Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika
Volume 4 Nomor 2, pp. 694 – 703, Mei - Agustus 2024
ISSN: 2503 – 2984

PENERAPAN METODE *CUTTING PLANE* UNTUK OPTIMALISASI KEUNTUNGAN (Studi Kasus: Aura Laundry House)

Siska Andiaga[1)]
[1)]Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia
Email: siskaandiaga17@gmail.com

Asrul Sani[1,a)], **Herdi Budiman**[1,b)], **Wayan Somayasa**[1,c)], **Muhammad Kabil Djafar**[1,d)], dan **Arman**[1,e)]
[1)]Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia
Email:,[a)]saniasrul1969@gmail.com [b)]herdi.budiman67@gmail.com, [c)]wayan.somayasa@uho.ac.id, [d)]kabildjafar@gmail.com, dan [e)]arman.mtmk@uho.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang penerapan metode *cutting plane* untuk optimalisasi keuntungan pada Aura Laundry House. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model matematika optimalisasi keuntungan pada Aura Laundry House dan mengetahui penyelesaian optimalisasi keuntungan dengan menerapkan metode *cutting plane* pada Aura Laundry House. Metode *cutting plane* merupakan salah satu metode penyelesaian optimum yang menggunakan penambahan batas baru yang disebut gomory untuk menyelesaikan persamaan linear yang memiliki solusi tidak bulat atau pecahan agar bernilai bulat. Metode ini dipilih karena merupakan salah satu prosedur matematis yang dapat diterapkan untuk memaksimumkan keuntungan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, jumlah pencucian yang optimal yaitu sebanyak 127 pasang sepatu, 6 pcs boneka, 183 kg pakaian, 20 pcs *bedcover*, 11 pcs karpet, dan 20 pcs selimut dengan keuntungan sebesar Rp3.338.489,00 sedangkan sebelum menggunakan metode *cutting plane* keuntungan yang diperoleh yaitu sebesar Rp1.213.809,00 sehingga tingkat selisih keuntungan yaitu sebesar Rp2.124.680,00.

Kata kunci: Optimasi, Program Linear, Metode Simpleks, Metode Dual Simpleks, Metode *Cutting Plane*

ABSTRACT

This study discusses the application of cutting plane method for profit optimization at Aura Laundry House. This study aims to determine the mathematical model of profit optimization at Aura Laundry House and determine the completion of profit optimization by applying the cutting plane method at Aura Laundry House. The cutting plane method is one of the optimum solving methods that uses the addition of a new boundary called gomory to solve linear equations that have solutions that are not integers or fractions to be integers. This method was chosen because it is one of the mathematical procedures that can be applied to maximize profits. Based on the results obtained, the optimal amount of washing is 127 pairs of shoes, 6 pcs of dolls, 183 kg of clothes, 20 pcs of bedcovers, 11 pcs of carpets, and 20 pcs of blankets with a profit of Rp3.338.489,00 while before using the cutting plane method, the profit obtained was Rp1.213.809,00 so that the level of profit difference was Rp2.124.680,00.

Keywords: *Optimization, Linear Program, Simplex Method, Dual Simplex Method, Cutting Plane Method*.

1. Pendahuluan

Pemilik usaha atau yang disebut dengan pelaku usaha sering kali dihadapkan dengan permasalahan yang terjadi di dalam dunia usaha, salah satunya yaitu persaingan yang setiap hari semakin ketat. Hal tersebut tentunya mendorong para pelaku usaha agar dapat memberikan ide dan pemikiran yang baru dalam mengelola usahanya termasuk merencanakan produksi sehingga usahanya dapat terus berkembang [1].

Salah satu usaha yang bergerak dalam industri jasa adalah laundry. Laundry adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa mencuci dan setrika. Keberadaan usaha laundry sudah menjadi bagian dari kebutuhan hidup masyarakat [2].

Matematika terapan adalah salah satu cabang ilmu matematika yang berupa penerapan perhitungan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu ilmu matematika terapan yang digunakan oleh ekonomi adalah program linear (*linear programing*) yang merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan, pemecahan masalah dari sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Pendekatan riset operasi merupakan metode ilmiah yang secara khusus proses ini dimulai dengan mengamati dan merumuskan masalah dan kemudian suatu model ilmiah yang berusaha mengabstraksikan inti dari persoalan [3].

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan perencanaan produksi yaitu mengoptimalkan produksi sehingga akan dicapai tingkat biaya yang paling rendah untuk pelaksanaan produksi tersebut. Ada beberapa cara penyelesaian masalah program linear yaitu metode grafik dan metode simpleks. Dengan metode tersebut, akan didapatkan penyelesaian optimal dalam bentuk bilangan real yaitu bisa berupa bilangan bulat maupun pecahan. Namun sering dijumpai di dalam dunia usaha adanya ketentuan bahwa nilai dari variabel keputusan tertentu harus berupa bilangan bulat atau tidak boleh pecahan. *Integer programming* adalah program linear dengan tambahan persyaratan bahwa semua atau beberapa variabel bernilai bulat non negatif, tetapi tidak perlu bahwa parameter model juga bernilai bulat. Oleh karena itu prosedur untuk mendapatkan solusi bulat optimum terhadap masalah itu, ada beberapa pendekatan solusi terhadap masalah *integer programming* yaitu pendekatan pembulatan, metode grafik, *cutting plane* serta *branch and bound* [4].

