

dengan mengaplikasikan algoritma *Branch and Bound*. Untuk data acuan rata-rata produksi setiap harinya, bila perusahaan menggunakan seluruh sumber daya yang ada yaitu 350 kg kedelai, 1 m³ kayu bakar, 3 liter Bensin, 5 gram ragi tempe, 2 liter cuka dan 14 jam/orang tenaga kerja, pabrik dapat memproduksi Tahu (50cm x 50cm) sebanyak 24 unit, Tempe Balak (20cm x 40cm) sebanyak 372 unit, dan Tempe Kecil (9cm x 14cm) sebanyak 4 unit dengan penghasilan diperoleh setiap hari adalah sebanyak Rp. 5.259.600.

Kata Kunci : Metode Branch and Bound, Metode Simpleks, Program Integer, Program Linier, Tahu dan Tempe

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pabrik Tempe ERI merupakan perusahaan yang namanya diambil dari pemilik pabrik yaitu Eri. Pabrik ini memproduksi tahu dan tiga jenis tempe yaitu tempe balak, tempe bulat dan tempe kecil. Dengan melibatkan berbagai macam sumber daya yang sifatnya terbatas diantaranya bahan baku (kedelai, ragi tempe, cuka), bahan bakar (kayu bakar, bensin) dan tenaga kerja. Dengan keterbatasan ini perusahaan perlu merencanakan suatu strategi agar semua sumber daya yang ada dalam perusahaan digunakan atau dialokasikan secara tepat dan optimal sehingga dapat menghasilkan kombinasi output yang memberikan hasil produksi maksimal. Permasalahan penentu hasil produksi untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan dengan melihat keterbatasan sumber daya dapat diselesaikan dengan menggunakan model program linier.

Program linier adalah suatu teknik penyelesaian optimal atas suatu problem keputusan dengan cara menentukan terlebih dahulu fungsi tujuan (memaksimalkan atau meminimumkan) dan kendala-kendala yang ada ke dalam model matematik persamaan linier. Program linier sering digunakan dalam menyelesaikan problem alokasi sumber daya (Sitorus, 1997). Banyak persoalan yang penyelesaiannya menggunakan program linier, diantaranya persoalan transportasi, persoalan penugasan, program dinamis serta program bilangan bulat (Program Integer).

Program linier bilangan bulat (*Integer Linier Programming*) merupakan suatu model program linier yang khusus digunakan untuk menyesuaikan suatu problem dimana nilai variabel-variabel keputusan dalam penyelesaian optimal haruslah merupakan bilangan integer. Persyaratan bahwa nilai variabel keputusan harus bilangan integer mengingat jumlahnya tidak mungkin dalam bentuk pecahan, seperti rumah, pabrik, tugas, dan lain sebagainya (Sitorus, 1997).

Integer Linier Programming dapat diselesaikan dengan banyak cara, antara lain dengan menggunakan grafik, dengan metode eliminasi dan substitusi, dan sebagainya. Salah satu cara yang cukup efektif untuk menyelesaikan program integer adalah dengan mengaplikasikan algoritma *Branch and Bound* dibandingkan metode perhitungan nilai bulat lainnya dan telah menjadi kode Komputer standar untuk *Integer Linier Programming* (Aritonang, 2013).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana optimalisasi hasil produksi pada Pabrik Tempe ERI dengan menggunakan metode *Branch and Bound*?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah memperoleh optimalisasi hasil produksi pada Pabrik Tempe ERI dengan menggunakan metode *Branch and Bound*.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Sebagai salah satu penerapan ilmu yang didapat oleh peneliti selama masa perkuliahan.
2. Dari penelitian ini, diharapkan dapat dipergunakan sebagai masukan pabrik mengenai suatu model untuk mengoptimalkan hasil produksi.

1.5. Batasan Penelitian

Ruang lingkup dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berasal dari Pabrik Tempe ERI yang berada di Jl. Teratai No.04 Palu Selatan.
2. Harga kedelai dianggap tetap.
3. Tenaga kerja 4 orang dianggap tetap.

II. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literature dengan mengumpulkan materi dan buku-buku, artikel, dan jurnal yang didapat dari perpustakaan dan perpustakaan online.
2. Menganalisa masalah.
3. Memulai penelitian dengan mengambil data.
4. Menentukan variabel dari setiap masalah (X_j).

