

Analisis Sensitivitas Model Linear Programming dalam Optimalisasi Penjualan Produk di Toko Anggrek Plastik

Y. Wakiden, D. Wungguli, N. Achmad, dan N. Abbas



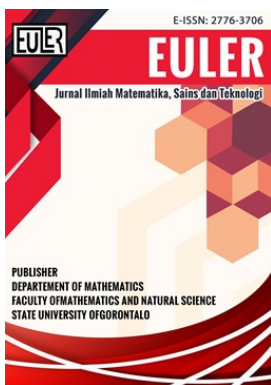
Volume 12, Issue 1, Pages 82–89, June 2024

Diterima 18 Agustus 2023, Direvisi 8 Juni 2024, Disetujui 12 Juni 2024, Diterbitkan 18 Juni 2024

To Cite this Article : Y. Wakiden, dkk., “Analisis Sensitivitas Model Linear Programming dalam Optimalisasi Penjualan Produk di Toko Anggrek Plastik”, *Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, pp. 82–89, 2024, <https://doi.org/10.37905/euler.v12i1.21625>

© 2024 by author(s)

JOURNAL INFO • EULER : JURNAL ILMIAH MATEMATIKA, SAINS DAN TEKNOLOGI

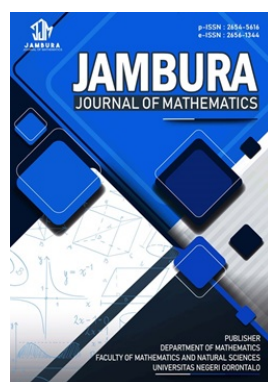


	Homepage	:	http://ejournal.ung.ac.id/index.php/euler/index
	Journal Abbreviation	:	Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol.
	Frequency	:	Biannual (June and December)
	Publication Language	:	English (preferable), Indonesia
	DOI	:	https://doi.org/10.37905/euler
	Online ISSN	:	2776-3706
	License	:	Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
	Publisher	:	Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo
	Country	:	Indonesia
	OAI Address	:	http://ejournal.ung.ac.id/index.php/euler/oai
	Google Scholar ID	:	QF_r-gAAAAJ
	Email	:	euler@ung.ac.id

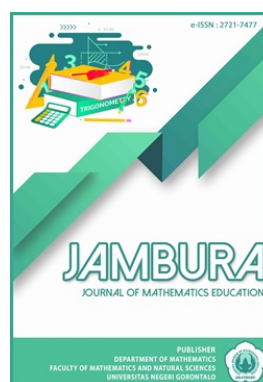
JAMBURA JOURNAL • FIND OUR OTHER JOURNALS



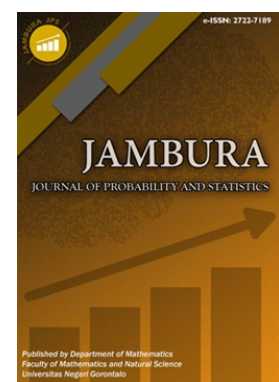
Jambura Journal of Biomathematics



Jambura Journal of Mathematics



Jambura Journal of Mathematics Education



Jambura Journal of Probability and Statistics

Analisis Sensitivitas Model Linear Programming dalam Optimalisasi Penjualan Produk di Toko Anggrek Plastik

Yuliyani Wakiden^{1,*}, Djihad Wungguli¹, Novianita Achmad¹, dan Nurhayati Abbas²