Masalah pengoptimalan jumlah produksi merupakan hal yang sangat menarik untuk dianalisis, karena dengan mengetahui secara pasti tingkat produksi yang tepat, dapat pula meningkatkan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan. Terdapat banyak metode untuk mengoptimalkan jumlah produksi. Salah satunya adalah metode *cutting plane*. Aplikasi metode *cutting plane* sangat tepat dan dapat digunakan karena dalam produksi, hasil yang didapat harus integer [5].

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tentang "Penerapan Metode *Cutting Plane* untuk Optimalisasi Keuntungan (Studi Kasus: Aura Laundry House)".

Pada bagian dua dijelaskan mengenai metode penelitian yang akan dilakukan penelitian ini. Pada bagian tiga menjelaskan tentang metode penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini. Pada bagian empat membahas tentang pembahasan dari penelitian yang dilakukan. Pada bagian lima membahas tentang kesimpulan dan saran.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Optimasi

Optimasi merupakan pendekatan normatif dengan mengidentifikasi penyelesaian terbaik dari suatu permasalahan yang diarahkan pada titik maksimum atau minimum pada suatu fungsi tujuan. Dalam rangka mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tetap mempertahankan kuantitas dan kualitas yang diharapkan, maka perusahaan perlu mengamati optimasi produksi. Dengan melakukan pengamatan terhadap optimasi, diharapkan perusahaan dapat mencapai tujuannya dengan lebih mudah dan efisien. Setelah masalah teridentifikasi dan menetapkan tujuan maka langkah selanjutnya adalah memformulasikan matematika [6].

2.2 Program Linear

Secara umum program linear dapat diartikan sebagai suatu teknis matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Secara khusus, persoalan program linear adalah suatu persoalan untuk menentukan besarnya masing-masing nilai variabel (variabel pengambilan keputusan) sedemikian rupa sehingga nilai funsi tujuan atau objektif (objective function) yang linear menjadi optimum (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan (kendala-kendala) yang ada yaitu pembatasan harus dinyatakan dengan ketidaksamaan yang linear [7].

Fungsi tujuan:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \tag{2.1}$$

Fungsi kendala (batasan):

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \ \ atau \ \ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq b_i \tag{2.2}$$

$$x_j \geq 0$$

dimana $i = 1, 2, 3, \ldots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \ldots, n$

2.3 Metode Simpleks

Metode simpleks adalah suatu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah pada program linear dengan tujuan mencari solusi atau penyelesaian optimal yang dilakukan dengan cara iteratif atau secara bertahap [8].

2.4 Metode Simpleks Dua Fase

Metode simpleks dua fase adalah proses optimasi yang dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama merupakan proses optimasi variabel buatan dengan fungsi tujuan meminimalkan jumlah semua variabel buatan dan tahap kedua adalah proses optimasi variabel keputusan dengan fungsi tujuan program linear.

Adapun langkah-langkah metode simpleks dua fase adalah sebagai berikut:

1) Fase 1, Menentukan solusi fisibel

Fase 1, fungsi tujuan awal dihilangkan sementara digantikan dengan akumulasi dari fungsi kendala dengan simbol *r*. Tujuannya adalah untuk mencari solusi fisibel dengan membuat variabel buatan menjadi variabel non basis. Pada fase 1 terdapat iterasi yang akan berhenti saat dinyatakan terdapat solusi fisibel dengan ditunjukkan nilai fungsi tujuan pada akhir iterasi fase 1 adalah nol.

2) Fase 2, Menentukan solusi optimal

Fase 2 merupakan kumpulan dari iterasi yang digunakan untuk mencari nilai optimal dari fungsi tujuan yang semula. Pemilihan *entering variable* di fase 2 pada kasus maksimasi yaitu dengan memilih koefisien baris fungsi tujuan yang bernilai negatif terbesar. Pada fase 2 digunakan fungsi tujuan awal Z. Pada kasus maksimasi jika koefisien pada fungsi tujuan Z tidak ada yang bernilai negatif maka solusi optimal [9].

2.5 Metode Dual Simpleks

Metode dual simpleks adalah metode yang digunakan dalam masalah pemrograman linear ketika iterasi optimal ditemukan tetapi belum layak (memiliki kendala non negatif yang tidak terpenuhi). Syarat menggunakan metode ini dimana seluruh pembatas harus merupakan ketidaksamaan yang bertanda ($\leq$), sedangkan fungsi tujuan bisa berupa maksimasi atau minimasi [10].

Pada dasarnya, metode dual simpleks menggunakan tabel yang sama dengan metode simpleks, tetapi variabel keluar dan variabel masuk didefinisikan sebagai berikut:

1) *Leaving variable* (kondisi fisibilitas)

Leaving variable pada dual simpleks adalah variabel basis yang memiliki nilai negatif terbesar. Jika semua variabel basis telah bernilai positif atau nol, berarti keadaan fisibel telah tercapai.

2) *Entering variable* (kondisi optimalitas)

Tentukan perbandingan (rasio) antara koefisien persamaan Z dengan koefisien persamaan *leaving variable*. Abaikan penyebut yang positif atau nol. Jika penyebut berharga positif atau nol, berarti persoalan yang bersangkutan tidak memiliki solusi fisibel. Untuk persoalan minimasi, *entering variable* adalah variabel dengan rasio terkecil, sedangkan untuk persoalan maksimasi, *entering variable* adalah variabel dengan absolut terkecil.