5. Memformulasikan masalah kedalam bentuk program linier .
6. Menyelesaikan model matematis dengan metode simpleks.
7. Solusi Integer dengan Metode *Branch and Bound* dengan menentukan batas serta cabang pada solusi simpleks non integer.
8. Menyelesaikan dengan menggunakan metode simpleks disetiap cabangnya menggunakan aplikasi TORA hingga mendapatkan solusi integer yang optimal.
9. Mendapatkan solusi yang integer dan optimal.
10. Menyimpulkan hasil penelitian.
11. Selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan data

Tabel 1 : Data Produksi Pabrik ERI

Bahan	Satu Unit				Persediaan Maksimal/hari	Satuan
	Tahu	Tempe Balak	Tempe Bulat	Tempe Kecil		
Kedelai	6,81818	0,5	0,15	0,075	350	Kg
Kayu Bakar	0,01704	0,00125	0,00037	0,00019	1	M ³
Bensin	0,04545	0,00333	0,001	0,0005	3	Liter
Ragi Tempe	0	0,01333	0,004	0,002	5	gram
Cuka	0,06818	0	0	0	2	Liter
Tenaga Kerja	0,06818	0,005	0,0015	0,00075	14	Jam/orang
Harga (Rp/Unit)	95.000	8.000	1.500	900		Rp

Sumber : Pabrik Tempe ERI

3.2. Penentuan Variabel (peubah) Keputusan

Adapun variabel –variabel dalam model ini adalah sebagai berikut :

x_1 = jumlah tahu yang diproduksi/hari

x_2 = jumlah tempe balak yang diproduksi/hari

x_3 = jumlah tempe bulat yang diproduksi/hari

x_4 = jumlah tempe kecil yang diproduksi/hari

3.3. Membangun Model Matematika

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan } z = 95.000x_1 + 8.000x_2 + 1.500x_3 + 900x_4 \dots\dots\dots (1)$$

Batasan-batasan:

$$6,81818x_1 + 0,5x_2 + 0,15x_3 + 0,075x_4 \leq 350 \dots\dots\dots (2)$$

$$0,01704x_1 + 0,00125x_2 + 0,00037x_3 + 0,00019x_4 \leq 1 \dots\dots\dots (3)$$

$$0,04545x_1 + 0,00333x_2 + 0,001x_3 + 0,0005x_4 \leq 3 \dots\dots\dots (4)$$

$$0,01333x_2 + 0,004x_3 + 0,002x_4 \leq 5 \dots\dots\dots (5)$$

$$0,06818x_1 \leq 2 \dots\dots\dots (6)$$

$$0,06818x_1 + 0,005x_2 + 0,0015x_3 + 0,00075x_4 \leq 14 \dots\dots\dots (7)$$

3.4. Solusi Integer dengan Metode *Branch and Bound*

Persoalan Program Integer (IP) adalah persoalan pemrograman (*programming*) di mana pemecahan optimalnya harus menghasilkan bilangan integer (bulat) jadi bukan pecahan. Dengan perkataan lain dari antara berbagai bilangan integer, harus dicari nilai-nilai variabel yang fisibel (layak) dan membuat fungsi tujuan (*Objective function*) maksimum (Supranto, 1980).

Menurut Mulyono (2004), program integer dibutuhkan ketika keputusan harus dalam bentuk bilangan integer. Model matematis dari program integer sebenarnya sama dengan model program linier, dengan tambahan batasan bahwa variabel keputusannya harus bilangan integer. Program integer adalah suatu program linier dengan tambahan persyaratan bahwa semua atau beberapa variabel bernilai bulat *non negative*.

Metode *Branch and Bound* (cabang dan batas) adalah salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat. Sesuai dengan namanya, metode ini membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing- masing variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru (Siswanto, 2007).