¹Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Diterima 18 Agustus 2023

Direvisi 8 Juni 2024

Disetujui 12 Juni 2024

Diterbitkan 18 Juni 2024

KATA KUNCI

Linear Programming
Analisis Sensitivitas
Optimalisasi
Plastik

KEYWORDS

Linear Programming
Sensitivity Analysis
Optimization
Plastics

ABSTRAK. Optimalisasi penjualan di toko anggrek plastik menjadi sebuah hal yang penting untuk memaksimalkan laba dengan cara mengoptimalkan untuk mendapat keuntungan. Metode linear programming adalah salah satu teknik riset operasi untuk memecahkan persoalan optimasi dengan menggunakan persamaan linear untuk mencari pemecahan yang optimum dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada. selain itu, Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui dampak perubahan parameter pada fungsi kendala dan tujuan yang berpengaruh terhadap perubahan kinerja sistem produksi dalam upaya mendapatkan keuntungan. Berdasarkan model linear programming diperoleh hasil optimalisasi keuntungan sebesar Rp.419428,60 dengan nilai variabelnya $x_4 = 60$, $x_7 = 50$, $x_8 = 26,28571$. Untuk Analisis sensitivitas fungsi tujuan diperoleh nilai ΔC_1 , ΔC_2 dan ΔC_3 , dapat diketahui batas bawah = 1167 dan batas atas = 4667,193. Dan untuk Analisis sensitivitas fungsi kendala diperoleh nilai NRK mempunyai tujuh kendala tidak aktif dan tiga kendala aktif.

ABSTRACT. Optimizing sales at plastic orchid shops is an important matter to maximize profit by optimizing to get profit. The linear programming method is one of the operations research techniques to solve optimization problems using linear equations to find the optimal solution by taking into account the constraints which exists. In addition, a sensitivity analysis was carried out to determine the impact parameter changes in the constraints and objectives function that affect changes in production system performance in an effort to gain profits. Based on the linear programming model, the results of profit optimization are obtained Rp.419428,60 with variable values $x_4 = 60$, $x_7 = 50$, $x_8 = 26,28571$. For the sensitivity analysis of the objective function, the values of ΔC_1 , ΔC_2 and ΔC_3 are obtained, it can be seen that the lower limit = 1167 and the upper limit = 4667.193. And for Analysis The sensitivity of the constrain function obtained by the NRK value has seven no constraints active and three active constraints.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. *Editorial of EULER:* Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango 96554, Indonesia.

1. Pendahuluan

Kemasan adalah tempat nilai dan fungsionalitas suatu produk yang ditingkatkan. Kemasan mengacu pada objek fisik itu sendiri dan merupakan hasil akhir dari proses pengemasan yang meningkatkan fungsionalitas suatu produk [1]. Kemasan pangan, menurut UU No. 7 tahun 1996 mengenai Pangan, adalah bahan yang digunakan untuk mawadahi dan membungkus makanan, baik yang bersentuhan langsung dengan makanan maupun tidak. Kehidupan sehari-hari manusia sekarang menggunakan kemasan pangan plastik. Kemasan plastik telah menggantikan kaleng dan gelas di pasar kemasan global selama dua dekade terakhir. Industri makanan Indonesia sebagian besar menggunakan kemasan plastik; kemasan luwes, atau fleksibel, menempati 80 persen dari porsi makanan, dan 53 persen dari plastik yang digunakan untuk menyimpan, mengemas, dan membungkus makanan terdiri dari kemasan luwes. Di sisi lain, kemasan minuman yang kaku sekarang lebih umum [2].

Plastik dikenal dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan pengemas untuk berbagai jenis produk, termasuk makanan. Untuk menjaga kelangsungan dan berkembangnya usaha penjualan toko plastik diperlukan langkah-langkah untuk dapat meningkatkan jumlah penjualan dan keuntungan. Masalah tersebut maka membutuhkan perencanaan penjualan yang baik untuk menemukan cara terbaik untuk mendapatkan keuntungan. Dalam situasi seperti ini, diperlukan sebuah model matematika yang dapat menemukan solusi optimal [3]. Optimasi ialah tindakan agar mendapatkan keuntungan sesuai harapan. Optimasi yang dilakukan secara efisien dan efektif akan menghasilkan keuntungan yang baik. Optimasi yang dilakukan yaitu pada saat proses produksi [4].