2.6 Program *Integer*

Model matematis program *integer* merupakan pengembangan dari program linear dengan satu batasan tambahan bahwa variabel keputusannya harus berupa bilangan bulat. Algoritma yang cukup baik untuk memberikan solusi optimum dalam pemograman bilangan bulat adalah *branch and bound* dan *cutting plane* [11].

Bentuk umum dari dari model persoalan program *integer* diformulasikan sebagai berikut:

Maksimum/minimum:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (2.3)$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ (\geq / = / \leq)\ b_i$$

$x_j \geq 0$, *integer* untuk setiap x_j

untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$

2.7 *Cutting Plane*

Metode *cutting plane* (bidang potong) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear yang memiliki variabel keputusan harus bilangan bulat, baik *pure integer* maupun *mixed integer* dengan penambahan batasan baru yang disebut dengan gomory [12].

Jika solusi baru setelah menerapkan metode dual simpleks adalah *integer*, proses berakhir. Jika tidak, sebuah gomory baru ditambahkan dari tabel yang dihasilkan dan metode dual simpleks digunakan sekali lagi untuk mengatasi ketidak layakan ini. Prosedur ini dilakukan sampai solusi *integer* dicapai. Tetapi jika salah satu iterasi metode dual simpleks menunjukkan ada solusi tidak layak, maka masalah itu tidak mempunyai solusi *integer* yang layak [13].

Variabel x_i $(i = 1, 2, \dots, m)$ mewakili variabel basis dan variabel w_j $(j = 1, 2, \dots, n)$ mewakili variabel non basis. Variabel-variabel ini telah diatur demikian untuk kemudian pertimbangkan persamaan ke-i dimana variabel dasar x_i memiliki nilai non *integer*. Menentukan baris sumber dengan menentukan baris variabel keputusan yang akan dibulatkan. Jika lebih dari satu, dipilih nilai pecahan terbesar.

$$x_i = b_i - \sum_{j=i}^{n} a_{ij} w_j \qquad (2.4)$$

b_i, non *integer* (baris sumber)

Persamaan (2.4) akan dirujuk sebagai baris sumber, karena pada umumnya koefisien fungs tujuan dapat dijadikan bilangan bulat, variabel Z juga *integer* dan persamaan Z tersebut dapat dipilih sebagai baris sumber. Pada kenyataannya bukti korvegensi dari algoritma ini mengharuskan Z untuk berupa bilangan bulat sehingga:

$$\beta_i = [b_i] + f_i \qquad (2.5)$$

$$a_{ij} = [a_{ij}] + f_{ij} \qquad (2.6)$$

dimana:

$[\beta_i]$: bilangan bulat terbesar sehingga $[\beta_i] \leq \beta_i$

$[a_{ij}]$: bilangan bulat terbesar sehingga $[a_{ij}] \leq a_{ij}$

Disimpulkan bahwa $0 < f_i < 1$ dan $0 < f_{ij} < 1$ yaitu f_i dan f_{ij} adalah pecahan positif sehingga,

$$x_i = \beta_i - \sum_{j=i}^{n} a_{ij} w_j \qquad (2.7)$$

$$x_i = [\beta_i] + f_i - \sum_{j=i}^{n} ([a_{ij}] + f_{ij}) w_j \qquad (2.8)$$

$$x_i = [\beta_i] + f_i - \sum_{j=i}^{n} [a_{ij}] w_j - \sum_{j=1}^{n} w_j f_{ij} \qquad (2.9)$$

$$f_i - \sum_{j=1}^{n} f_{ij} w_j = x_i - [\beta_i] + \sum_{j=1}^{n} [a_{ij}] w_j \qquad (2.10)$$

Agar variabel x_i dan w_j adalah bilangan bulat maka sisi kanan dan sisi kiri dari Persamaan (2.10) harus bilangan bulat. Dengan diketahui $f_{ij} \geq 0$ dan $w_j \geq 0$ untuk semua i dan j maka,

$$\sum_{j=1}^{n} f_{ij} w_j \geq 0 \qquad (2.11)$$

akibatnya,

$$f_i - \sum_{j=1}^{n} f_{ij} x_j \leq f_i \leq 1 \qquad (2.12)$$

karena $f_i - \sum_{j=1}^{n} f_{ij} x_j$ haruslah bilangan bulat berdasarkan pengembangannya satu kondisi untuk memenuhi sifat bilangan bulat menjadi:

$$f_i - \sum_{j=1}^{n} f_{ij} x_j \leq 0 \qquad (2.13)$$

$$f_i - \sum_{j=1}^{n} f_{ij} x_j + S_i = 0 \qquad (2.14)$$

Batasannya dapat ditulis dalam bentuk:

$$S_{gi} - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j = -f_i \qquad (2.15)$$