3.4.1. Menentukan Batas Atas Awal dan Batas Bawah (*Branch*)

Solusi optimal dari metode simpleks didapatkan $x_1 = 23,82646$, $x_2 = 375,09377$, $x_3 = 0$, dan $x_4 = 0$ dijadikan batas atas awal yaitu: $z = 5.264.263,86$. Sedangkan hasil pembulatan ke bawah sebagai batas bawah $x_1 = 23$, $x_2 = 375$, $x_3 = 0$, dan $x_4 = 0$, berdasarkan persamaan (1) batas bawah dapat ditentukan sebagai berikut:

$$z = 95.000x_1 + 8.000x_2 + 1.500x_3 + 900x_4$$

$$z = 95.000 (23) + 8.000 (375)$$

$$z = 5.185.000$$

3.4.2. Pencabangan (*Bound*)

Karena $x_1 = 23,82646$ memiliki nilai pecah terbesar, dua kendala baru diciptakan sehingga diperoleh dua masalah baru melalui dua kendala *mutually exclusive* yaitu $x_1 \leq 23$ dan $x_1 \geq 24$. Masukkan masing-masing nilai kendala baru dari hasil pencabangan pada nilai kendala dan fungsi tujuan asli, pada solusi cabang yang tidak layak langsung bisa dibuang atau dihentikan. Penambahan dua kendala baru dapat diuraikan sebagai berikut:

- Untuk $x_1 \leq 23$

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan } z = 95.000x_1 + 8.000x_2 + 1.500x_3 + 900x_4$$

Batasan-batasan :

$$6,81818x_1 + 0,5x_2 + 0,15x_3 + 0,075x_4 \leq 350$$

$$0,01704x_1 + 0,00125x_2 + 0,00037x_3 + 0,00019x_4 \leq 1$$

$$0,04545x_1 + 0,00333x_2 + 0,001x_3 + 0,0005x_4 \leq 3$$

$$0,01333x_2 + 0,004x_3 + 0,002x_4 \leq 5$$

$$0,06818x_1 \leq 2$$

$$0,06818x_1 + 0,005x_2 + 0,0015x_3 + 0,00075x_4 \leq 14$$

$$x_1 \leq 23$$

Solusi Simpleks:

$$x_1 = 23,83, x_2 = 375,09, x_3 = 0, x_4 = 0 \text{ dan } z = 5.264.263,86$$

- Untuk $x_1 \geq 24$.

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan } z = 95.000x_1 + 8.000x_2 + 1.500x_3 + 900x_4$$

Batasan-batasan :