Optimasi hanya dapat menyelesaikan masalah yang dapat diubah menjadi fungsi linier. Secara khusus, masalah dalam pemrograman linier ialah ditentukan besarnya masing-masing nilai variabel agar nilai fungsi tujuan atau objektif yang linear menjadi optimal dengan mempertimbangkan adanya kendala yang harus ditulis dalam bentuk ketidaksamaan linier [5]. Persamaan alja-

*Penulis Korespondensi.

bar ialah persamaan linear mengandung konstanta pada tiap sukunya. Syarat pemaksimalan keuntungan adalah dengan membandingkan hasil penjualan total dengan biaya total dan menunjukkan dari hasil penjualan marjinal sama dengan biaya marjinal. Dalam tahap pertama, keuntungan dapat dicari dengan menghitung dan membandingkan hasil penjualan total dengan biaya total. perbedaan antara hasil penjualan total yang diperoleh dan biaya total yang dihasilkan. Dalam hal ini, keuntungan maksimum akan dicapai [6].

Linear programming ialah salah satu teknik dai riset operasi untuk memecahkan persoalan optimasi dengan menggunakan persamaan linear dalam rangka untuk mencari pemecahan yang optimum dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada [7]. Dengan menggunakan Linear Programing ini maka diharapkan dapat menyusun rencana produksi yang lebih optimal dengan memperhatikan keterbatasan sumber daya yang ada sehingga mencapai keuntungan yang semaksimal mungkin bagi perusahaan [8]. Selain itu, Analisis sensitivitas fungsi objektif dan RHS pada program linear dan penjelasan mengenai masalah pencampuran [9]. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap perubahan kinerja sistem produksi dalam upaya mendapatkan keuntungan. Sehingga, dapat diketahui koefisien fungsi tujuan dan kendala yang dapat berubah tanpa berdampak pada solusi optimal [10].

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan. Diantaranya dilakukan oleh Wulandari dkk [11] yaitu penelitian tentang optimalisasi keuntungan dalam inovasi bisnis model dengan menggunakan Linear programming metode simpleks. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka penelitian dilakukan dalam optimalisasi penjualan produk menggunakan model linear programming dan akan dilakukan analisis sensitivitasnya. Adapun penelitian dilakukan oleh Adtria dkk [12] yaitu studi tentang bagaimana Analisis sensitivitas digunakan untuk mengoptimalkan produksi makaroni iko menggunakan linear programming. Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat perubahan dalam sumber bahan baku. Jumlah produksi macaroni yang diberikan adalah komponen yang paling berpengaruh terhadap perubahan output sistem. Perubahan pada nilai kendala pembatas adalah yang paling signifikan. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hakim dkk [13] yaitu penelitian tentang penerapan linear programming dalam penentuan kombinasi produk guna memaksimalkan laba pada UD Putera Sroedji Jembar. Dalam proses produksi menghadapi beberapa masalah atau masalah yang berhubungan dengan penyusunan sumber daya yang tidak ideal, yang mengurangi laba atau keuntungan.

Pada artikel ini, dibuat model linear programming untuk mengoptimalkan penjualan produk di suatu Toko Plastik agar memperoleh keuntungan. Selanjutnya akan dilakukan analisis sensitivitas untuk mengukur seberapa besar pengaruh variabel-variabel yang saling berhubungan jika nilai variabel-variabel itu berubah, bertambah, atau berkurang secara terus-menerus. Sehingga hasil yang diperoleh menjadi acuan bagi pemilik toko untuk mengatur kembali sistem penjualan produk agar mencapai keuntungan yang maksimal.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan melalui studi literatur dari berbagai ilmiah, kemudian melakukan pengumpulan data dengan cara

wawancara dan survei. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, yaitu data harga penjualan yang disajikan pada Tabel 1 dan data keuntungan dari setiap produk yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data penjualan

No.	Jenis Produk	Produk yang terjual	Harga Satuan	Modal
1.	Sedotan	60	Rp. 2.500	Rp. 150.000
2.	Styrofoam	130	Rp. 71.000	Rp. 9.230.000
3.	Gelas pop ice	150	Rp. 10.000	Rp. 1.500.000
4.	Plastik Laundry	60	Rp. 3.000	Rp. 180.000
5.	Mika	300	Rp. 6.000	Rp. 1.800.000
6.	Tas Kresek	1000	Rp. 11.000	Rp. 11.000.000
7.	Tissue	50	Rp. 6.000	Rp. 300.000
8.	Sendok Plastik	100	Rp. 3.500	Rp. 350.000
9.	Dos Makanan	200	Rp. 41.000	Rp. 8.200.000