3. Metode

Prosedur dalam penelitian ini akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan dan mempelajari buku ataupun jurnal yang berkaitan dengan penelitian.
2) Observasi.
3) Melakukan pengumpulan data.
4) Mengambil data penelitian (jenis layanan jasa mencuci, bahan baku, harga bahan baku, biaya pelayanan jasa mencuci, persediaan bahan baku, jumlah pelayanan, harga pelayanan dan keuntungan tiap-tiap pelayanan) pada Aura Laundry House.
5) Mengidentifikasi data penelitian serta memformulasikan ke dalam bentuk program linear.
6) Pertidaksamaan fungsi kendala dibentuk menjadi bentuk persamaan.
7) Data fungsi tujuan dan kendala dimasukkan ke dalam tabel simpleks.
8) Mengoptimasi layanan laundry dengan metode simpleks dua fase.
9) Baris kunci, kolom kunci dan angka kunci (pivot) ditentukan.
10) Variabel keputusan pada baris kunci diganti dengan variabel keputusan di kolom kunci kemudian seluruh elemen pada baris kunci diganti dan nilai-nilai pada baris lain (diluar baris kunci).
11) Solusi optimum diperiksa, apabila terdapat variabel basis pada solusi optimum bernilai pecahan maka tambahkan potongan gomory, tapi jika tidak maka proses selesai.
12) Persamaan potongan gomory ditambahkan yang telah terbentuk ke baris terakhir dalam tabel.
13) Diselesaikan dengan metode simpleks dual.
14) Seluruh variabel basis pada solusi optimum dipastikan bernilai bulat. Jika masih terdapat nilai yang tidak bulat maka potongan gomory ditambahkan kembali ke langkah (8).
15) Memperoleh variabel keputusan yang bernilai bilangan bulat. Pada tahap ini kita akan mengetahui banyaknya jumlah produksi yang optimal dan banyaknya keuntungan diperoleh.
16) Kemudian membuat simulasi numeriknya.
17) Interpretasi hasil dan kesimpulan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Objek Penelitian

Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika
Volume 4 Nomor 2, pp. 694 – 703, Mei - Agustus 2024
ISSN: 2503 – 2984

Layanan jasa Aura Laundry House adalah usaha layanan jasa yang bergerak dibidang mencuci dan mennyetrika cucian bersih. Usaha ini melayani cucian bersih berupa sepatu, *bedcover*, boneka, pakaian, karpet dan selimut. Aura Laundry House ini terletak di Jalan Poros Bandara Haluoleo, Kecamatan Ranomeeto, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara.

4.2 Pengumpulan Data

Adapun kendala yang dihadapi yaitu pemakaian bahan baku cucian dan jumlah persediaannya. Aura Laundry mencuci 6 jenis cucian bersih yaitu sepatu, boneka, pakaian, bedcover, karpet, dan selimut. Data bahan baku yang dibutuhkan dan persediaan yang diperlukan untuk mencuci setiap jenis cucian disajikan dalam Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.1 Bahan Baku yang dibutuhkan

Bahan Baku	Jenis Cucian					
	Sepatu (ml/pasang)	Boneka (ml/pcs)	Pakaian (ml/kg)	*Bedcover* (ml/pcs)	Karpet (ml/pcs)	Selimut (ml/pcs)
Deterjen	30	30	20	50	50	40
Pewangi	20	10	20	20	20	20

Tabel 4.2 Persediaan Bahan Baku Cucian Per Bulan

No.	Bahan Baku	Persediaan
1	Deterjen	10000 ml
2	Pewangi	10000 ml
3	Sepatu	8 pasang
4	Boneka	6 pcs
5	Pakaian	183 kg
6	*Bedcover*	20 pcs
7	Karpet	10 pcs
8	Selimut	20 pcs
9	Biaya opearasional	Rp4.500.000,00

4.3 Penyelesaian Optimasi Menggunakan Metode *Cutting Plane*

Langkah-langkah menyelesaikan persoalan menggunakan metode *cutting plane* adalah sebagai berikut:

4.3.1 Menyelesaikan Permasalahan Menggunakan Metode Simpleks Dua Fase

Mengidentifikasi data penelitian serta memformulasikan ke dalam bentuk program linear secara keseluruhan sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

Maksimumkan:

$$Z = 17.627x_1 + 7.977x_2 + 907x_3 + 17.067x_4 + 27.067x_5 + 12.347x_6 \tag{4.1}$$

Kendala:

$$\begin{gathered} 30x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 50x_4 + 50x_5 + 40x_6 \leq 10.000; \\ 20x_1 + 10x_2 + 20x_3 + 20x_4 + 20x_5 + 20x_6 \leq 10.000; \\ 7373x_1 + 7023x_2 + 7093x_3 + 7933x_4 + 7933x_5 + 7653x_6 \leq 4.500.000 \\ x_1 \geq 8;\ x_2 \geq 6;\ x_3 \geq 183x_4 \geq 20;\ x_5 \geq 10;\ x_6 \geq 20 \end{gathered} \tag{4.2}$$

Mengubah formulasi kedalam bentuk standar. Setelah dibentuk program linear pada Persamaan (4.2), selanjutnya mengubah program linear ke dalam bentuk standar dengan melakukan perubahan terhadap pembatas tanda $\leq$ menjadi tanda $=$ dengan menambahkan variabel slack dan mengurangkan variabel surplus untuk pembatas tanda $\geq$ ke sisi kiri kendala, sehingga diperoleh bentuk standar sebagai berikut:

Maksimumkan:

$$\begin{aligned} Z = {} & 17.627x_1 + 7.977x_2 + 907x_3 + 17.067x_4 \\ & + 27.067x_5 + 12.347x_6 + 0s_1 + 0s_2 - 0s_3 \\ & - 0s_4 - 0s_5 - 0s_6 - 0s_7 + 0s_8 + 0s_9 + 0R_4 \\ & + 0R_5 + 0R_6 + 0R_7 + 0R_8 + 0R_9 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Kendala:

$$\begin{gathered} 30x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 50x_4 + 50x_5 + 40x_6 + s_1 = 10.000; \\ 20x_1 + 10x_2 + 20x_3 + 20x_4 + 20x_5 + 20x_6 + s_2 = 10.000; \\ 7373x_1 + 7023x_2 + 7093x_3 + 7933x_4 + 7933x_5 + 7653x_6 = 4.500.000; \end{gathered}$$

$$\begin{aligned} x_1 - s_4 + R_4 &= 8 && \rightarrow R_4 = 8 - x_1 + s_4 \\ x_2 - s_5 + R_5 &= 6 && \rightarrow R_5 = 6 - x_2 + s_5 \\ x_3 - s_6 + R_6 &= 183 && \rightarrow R_6 = 183 - x_3 + s_6 \\ x_4 - s_7 + R_7 &= 20 && \rightarrow R_7 = 20 - x_4 + s_7 \\ x_5 - s_8 + R_8 &= 10 && \rightarrow R_8 = 10 - x_5 + s_8 \\ x_6 - s_9 + R_9 &= 20 && \rightarrow R_9 = 20 - x_6 + s_9 \end{aligned}$$

Fase 1, Menentukan Solusi Fisibel

Fase 1, fungsi tujuan awal dihilangkan sementara dan digantikan dengan akumulasi dari fungsi kendala. Tujuannya untuk mencari solusi fisibel dengan membuat variabel buatan menjadi variabel non basis.

Subtitusi persamaan $R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9$ ke dalam Persamaan (4.3), sehingga diperoleh fungsi tujuan fase 1 yang baru sebagai berikut:

Tujuan:

$$r = R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_9$$
$$r = (8 - x_1 + s_4) + (6 - x_2 + s_5)$$
$$+(183 - x_3 + s_6) + (20 - x_4 + s_7)$$
$$+(10 - x_5 + s_8) + (20 - x_6 + s_9)$$
$$r + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 - s_4 - s_5 - s_6 - s_7 - s_8 - s_9 = 247 \quad (4.4)$$

Kendala:

$$x_1 - s_4 + R_4 = 8$$
$$x_2 - s_5 + R_5 = 6$$
$$x_3 - s_6 + R_6 = 183$$
$$x_4 - s_7 + R_7 = 20$$
$$x_5 - s_8 + R_8 = 10$$
$$x_6 - s_9 + R_9 = 20$$

Langkah-langkah metode simpleks dua fase untuk fase 1 yaitu sebagai berikut:

a) Menyusun persoalan yang sudah dalam bentuk standar ke tabel simpleks

Elemen-elemen yang ada pada Persamaan (4.4) dimasukkan ke dalam Tabel awal simpleks yang disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Membuat Tabel Metode Simpleks Awal Fase 1

VD	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	NK
R	1	1	1	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	247
S_1	30	30	20	50	50	40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000
S_2	20	10	20	20	20	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000
S_3	7373	7023	7093	7933	7933	7653	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4500000
R_4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
R_5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
R_6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	183
R_7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	20
R_8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	10
R_9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	20

b) Menentukan *entering variable* yaitu nilai koefisien pada baris fungsi tujuan yang bernilai positif terbesar

c) Menentukan *leaving variable* yaitu nilai positif terkecil dari nilai rasio.

d) Menghitung koefisien variabel baris baru menggunakan persamaan (2.4)

e) Solusi dikatakan fisibel apabila nilai fungsi tujuan pada akhir iterasi fase 1 adalah nol dan dilanjutkan pada fase 2 dengan tidak mengikutsertakan variabel buatan. Maka diperoleh solusi fisibel pada iterasi 6,yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Iterasi 6 Metode Simpleks Fase 1

VD	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	NK
r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
S_1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	30	30	20	50	50	40	-30	-30	-20	-50	-50	-40	3620
S_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	10	20	20	20	20	-20	-10	-20	-20	-20	-20	5120
S_3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7373	7023	7093	7933	7933	7653	-7373	-7023	-7093	-7933	-7933	-7653	2709809
x_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
x_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
x_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	183
x_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	20
x_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	10
x_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	20

Pada iterasi 6 sudah optimal, karena baris pada fungsi tujuan r sudah bernilai nol. Sehingga proses iterasi berhenti dan dilanjutkan ke fase 2**.**

Fase 2: Menentukan Solusi Optimal

Fase 2 menggunakan fungsi tujuan yang semula (Z). Berdasarkan Tabel 4.4**Tabel 4.** solusi optimal dan fisibel pada fase 1 dapat ditulis sebagai berikut:

$$s_1 + 30s_4 + 30s_5 + 20s_6 + 50s_7 + 508$$
$$+40s_9 = 3620$$
$$s_2 + 20s_4 + 10s_5 + 20s_6 + 20s_7$$
$$+20s_8 + 20s_9 = 5120$$
$$s_3 + 7373s_4 + 7023s_5 + 7093s_6$$

Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika
Volume 4 Nomor 2, pp. 694 – 703, Mei - Agustus 2024
ISSN: 2503 – 2984

$$+7933s_7 + 7933s_8 + 7653s_9 \quad (4.5)$$
$$= 2709809 \quad (4.6)$$
$$x_1 - s_4 = 8 \quad \rightarrow \quad x_1 = 8 + s_4 \quad (4.7)$$
$$x_2 - s_5 = 6 \quad \rightarrow \quad x_2 = 6 + s_5 \quad (4.8)$$
$$x_3 - s_6 = 183 \quad \rightarrow \quad x_3 = 183 + s_6 \quad (4.9)$$
$$x_4 - s_7 = 20 \quad \rightarrow \quad x_4 = 20 + s_7 \quad (4.10)$$
$$x_5 - s_8 = 10 \quad \rightarrow \quad x_5 = 10 + s_8 \quad (4.11)$$
$$x_6 - s_9 = 20 \quad \rightarrow \quad x_6 = 20 + s_9$$