$$6,81818x_1 + 0,5x_2 + 0,15x_3 + 0,075x_4 \leq 350$$

$$0,01704x_1 + 0,00125x_2 + 0,00037x_3 + 0,00019x_4 \leq 1$$

$$0,04545x_1 + 0,00333x_2 + 0,001x_3 + 0,0005x_4 \leq 3$$

$$0,01333x_2 + 0,004x_3 + 0,002x_4 \leq 5$$

$$0,06818x_1 \leq 2$$

$$0,06818x_1 + 0,005x_2 + 0,0015x_3 + 0,00075x_4 \leq 14$$

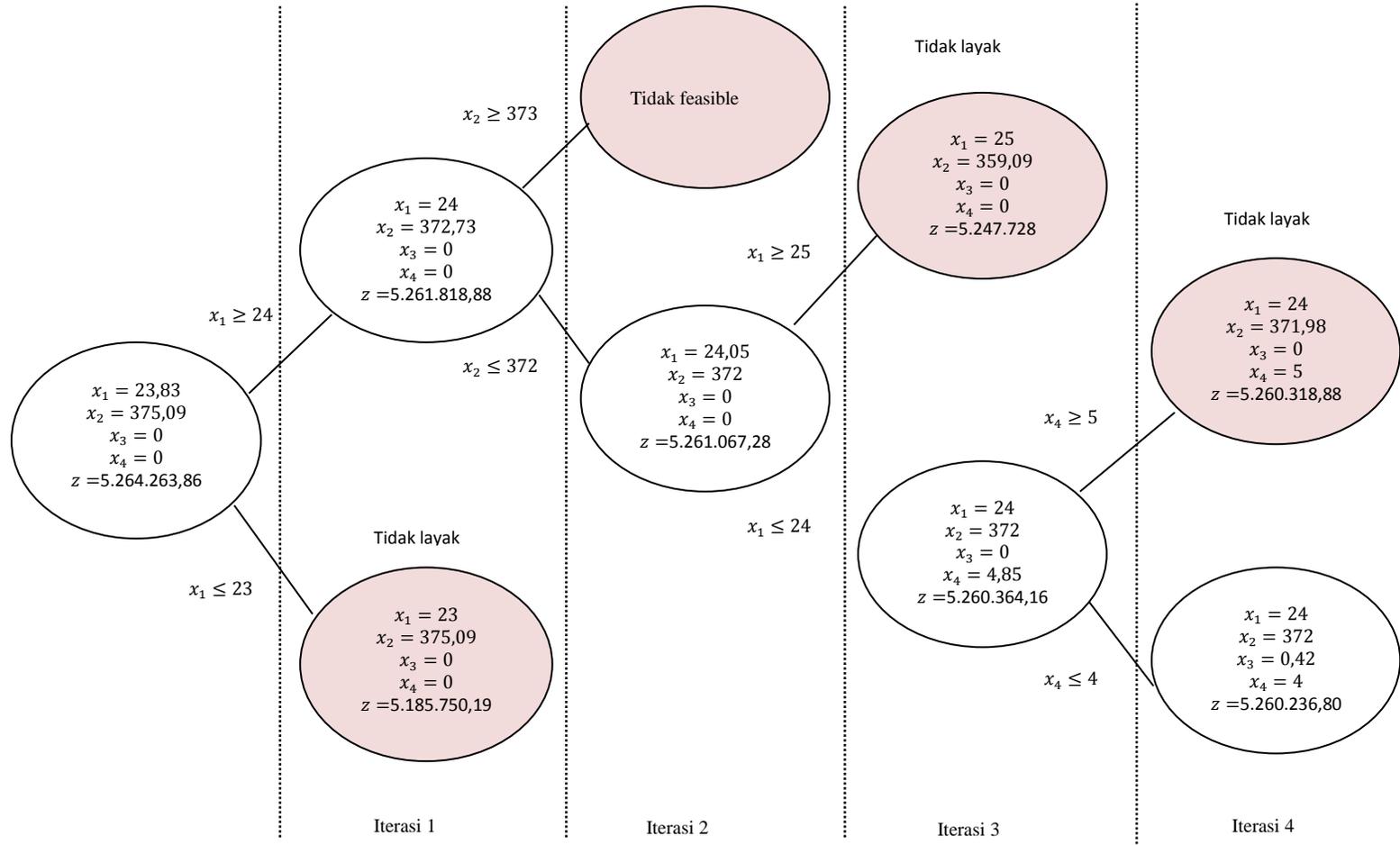
$$x_1 \geq 24.$$

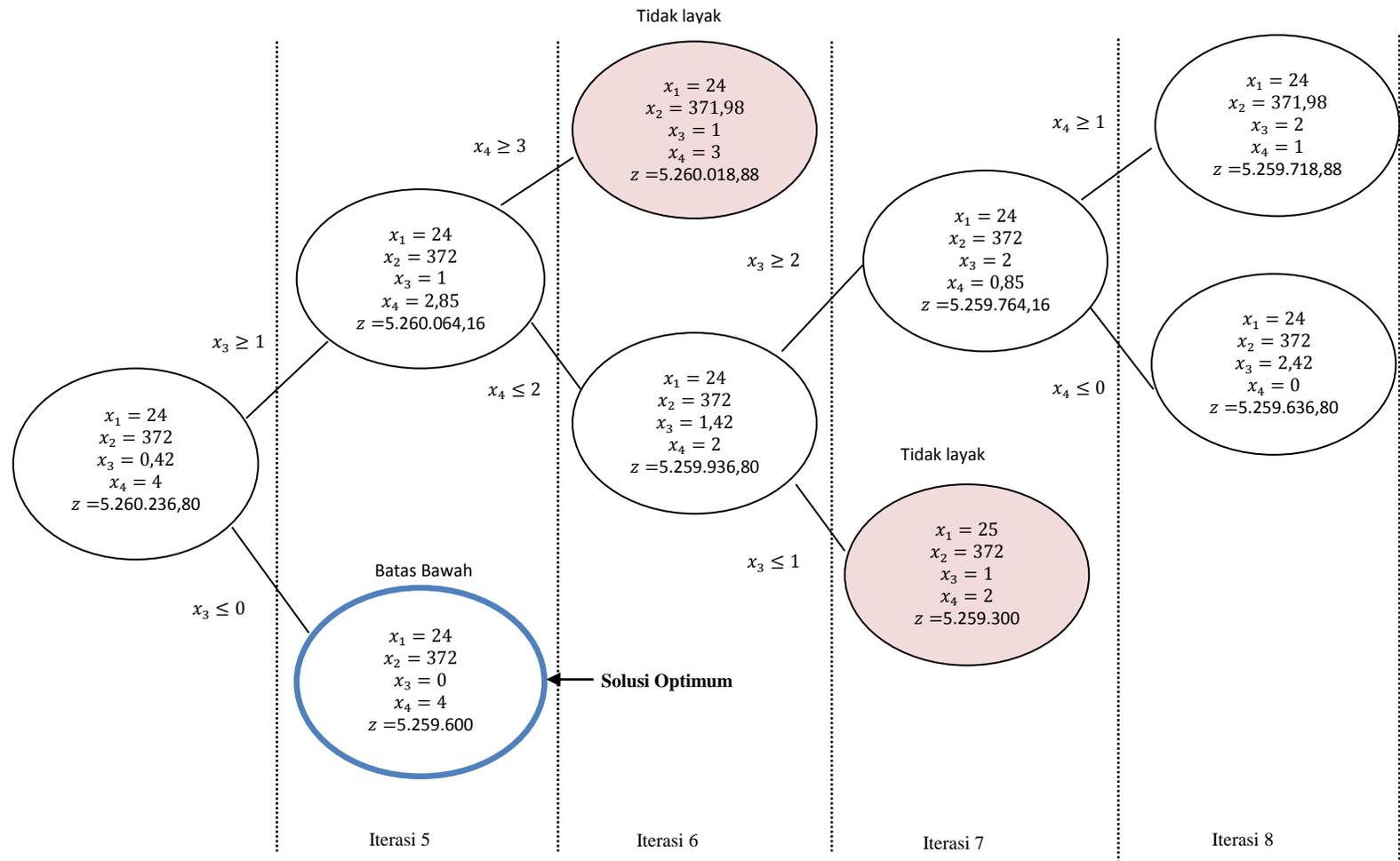
Solusi Simpleks:

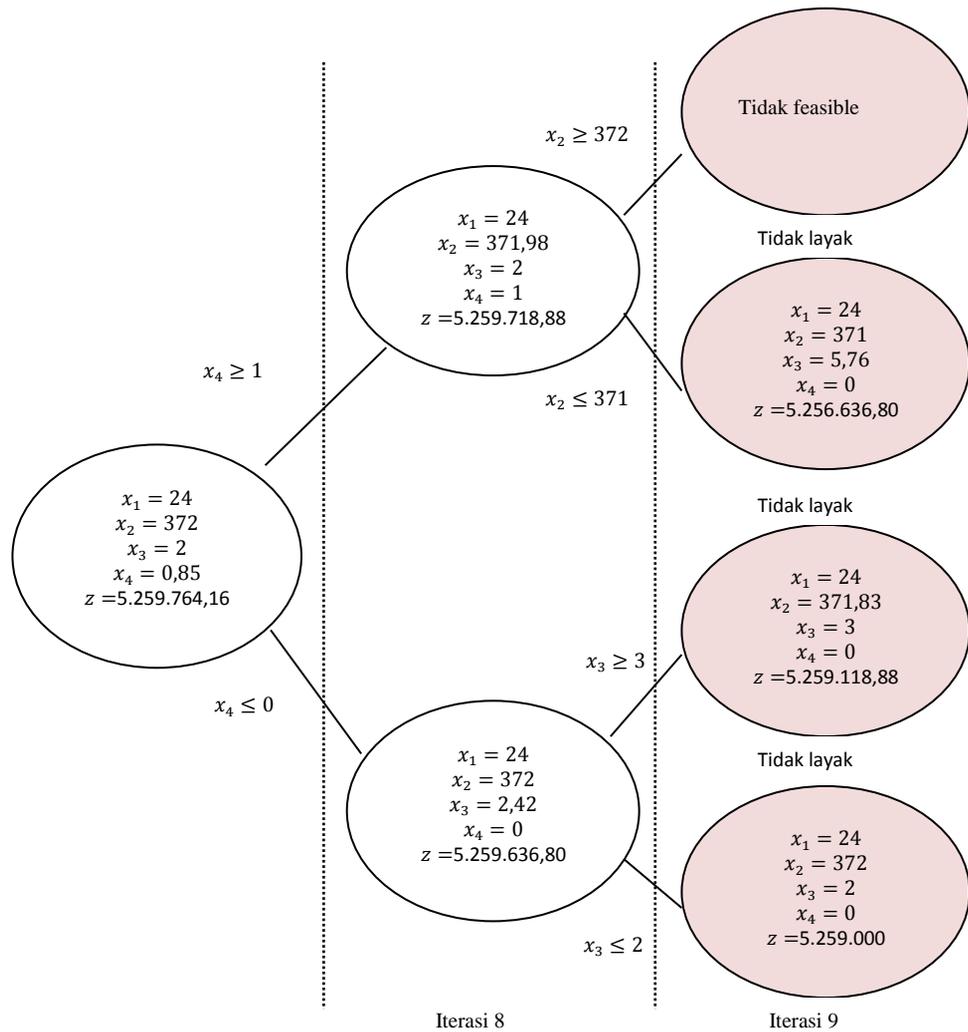
$$x_1 = 24, x_2 = 372,73, x_3 = 0, x_4 = 0 \text{ dan } z = 5.261.818,88$$