Tabel 2. Data keuntungan

No.	Jenis Produk	Keuntungan
1.	Sedotan	Rp. 500
2.	Styrofoam	Rp. 11.000
3.	Gelas pop ice	Rp. 5.000
4.	Plastik Laundry	Rp. 3.000
5.	Mika	Rp. 3.000
6.	Tas Kresek	Rp. 5.000
7.	Tissue	Rp. 4.000
8.	Sendok Plastik	Rp. 1.500
9.	Dos Makanan	Rp. 10.000

Selanjutnya, dibuat model *linear programming* berdasarkan data yang diperoleh dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan,
2. Menentukan fungsi tujuan yaitu keuntungan dalam setiap produk yang diperoleh dari hasil penjualan,
3. Menentukan fungsi kendala yaitu berupa batasan kapasitas persediaan dalam penjualan setiap jenis produk,
4. Model linear programming yang dibentuk diselesaikan menggunakan metode simpleks untuk memperoleh solusi optimal,
5. Analisis sensitivitas untuk mengetahui perubahan koefisien fungsi tujuan maupun perubahan kapasitas persediaan produk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Formulasi Model Linear Programming

Metode linear programming merupakan model yang dapat menentukan solusi optimal suatu permasalahan pada perencanaan penjualan. Model linier programming dari data dapat dibentuk dengan menentukan variabel keputusan, fungsi kendala dan fungsi tujuan. Variabel Keputusan menguraikan keputusan-keputusan yang akan dibuat yang menggambarkan tingkatan aktivitas perusahaan. Fungsi kendala adalah rumusan dari ketersediaan faktor-faktor produksi yang membatasi proses optimasi, sedangkan fungsi tujuan adalah hubungan matematika linier yang menjelaskan perusahaan dalam terminologi variabel keputusan

Tabel 3. Formulasi tabel simpleks

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	-500	-11000	-5000	-3000	-3000	-5000	-4000	-1500	-10000
S ₁	0	150000	9230000	150000	180000	1800000	11000000	300000	350000	8200000
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S ₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 4. Formulasi tabel simpleks (lanjutan)

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35000000
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200

yang menggambarkan besarnya keuntungan yang ingin dicapai perusahaan [14].

3.1.1. Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variabel dari suatu permasalahan yang akan mempengaruhi fungsi tujuan sehingga variabel harus terlebih dahulu ditentukan sebelum menentukan fungsi tujuan. Dalam penelitian ini, variabel keputusan berkaitan dengan banyaknya persediaan produk, yaitu:

- x_1 : Banyaknya persediaan sedotan
- x_2 : Banyaknya persediaan styrofoam
- x_3 : Banyaknya persediaan gelas pop ice
- x_4 : Banyaknya persediaan plastik laundry
- x_5 : Banyaknya persediaan mika
- x_6 : Banyaknya persediaan tas kresek
- x_7 : Banyaknya persediaan tissue
- x_8 : Banyaknya persediaan sendok plastika
- x_9 : Banyaknya persediaan dos makanan.

3.1.2. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan dan diminimumkan. Hal ini dapat diperoleh dari modal yang dikeluarkan dan hasil penjualan dari masing-masing produk. Formulasi fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

$$Z_{maks} = 500x_1 + 11.000x_2 + 5.000x_3 + 3.000x_4 + 3.000x_5 + 5.000x_6 + 4.000x_7 + 1.500x_8 + 10.000x_9.$$