Subtitusikan Persamaan (4.5) sampai (4.11) ke fungsi tujuan awal (Z) Persamaan (4.1) sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

Maksimumkan

$$Z = 17627(8 + s_4) + 7977(6 + s_5) +907(183 + s_6) + 17067 (20 + s_7) + 27067(10 + s_8) +12347(20 + s_9)$$
$$Z - 17627s_4 - 7977s_5 - 907s_6 - 17067s_7 -27067s_8 - 12347s_9 = 2709809 \quad (4.12)$$

Kendala:

$$s_1 + 30s_4 + 30s_5 + 20s_6 + 50s_7 + 50s_8 + 40s_9 \leq 3620$$
$$s_2 + 20s_4 + 10s_5 + 20s_6 + 20s_7 + 20s_8 + 20s_9 \leq 5120$$
$$s_3 + 7373s_4 + 7023s_5 + 7093s_6 + 7933s_7 + 7933s_8 + 7653s_9 \leq 2709809$$
$$x_1 - s_4 \leq 8$$
$$x_2 - s_5 \leq 6$$
$$x_3 - s_6 \leq 183$$
$$x_4 - s_7 \leq 20$$
$$x_5 - s_8 \leq 10$$
$$x_6 - s_9 \leq 20$$
$$x_1, \dots, x_6 \geq 0 \text{ dan } s_4, \dots, s_9 \geq 0$$

Menyusun persoalan yang sudah dalam bentuk standar ke tabel awal simpleks. Elemen-elemen yang ada pada Persamaan (4.12) dimasukkan ke dalam Tabel awal simpleks yang disajikan pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Membuat Tabel Metode Simpleks Awal Fase 2

VD	x1	x2	x3	x4	x5	x6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	NK
Z	17627	7977	907	17067	27067	12347	0	0	0	-17627	-7977	-907	-17067	-27067	-12347	1213809
s1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	30	30	20	50	50	40	3620
s2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	10	20	20	20	20	5120
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7373	7023	7093	7933	7933	7653	2709809
X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	8
X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	6
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	183
X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	20
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	10
X6	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	-1	20

Kemudian dilakukan perhitungan simpleks fase 2 hingga diperoleh solusi optimal yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil Iterasi 2 Metode Simpleks Fase 2

VD	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	NK
Z	17627	7977	907	17067	27067	12347	587,56	0	0	0	9650	10844,33	12311,33	2311,33	11155,67	3340800,33
s_1	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	1	1	0,67	1,67	1,667	1,33	120,67
s_2	0	0	0	0	0	0	-0,67	1	0	0	-10	6,67	-13,33	-13,33	-6,67	2706,67
s_3	0	0	0	0	0	0	-245,77	0	1	0	-350	2177,67	-4355,33	-4355,33	-2177,67	1820133,67
x_1	1	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	1	0,67	1,67	1,67	1,33	128,67
x_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	6
x_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	183
x_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	20
x_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	10
x_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	20

Maka diperoleh seluruh nilai pada baris Z sudah bernilai positif atau nol, maka solusi sudah optimal. Sehingga diperoleh hasil dengan nilai $x_1 = 128{,}67$, $x_2 = 6$, $x_3 = 183$, $x_4 = 20$, $x_5 = 10$, $x_6 = 20$, dan $z = 3.340.824$. Karena variabel x_1 belum *integer* maka dapat diselesaikan dengan menggunakan *integer linear programming* dengan penyelesaian menggunakan metode *cutting plane* agar menghasilkan nilai optimal yang *integer* atau bulat.

4.3.2 Analisis Metode *Cutting Plane*

Berdasarkan tabel optimal simpleks 2 fase, pada baris Z sudah tidak ada nilai yang bernilai negatif, artinya solusi yang dihasilkan sudah optimal yaitu $x_1 = 128{,}67$, $x_2 = 6$, $x_3 = 183$, $x_4 = 20$, $x_5 = 10$, $x_6 = 20$, dan $z = 3.340.824$.

Penyelesaian yang dilakukan belum memenuhi ketentuan bilangan bulat karena masih ada variabel basis pada solusi optimum dengan menggunakan metode simpleks dua fase belum *integer* atau bernilai pecahan yaitu $x_1 = 128{,}67$, oleh karena itu permasalahan ini dilanjutkan dengan penambahan pembatas baru atau potongan gomory sebagai berikut:
$x_i = b_i - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j$, b_i tidak *integer* (baris sumber)
Variabel basis yang masih memiliki nilai pecahan adalah x_1, dimana $x_1 = 128{,}67$

$$x_i = b_i - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j$$

$$x_1 = 128{,}67 - (0{,}03s_1 + s_5 + 0{,}67s_6 + 1{,}67s_7 + 1{,}67s_8 + 1{,}33s_9)$$