Proses pencabangan ini dilakukan terus hingga mendapatkan solusi bulat layak dimana Batas atas = Batas Bawah = Z = 5.259.600. Dapat di lihat pada Prosedur *Branch and Bound* dibawah ini:

3.4.3. Prosedur *Branch and Bound*







3.5. Pembahasan

Optimalisasi dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi dan keuntungan yang optimal dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Berdasarkan hasil penyelesaian menggunakan *Metode Branch And Bound* didapatkan penyelesaian optimal bulatnya adalah bahwa jumlah tahu (50cm x 50cm) yang bisa diproduksi setiap harinya adalah sebanyak 24 unit, jumlah tempe balak (20cm x 40cm) yang bisa diproduksi sebanyak 372 unit, dan jumlah tempe kecil (9cm x 14cm) sebanyak 4 unit, sedangkan untuk tempe bulat (3cm x 50cm) pabrik tidak perlu memproduksinya.

Dengan memasukan nilai x_1, x_2, x_3 dan x_4 ke dalam persamaan (1) maka penghasilan pabrik dalam sehari adalah sebanyak:

$$z = 95.000x_1 + 8.000 x_2 + 1.500 x_3 + 900 x_4 = 5.259.600$$

Jadi, penghasilan optimal yang dapat diperoleh pabrik ERI setiap hari adalah sebesar Rp. 5.259.600.

Dengan penggunaan 350 kg kedelai, $1m^3$ kayu bakar, 3 liter bensin, 5 gram ragi tempe, 2 liter cuka dan 14 *jam/orang* tenaga kerja, pabrik dapat memproduksi tahu (50cm x 50cm) sebanyak 24 unit, tempe balak (20cm x 40cm) sebanyak 372 unit, dan tempe kecil (9cm x 14cm) sebanyak 4 unit dengan penghasilan diperoleh setiap hari adalah sebanyak Rp. 5.259.600 .

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian atas masalah yang terjadi pada pabrik tempe ERI dengan penggunaan 350 kg kedelai, $1m^3$ kayu bakar, 3 liter Bensin, 5 gram ragi tempe, 2 liter cuka dan 14 *jam/orang* tenaga kerja. Dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Solusi fisibel produksi pada pabrik tempe ERI menggunakan metode simpleks adalah $x_1 = 3,82646$, $x_2 = 375,09377$, $x_3 = 0$, dan $x_4 = 0$, dengan $z = 5.264.263,86$. Solusi integer yang optimum menggunakan metode *Branch and Bound* menghasilkan $x_1 = 24$, $x_2 = 372$, $x_3 = 0$, $x_4 = 4$ dengan $z = 5.259.600$.
2. Hasil produksi optimal tahu (50cm x 50cm) sebanyak 24 unit, tempe balak (20cm x 40cm) sebanyak 372 unit, dan tempe kecil (9cm x 14cm) sebanyak 4 unit dengan penghasilan diperoleh setiap hari adalah sebanyak Rp. 5.259.600 lebih maksimal dibandingkan dengan sebelum menggunakan perhitungan metode *Branch and Bound* yaitu penghasilan yang diperoleh setiap hari adalah hanya Rp. 4.130.000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aritonang, D,R,S. 2013. *Analisis Metode Branch and Bound Dalam Mengoptimalkan Produksi Roti*. FMIPA Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [2]. Mulyono,S. 1991. *Operation Research*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI. Jakarta.
- [3]. Siswanto. 2007. *Operation Research*. Jilid I. Erlangga. Jakarta.
- [4]. Sitorus, P. 1997. *Program Linier*. Universitas Trisakti. Jakarta.
- [5]. Supranto, J. 1980. *Linier Programming*. Fakultas Ekonorni Universitas Indonesia. Jakarta.