3.1.3. Menentukan Fungsi Kendala

Fungsi kendala digunakan untuk menentukan kendala-kendala permasalahan terhadap variabel-variabel keputusan. Fungsi kendala pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

a. Kendala modal produksi

$$150.000x_1 + 9.230.000x_2 + 1.500.000x_3 + 180.000x_4 + 1.800.000x_5 + 11.000.000x_6 + 300.000x_7 + 350.000x_8 + 8.200.000 \leq 35.000.000$$

b. Kendala jumlah produk yang terjual

$$\begin{aligned} x_1 &\geq 60 & x_4 &\geq 60 & x_7 &\geq 50 \\ x_2 &\geq 130 & x_5 &\geq 300 & x_8 &\geq 100 \\ x_3 &\geq 150 & x_6 &\geq 100 & x_9 &\geq 200 \end{aligned}$$

Untuk membangun model dari formulasi persoalan program linier, digunakan digunakan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala [15]. Sebelum menyelesaikan dengan metode simpleks, fungsi tujuan dan fungsi kendala diubah ke bentuk standar yaitu:

$$Z - 500x_1 + 11.000x_2 + 5.000x_3 + 3.000x_4 + 3.000x_5 + 5.000x_6 + 4.000x_7 + 1.500x_8 + 10.000x_9 = 0$$

Tabel 5. Kolom Kunci

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	-500	-11000	-5000	-3000	-3000	-5000	-4000	-1500	-10000
S ₁	0	150000	9230000	150000	180000	1800000	11000000	300000	350000	8200000
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S ₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 6. Kolom Kunci (lanjutan)

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35000000
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200

dengan kendala

$$\begin{aligned}
 &150.000x_1 + 9.230.000x_2 + 1.500.000x_3 + \\
 &180.000x_4 + 1.800.000x_5 + 11.000.000x_6 + \\
 &300.000x_7 + 350.000x_8 + 8.200.000x_9 + s_1 = 35.000.000 \\
 &x_1 + s_2 = 60x_6 + s_7 = 100 \\
 &x_2 + s_3 = 130x_7 + s_8 = 50 \\
 &x_3 + s_4 = 150x_8 + s_9 = 100 \\
 &x_4 + s_5 = 60x_9 + s_{10} = 200 \\
 &x_5 + s_6 = 300
 \end{aligned}$$

3.2. Solusi Linear Programming Menggunakan Metode Simpleks

Persamaan-persamaan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke tabel simpleks untuk mengetahui formulasi dari permasalahan. Tabel simpleks disajikan pada Tabel 3-4.

Selanjutnya, diilih kolom kunci, yaitu nilai pada garis fungsi tujuan (Z) yang bernilai negatif dengan angka terbesar. Karena nilai pada kolom x_2 merupakan angka negatif terbesar yaitu -11000 maka kolom x_2 merupakan variabel input, yang disajikan pada Tabel 5-6.

Selanjutnya, dipilih baris kunci, yaitu nilai yang mempunyai indeks dengan angka terkecil positif. Nilai terkecil pada baris kunci dapat diperoleh menggunakan rumus pada persamaan (1),

$$\text{Nilai Terkecil} = \frac{\text{NK (Nilai Kanan)}}{\text{Nilai Kolom Kunci}} \tag{1}$$

sehingga baris kunci yang didapatkan terdapat pada baris S_1 . Selengkapnya disajikan pada Tabel 7-8.

Setelah itu, mengubah nilai pada baris kunci dimana nilai pertama adalah nilai baris pivot baru yaitu x_2 , semua nilai pada baris S_1 dibagi dengan 9.230.000 (elemen pivot). Kemudian nilai baris kunci diubah dengan cara dibagi dengan angka kunci. Dari hasil perhitungan baris kunci dan angka kunci, diperoleh nilai baris kunci baru. Untuk variabel S_1 sudah diubah menjadi variabel x_2 . Setelah itu mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci menggunakan rumus pada persamaan (2),

$$\text{NL} = \text{OL} - (\text{K} \times \text{KL}) \tag{2}$$

dengan

- NL : Baris baru
- OL : Baris lama
- K : Koefisien per kolom kunci
- KL : Nilai baris kunci.

Selanjutnya, diinput nilai-nilai baru untuk mendapatkan nilai iterasi 1 pada Tabel 9-10.