Kemudian pisahkan b_i dan a_{ij}

$$b_i = [b_i] + f_i$$

$$b_4 = 128{,}67 = 128 + 0{,}67$$

dan

$$a_{ij} = [a_{ij}] + f_{ij}$$

$$a_{4,7} = 0.03 = 0 + 0.03$$

$$a_{4,11} = 1 = 0 + 1$$

$$a_{4,12} = 0.67 = 0 + 0.67$$

$$a_{4,13} = 1.67 = 1 + 0.67$$

$$a_{4,14} = 1.67 = 1 + 0.67$$

$$a_{4,15} = 1.33 = 1 + 0.33$$

Sehingga

$$x_1 + 0{,}03s_1 + s_4 + s_5 + 0{,}67s_6 + 1{,}67s_7 + 1{,}67s_8 + 1{,}33s_9 = 128{,}67$$

$$x_1 + 0{,}03s_1 + s_4 + s_5 + 0{,}67s_6 + s_7 + 0{,}67s_7 + s_8 + 0{,}67s_8 + s_9 + 0{,}33s_9 = 128 + 0{,}67$$

$$x_1 + s_4 + s_5 + s_7 + s_8 + s_9 - 128 = -0{,}03s_1 - 0{,}67s_6 - 0{,}67s_7 - 0{,}67s_8 - 0{,}33s_9 + 0{,}67$$

Sehingga kendala gomorynya:

$$S_{gn} - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j = -f_i$$

$$s_{g1} - 0{,}03s_1 - 0{,}67s_6 - 0{,}67s_7 - 0{,}67s_8 - 0{,}33s_9 = -0{,}67$$

Berdasarkan tabel simpleks dua fase optimal, didapatkan kendala-kendala baru dan penambahan kendala gomory 1 sebagai berikut:

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0{,}03s_1 + 0s_2 + 0s_3 + s_4 + s_5 + 0{,}67s_6 + 1{,}67s_7 + 1{,}67s_8 + 1{,}33s_9 + 0s_{g1} = 120{,}67$$

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 - 245{,}8s_1 + 0s_2 + s_3 + 0s_4 - 350s_5 + 2177{,}7s_6 - 4355s_7 - 4355s_8 - 2178s_9 = 1820133{,}7$$

$$x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0.03s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + s_5 + 0.67s_6 + 1{,}67s_7 + 1{,}67s_8 + 1{,}33s_9 + 0s_{g1} = 128{,}67$$

$$0x_1 + x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 - s_5 + 0s_6 + 0s_7 + 0s_8 + 0s_9 + 0s_{g1} = 6$$

$$0x_1 + 0x_2 + x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 - s_6 + 0s_7 + 0s_8 + 0s_9 + 0s_{g1} = 183$$

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 + 0s_6 - s_7 + 0s_8 + 0s_9 + 0s_{g1} = 20$$

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + x_5 + 0x_6 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 + 0s_6 + 0s_7 - s_8 + 0s_9 + 0s_{g1} = 10$$

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + x_6 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 + 0s_6 + 0s_7 + 0s_8 - s_9 + 0s_{g1} = 20$$

$$s_{g1} + 0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + x_6 - 0.03s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 - 0{,}67s_6 - 0{,}67s_7 - 0{,}67s_8 - 0{,}33s_9 = -0{,}67$$

Berdasarkan perhitungan dengan metode dual simpleks, maka diperoleh semua nilai pada baris Z sudah bernilai positif dan nol yang dapat dilihat pada Tabel 4.7. Semua nilai ruas kanan pada batasan kendala sudah bernilai positif dan semua nilai variabel keputusan sudah *integer* artinya dengan menggunakan metode *cutting plane* solusi optimum yang *integer* atau bulat telah diperoleh.

Tabel 4.7 Penyelesaian Dual Simpleks Gomory 1

VD	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{g1}	NK
Z	17627	7977	907	17067	27067	12347	484,0776	0	0	0	9650	8533	10000	0	10017,25	3449,74627	3338489
s_1	0	0	0	0	0	0	-0,04478	0	0	1	1	-1	0	0	0,507463	2,49254	119
s_2	0	0	0	0	0	0	-0,07313	1	0	0	-10	20	0	0	-0,10448	-19,89552	2720
s_3	0	0	0	0	0	0	-50,7536	0	1	0	-350	6532,967	-0,03	-0,03	-32,5222	-6500,4478	1824488,967
x_1	1	0	0	0	0	0	-0,04478	0	0	0	1	-1	0	0	0,507463	2,49254	127
x_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	6
x_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	183
x_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	20
x_5	0	0	0	0	1	0	0,044776	0	0	0	0	1	1	0	0,492537	-1,49254	11
x_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	20
s_g	0	0	0	0	0	0	0,044776	0	0	0	0	1	1	1	0,492537	-1,49254	1

Solusi optimum *integer* diperoleh dengan nilai Z yaitu keuntungan optimal sebesar Rp3.338.489,00 dengan mencuci 127 pasang sepatu, 6 buah boneka, 183 kg pakaian, 20 kg *bedcover*, 11 buah karpet, dan 20 kg selimut.