Tahapan selanjutnya dilanjutkan dengan memilih kolom kunci yang bernilai negatif dan memilih baris kunci yakni baris kunci dengan angka positif terkecil. Perhitungan tersebut dapat dilakukan secara berulang hingga mencapai iterasi yang tidak memiliki kolom kunci yang bernilai negatif. Hasil optimal yang didapatkan pada perhitungan menggunakan linear programming terletak pada iterasi ke lima, yang disajikan pada Tabel 11-12.

Karena Z tidak lagi memuat nilai negatif, maka diperoleh solusi optimal yang disajikan pada Tabel 13-14.

Selanjutnya, diperoleh hasil penyelesaian nilai variabel, yaitu

$$x_4 = 60, x_7 = 50, x_8 = 26, 28571, \text{ dan}$$

Tabel 7. Baris kunci

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	-500	-11000	-5000	-3000	-3000	-5000	-4000	-1500	-10000
S ₁	0	150000	9230000	150000	180000	1800000	11000000	300000	350000	8200000
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S ₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 8. Baris kunci (lanjutan)

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK	Limit Rasio
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35000000	3,792
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130	130
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150	
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300	
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	100	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200	

Tabel 9. Iterasi 1

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	-321,23	0	-3212,35	-2785,48	-854,82	-8109,42	-3642,47	-1082,87	-227,51
x ₂	0	0,0162	1	0,162	0,019	0,195	1,19	0,032	0,0378	0,889
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	-0,0162	1	-0,162	-0,019	-0,195	-1,19	-0,032	-0,0378	-0,889
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S ₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 10. Iterasi 1 (lanjutan)

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK
0,0012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0000001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,79
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
-0,0000001	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200

$$\begin{aligned}
 Z &= 3000x_4 + 4000x_7 + 1500x_8 \\
 &= 3000(60) + 4000(50) + 1500(26,28571) \\
 &= 419428,60.
 \end{aligned}$$

Hasil optimasi menggunakan linear programming menunjukkan adanya peningkatan keuntungan pada penjualan produk. Penjualan mengalami peningkatan dengan keuntungan awal se-

Tabel 11. Iterasi 5

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	142,8	28557	1428,5	0	4714	42142,8	0	0	25142
x ₈	0	0,428	26,37	4,28	0	5,14	31,42	0	0	23,42
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
x ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
x ₇	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	-0,428	-26,3	-4,28	0	-5,14	-31,42	0	1	-23,42
S ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 12. Iterasi 5 (lanjutan)

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK
	0,0043	0	0	0	2228,5	0	0	2714	0	0	419428
	0,000003	0	0	0	-0,51	0	0	-0,85	0	0	26,28
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
	-0,000003	0	0	0	0,514	0	0	0,85	1	0	73,7142
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200

Tabel 13. Optimalisasi

Var	Z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Z	1	142,8	28557	1428,5	0	4714	42142,8	0	0	25142
x ₈	0	0,428	26,37	4,28	0	5,14	31,42	0	0	23,42
S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S ₄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
x ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
x ₇	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S ₁₀	0	-0,428	-26,3	-4,28	0	-5,14	-31,42	0	0	-23,42

belum optimasi sebesar Rp.53.000,00 hingga mencapai keuntungan maksimal setelah optimasi sebesar Rp.419.428,60. Oleh karena itu, diperoleh selisih keuntungan dari sebelum dan setelah dilakukan optimasi sebesar Rp.366.428,60.

3.3. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan penjelasan mengenai parameter-parameter model linear programming, yaitu koefisien fungsi tujuan dan nilai ruas kanan kendala tanpa mempengaruhi solusi optimal atau penyelesaian optimal. Asumsi-asumsi tersebut memungkinkan kita memperoleh jawaban optimal. Analisis sensitivitas dapat dilakukan terhadap kemungkinan penambahan dan pengurangan produk maupun metode produksi [16].