4.4 Perbandingan Keuntungan

Perbandingan keuntungan yang diperoleh Aura Laundry House sebelum menggunakan metode *cutting plane* dan setelah menggunakan *cutting plane* diperoleh bahwa keuntungan yang didapatkan oleh Aura Laundry House sebelum menggunakan metode *cutting plane* sebesar Rp1.213.809,00 dengan menerima cucian 8 pasang sepatu, 6 pcs boneka, 183 kg pakaian, 20 pcs *bedcover*, 10 pcs karpet, dan 20 pcs selimut. Sedangkan keuntungan optimal yang diperoleh menggunakan metode *cutting plane* adalah sebesar Rp 3.338.489 dengan menerima cucian 127 pasang sepatu, 6 pcs boneka, 183 kg pakaian, 20 pcs *bedcover*, 11 pcs karpet, dan 20 pcs selimut. Sehingga keuntungan yang diperoleh lebih maksimal setelah menggunakan metode *cutting plane* dengan tingkat selisih keuntungan yaitu sebesar Rp2.124.680,00.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil dan pembahasan diatas yakni sebagai berikut:

1) Model matematika optimalisasi keuntungan pada Aura Laundry adalah sebagai berikut:
   Fungsi tujuan:
   Maksimalkan:
   $$Z = 17.627x_1 + 7.977x_2 + 907x_3 + 17.067x_4 + 27.067x_5 + 12.347x_6$$
   Fungsi kendala:
   $$30x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 50x_4 + 50x_5 + 40x_6 \leq 10.000;$$
   $$20x_1 + 10x_2 + 20x_3 + 20x_4 + 20x_5 + 20x_6 \leq 10.000;$$
   $$7373x_1 + 7023x_2 + 7093x_3 + 7933x_4 + 7933x_5 + 7653x_6 \leq 4.500.000;$$
   $$x_1 \geq 8;$$
   $$x_2 \geq 6;$$
   $$x_3 \geq 183;$$
   $$x_4 \geq 20;$$
   $$x_5 \geq 10;$$
   $$x_6 \geq 20;$$
   Dengan:
   $$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$
2) Adapun untuk penyelesaian optimalisasi keuntungan pada Aura Laundry House dengan menerapkan metode *cutting plane* untuk mendapatkan keutungan maksimal dalam satu bulan Aura Laundry House harus memperoleh cucian sebanyak 127 pasang sepatu, 6 pcs boneka, 183 kg pakaian, 20 pcs *bedcover*, 11 pcs karpet, dan 20 pcs selimut dengan keuntungan sebesar Rp3.338.489,00 dan sesuai dengan hasil simulasi numerik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1) Untuk memaksimumkan keuntungan Aura Laundry House sebaiknya memperhatikan

cucian sesuai dengan jumlah yang optimal agar mengurangi risiko adanya kerugian.

2) Diharapkan bagi peneliti selanjutnya melakukan penelitian pada bidang yang lain dan menggunakan metode-metode lainnya yang berhubungan dengan program *integer*.

Ucapan Terima Kasih: Penelitian ini dapat dilakasanakan dengan lancar berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Civitas Akademika Universitas Halu Oleo, dosen pembimbing, tim penguji dan pihak-pihak yang telah memfasilitasi dan membantu berjalannya penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] Ariawati. (2005). Usaha Kecil dan Peluang Kerja. *Jurnal Unikom*, *4*(7), 8.

[2] S. S. Supatimah, Farida, dan S. Andriani. (2019). Optimasi Keuntungan dengan Metode Branch and Bound. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, *10*(1), 23.

[3] J. P. Assiddiq, D. P. Musmedi, dan E. B. Gusminto. (2014). Optimalisasi Pembagian Pekerja Bangunan Menggunakan Metode Hungarian (Studi Kasus Pada CV MHTdi Tanggul). *Artikel Ilmiah Mahasiswa*, *1*(1), 1–4.

[4] S. Mulyono. (2004). *Riset Operasi (7 ed.)*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

[5] D. Wasi'ah. (2015). Penerapan Metode Cutting Plane dalam Menyelesaikan Optimasi Perencanaan Produksi pada Kelompok Wanita Tani (KWT) Seruni Berbah [Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta]. *Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*. https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14.

[6] H. Siringoringo. (2005). *Seri Teknik Operasional Pemrograman Linear*. Graha Ilmu.

[7] Abdillah. (2013). *Program Linear*. Dua Satu Press.

[8] R. Sekhon dan R. Bloom. (2022). *Maximization By The Simplex Method. De Anza College*. https://math.libretexts.org/@go./page/37869.

[9] E. Safitri, S. Basriati, M. Soleh, dan Yuhandi. (2021). Penyelesaian Program Linier Menggunakan Metode Simpleks Dua Fase dan Metode Quick Simpleks Dua Fase. *Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, *15*(3), 57–71.

[10] E. Safitri, S. Basriati, dan E. Andiani. (2021). Penerapan Program Linier Menggunakan Metode Dual Simpleks Dan Metode Quick Simpleks Untuk Meminimumkan Biaya (Studi Kasus: Kelompok Wanita Tani (Kwt) Sentosa Santul*)*. *Journal of Fundamental Mathematics and Applications (JFMA)*, *4*(1),117-132.

[11] S. Maslihah. (2015). Metode Pemecahan Masalah Integer Programming. *Jurnal At-Taqaddum*, *7*(2), 212.http://journal.umsurabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203.

[12] F. S. Hillier dan G. J. Lieberman. (2001). *Advance Praise for Introduction To Operations Research*. Introduction To Operations Research.

[13] S. Basriati. (2018). Integer Linear Programing Dengan Pendekatan Metode Cutting Plane dan Branch and Bound Untuk Optimasi Produksi Tahu. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, *4*(2), 98.

Diterima tgl. 30 Mei 2024
Direvisi tgl. 29 Juli 2024
Disetujui untuk terbit tgl. 10 Sept. 2024