3.3.1. Penentuan interval C_j

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mencari interval perubahan parameter fungsi tujuan. Oleh karena itu, ditentukan in-

terval perubahan C_j yang tidak akan mengubah nilai optimal variabel keputusan. Hasil perhitungan analisis sensitivitas fungsi tujuan yaitu:

$$\Delta C_1 = 771,435$$

$$\Delta C_2 = 1285,43$$

dan untuk nilai batas diperoleh,

$$+\Delta C_3 = -1500 - 333 = 1167, \text{ (untuk batas bawah)}$$

$$+\Delta C_3 = 1500 + 3167,193 = 4667,193, \text{ (untuk batas atas)}$$

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk nilai ΔC_1 , ΔC_2 , dan ΔC_3 dapat diketahui batas atas dan batas bawah dari nilai fungsi tujuan.

3.3.2. Menentukan “bi” atau NRK

Analisis sensitivitas juga dilakukan untuk mencari interval perubahan parameter pada nilai ruas kanan kendala. Dengan

Tabel 14. Optimalisasi (lanjutan)

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	NK
0,0043	0	0	0	2228,5	0	0	2714	0	0	419428
0,000003	0	0	0	-0,51	0	0	-0,85	0	0	26,28
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	130
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
-0,000003	0	0	0	0,514	0	0	0,85	1	0	73,7142
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	200

menggunakan rumus a_{ij}/b_i , didapatkan batasan penambahan yang diperbolehkan dan pengurangan yang diperbolehkan. a_{ij} merupakan nilai dari masing-masing kendala pada solusi optimal, dan b_i merupakan nilai ruas kanan pada solusi optimal. Interval perubahan NRK disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Interval perubahan NRK

Kendala	NRK saat ini	Penambahan yang tersedia	Pengurangan yang tersedia
1	35000000	0,00000254	0,000009387
2	60	Tak terdefinisi	60
3	130	Tak terdefinisi	130
4	150	Tak terdefinisi	150
5	60	51,10972	-143,33317
6	300	Tak terdefinisi	300
7	100	Tak terdefinisi	100
8	50	30,66594	50
9	100	Tak terdefinisi	73,7142
10	200	Tak terdefinisi	200

Untuk kendala 2,3,4,6,7,9 dan 10 tersebut adalah kendala tidak aktif dan untuk kendala 1,5 dan 8 adalah kendala aktif. Penambahan NRK kendala 2,3,4,6,7,9 dan 10 dengan nilai berapa pun tidak akan pernah mempengaruhi variabel yang lain maupun membuat mereka menjadi variabel bukan basis. Itulah sebabnya NRK ketujuh kendala tersebut boleh ditambahkan sampai tak terbatas. Namun sebaliknya, pengurangan NRK kendala 2,3,4,6,7,9 dan 10 akan membuatnya menjadi kendala aktif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membahas optimalisasi penjualan produk menggunakan model linear programming dan analisis sensitivitas. Untuk itu dapat diketahui juga seberapa banyak jumlah penjualan produk sehingga dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Model linear programming dimodelkan berdasarkan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang ingin dicapai oleh toko tersebut. Berdasarkan hasil dari linear programming diperoleh keuntungan sebesar Rp. 419.428,6. Dan untuk hasil dari analisis sensitivitas untuk kendala 1,5 dan 8 telah optimal sehingga tidak memerlukan penambahan jumlah produk.

Kontribusi Penulis. Yuliani Wakiden: Konseptualisasi, Metodologi, Penulisan, Administrasi. Djihad Wungguli: Analisis, Investigasi, Validasi, Supervisi. Novianita Achmad: Validasi, tinjauan penulisan, Supervisi. Nurhayati Abas: Tinjauan penulisan, Supervisi. Semua penulis telah

membaca dan menyetujui versi manuskrip yang diterbitkan.

Ucapan Terima Kasih. Para penulis menyampaikan terima kasih kepada editor dan reviewer atas pembacaan yang cermat, kritik yang mendalam, dan rekomendasi yang praktis untuk meningkatkan kualitas tulisan ini.

Pembiayaan. Penelitian ini tidak menerima pembiayaan eksternal

Konflik Kepentingan. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang terkait dengan artikel ini.

Referensi

- [1] F. Hariadi, R. Y. Kalaway, and Y. Rada, "Perancangan Desain Kemasan Bak-soku," *Abdi Wina J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, p. 24, 2022, doi: [10.58300/abdiwina.v2i1.247](https://doi.org/10.58300/abdiwina.v2i1.247).
- [2] D. Santhi, "Plastik Sebagai Kemasan Makanan Dan Minuman," *Bagian Patol. Klin. PSPD FK UNUD*, no. April, pp. 1–3, 2016.
- [3] T. Sriwidadi and E. Agustina, "Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks," *Binus Bus. Rev.*, vol. 4, no. 9, pp. 725–741, 2013. doi: [10.21512/bbr.v4i2.1386](https://doi.org/10.21512/bbr.v4i2.1386).
- [4] I. Nuryana, "Optimasi Jumlah Produksi pada UMKM RAINA KERSEN dengan Metode Linear Programming," *J. Media Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 67–90, 2019.
- [5] T. Asmara, M. Rahmawati, M. Aprilla, E. Harahap, and D. Darmawan, "Strategi Pembelajaran Pemrograman Linier Menggunakan Metode Grafik Dan Simpleks," *Teknol. Pembelajaran*, vol. 3, no. 1, pp. 508–511, 2018,
- [6] Z. Nasution, "Penerapan Metode Simpleks Untuk Menganalisa Persamaan Linear Dalam Menghitung Keuntungan Maksimum," *Tek. Inf. STMIK Budi Darma*, vol. 3, pp. 42–48, 2016.
- [7] J. Supranto, *Linear Programming*. Jakarta: fakultas ekonomi universitas indonesia, 1993.
- [8] dewi rosa Indah, "Penerapan Model Linear Programming Untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi Dalam Memperoleh Keuntungan Maksimalkan," *Fak. Ekon. Univ. Samudra*, vol. 10, 2019.
- [9] N. B. Irawanto, S. K. Hariyani, "Penerapan metode program linear dan analisis sensitivitas pada optimalisasi produksi jenang karomah," *Jur. Mat. Fak. sains dan Mat. Univ. diponegoro*, semarang, 2015.
- [10] I. F. Putri, "Analisis Sensitivitas pada Optimalisasi Keuntungan Produsen Tape Sumber Madu Berbantuan Software QM for Windows V5 sebagai Monograf," pp. 1–86, 2019.
- [11] S. Anggi Wulandari, Defriyanto, and Suherman, "Optimalisasi Keuntungan Dalam Inovasi Bisnis Model Dengan Menggunakan Linear Programming Metode Simpleks Optimizing Profit in Business Model Innovation Using Simplex Method of Linear Programming," vol. 7, no. 2, 2019.
- [12] K. V. Adtria, K. Kamid, and N. Rasasati, "Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Jumlah Produksi Makaroni Iko Menggunakan Linear Programming," *Imajiner J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 3, no. 2, pp. 174–182, 2021, doi: [10.26877/imajiner.v3i2.8098](https://doi.org/10.26877/imajiner.v3i2.8098).
- [13] L. Hakim, H. Paramu, and E. B. Gusminto, "Penerapan Linear Programming Dalam Penentuan Kombinasi Produk Guna Memaksimalkan Laba Pada Ud Puttera Sroedji Jember," *Bisma*, vol. 12, no. 3, p. 300, 2018, doi: [10.19184/bisma.v12i3.9000](https://doi.org/10.19184/bisma.v12i3.9000).
- [14] Suryanto, E. S. Nugroho, and R. A. K. Putra, "Analisis Optimalisasi Keuntungan

- dalam Produksi Keripik Daun Singkong dengan Linier Programming Melalui Metode Simpleks,” *J. Manaj.*, vol. 11, no. 2, pp. 226–236, 2019.
- [15] S. Aini, A. J. Fikri, and R. S. Sukandar, “Optimalisasi Keuntungan Produksi Makanan Menggunakan Pemrograman Linier Melalui Metode Simpleks,” *J. Bayesian*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2021.
- [16] Siswanto, *Operations Research*, Jilid 1. Erlangga, 2006.