

ANALISIS SENSITIVITAS DAN DUALITAS PROGRAM LINEAR METODE SIMPLEKS UNTUK OPTIMALISASI KEUNTUNGAN PENJUALAN NASI KUNING DAN NASI GORENG

Rizki Habibi¹, Arie Candra Panjaitan², Dhia Octariani³

¹Universitas Negeri Medan, Jl. Williém Iskandar Ps V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Politeknik Cendana, Jl. Williém Iskandar No. 261, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

³Universitas Islam Sumatera Utara, Jl. Sisingamangaraja, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: pakhabibi@gmail.com

Article History

Received: 07-07-2024

Revision: 18-07-2024

Accepted: 20-07-2024

Published: 21-07-2024

Abstract. This study presents a secondary analysis of the optimization of yellow rice and fried rice production at Ibu Hamina's shop using the linear programming method. Previously, optimization was carried out using a graphical method but did not conduct a sensitivity analysis to evaluate the impact of changes in production parameters on the optimal solution. The method used is a more sophisticated simplex method, while simultaneously conducting duality analysis to understand shadow prices and resource efficiency by evaluating the relationship between primal and dual problems, and evaluating the impact of changes in production parameters on optimal solutions by conducting sensitivity analysis. The results of this study show that the optimal solution is achieved by producing 7 packages of yellow rice and 3 packages of fried rice per week, resulting in a maximum profit of IDR 7,350,000.00 per week; which is IDR 1,050,000 higher than the results of previous research. The duality analysis shows the consistency of the optimal value between the primal and dual problems. The sensitivity analysis shows that small changes in parameters can affect the value of the objective function. This study shows that the simplex method is effective in optimizing the production of yellow rice and fried rice, providing a more significant maximum profit.

Keywords: Simplex Method, Sensitivity Analysis, Duality

Abstrak. Penelitian ini menyajikan analisis sekunder optimalisasi produksi nasi kuning dan nasi goreng di warung catering Ibu Hamina menggunakan metode program linier. Penelitian sebelumnya, optimalisasi dilakukan dengan metode grafik serta tidak melakukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi dampak perubahan parameter produksi terhadap solusi optimal. Metode yang digunakan adalah metode simpleks yang lebih canggih, sekaligus melakukan analisis dualitas untuk memahami harga bayangan dan efisiensi sumber daya dengan mengevaluasi hubungan antara masalah primal dan dual, serta mengevaluasi dampak perubahan parameter produksi terhadap solusi optimal dengan melakukan analisis sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi optimal dicapai dengan memproduksi 7 paket nasi kuning dan 3 paket nasi goreng per minggu, menghasilkan keuntungan maksimum sebesar Rp 7.350.000,00 per minggu; lebih tinggi Rp1.050.000 dibandingkan hasil penelitian sebelumnya. Analisis dualitas menunjukkan konsistensi nilai optimal antara masalah primal dan dual. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa perubahan kecil dalam parameter dapat mempengaruhi nilai fungsi tujuan. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode simpleks efektif dalam mengoptimalkan produksi nasi kuning dan nasi goreng, memberikan keuntungan maksimum yang lebih signifikan.

Kata Kunci: Metode Simpleks, Analisis Sensitivitas, Dualitas

How to Cite: Habibi, R., Panjaitan, A. C., & Octariani, D. (2024). Analisis Sensitivitas dan Dualitas Program Linear Metode Simpleks untuk Optimalisasi Keuntungan Penjualan Nasi Kuning dan Nasi Goreng. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5 (4), 4328-4341. <http://doi.org/10.54373/imeij.v5i4.1499>

PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis kuliner, optimasi keuntungan merupakan salah satu aspek krusial yang dapat menentukan keberhasilan usaha. Penjualan Nasi Kuning dan Nasi Goreng, dua menu yang populer di Indonesia, sering kali menjadi fokus utama para pengusaha kuliner untuk memaksimalkan keuntungan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan ini adalah dengan memanfaatkan program linear metode simpleks. Sejumlah penelitian telah menerapkan metode simpleks dalam pemrograman linier untuk mengoptimalkan produksi dan penjualan, dengan fokus pada berbagai produk dan industri. Winarni & Kartika (2024) dan Paillin et al., (2020) sama-sama menggunakan metode simpleks untuk menentukan tingkat produksi optimal untuk berbagai jenis kerupuk dan roti, masing-masing, untuk memaksimalkan laba. Adtria et al., (2021) menerapkan metode ini untuk mengoptimalkan produksi Makaroni Iko, dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku dan laba yang dihasilkan. Selain itu, Lina et al., (2023) menggunakan metode simpleks untuk menentukan tingkat produksi optimal untuk Es Teler dan Es Pisang Ijo, menghasilkan laba maksimum yang sama melalui perhitungan manual dan penggunaan perangkat lunak. Penelitian-penelitian ini secara kolektif menunjukkan efektivitas metode simpleks dalam mengoptimalkan produksi dan penjualan untuk memaksimalkan laba.

Penelitian ini menyajikan analisis sekunder dari penelitian sebelumnya dalam optimalisasi keuntungan penjualan Nasi Kuning dan Nasi Goreng menggunakan program linear yang telah dilakukan Humairoh et al., (2024). Mereka telah memberikan kontribusi dengan menyajikan penggunaan metode grafik dalam mengatasi permasalahan optimasi penjualan untuk UKM. Dalam penelitiannya, mereka menunjukkan efektivitas pendekatan tersebut dalam meningkatkan profitabilitas usaha kuliner khususnya pada warung katering kuliner Ibu Hamina. Gap penelitian terletak pada penggunaan metode grafik yang sebelumnya diterapkan dalam penelitian Humairoh et al., (2024) untuk optimalisasi produksi, yang mungkin tidak cukup untuk menangani masalah yang lebih kompleks atau skenario dengan banyak variabel dan kendala. Metode grafik juga memiliki keterbatasan dalam memberikan analisis sensitivitas dan dualitas, yang penting untuk memahami dampak perubahan parameter terhadap solusi optimal. Penelitian ini akan mengisi gap tersebut dengan menggunakan metode simpleks yang lebih canggih dan memungkinkan analisis yang lebih mendalam.

Metode alternatif untuk mencari solusi optimal jumlah paket nasi kuning dan nasi goreng yang dapat diproduksi dimungkinkan dapat memperoleh hasil yang lebih baik. Analisis dualitas dan analisis sensitivitas yang belum dilakukan sebelumnya juga diperlukan untuk memberikan dasar bagi pengambilan keputusan dalam meningkatkan keuntungan. Penelitian

ini bertujuan melakukan analisis sekunder untuk mengoptimalkan keuntungan penjualan paket Nasi Kuning dan Nasi Goreng di warung catering Ibu Hamina menggunakan metode simpleks, dengan keterbatasan pada total waktu yang tersedia untuk pembuatan dan pembungkusan produk per minggunya. Tujuan lainnya adalah mengevaluasi hubungan antara masalah primal dan dual dengan melakukan analisis dualitas untuk memahami harga bayangan dan efisiensi sumber daya, serta melakukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi dampak perubahan parameter produksi terhadap solusi optimal.

METODE

Analisis sekunder perlu dilakukan untuk memperdalam dan memperluas penelitian sebelumnya, di mana pada penelitian ini menampilkan hasil optimal yang diperoleh menggunakan program linier metode simpleks. Metode simpleks merupakan alat yang ampuh untuk memecahkan masalah pemrograman linear, khususnya masalah yang memiliki banyak variabel (Mon, 2019; Singh, 2022). Metode ini melibatkan serangkaian operasi matematika untuk mencapai solusi optimal, dan dapat diimplementasikan secara manual atau melalui program komputer dan lembar kerja.

Dalam penelitian ini, masalah penentuan jumlah produksi Nasi Kuning dan Nasi Goreng warung catering ibu Hamina (dalam satuan paket) pada kurun waktu seminggu dipertimbangkan sebagai variabel keputusan. Kendala dalam upaya mengoptimalkan jumlah produksi dibatasi oleh jumlah total jam kerja per minggu untuk setiap paket produk. Proses produksi terdiri dari 2 tahapan, yaitu proses pembuatan dan proses pembungkusan dimana total waktu proses untuk masing-masing tahap memiliki batas maksimum dalam 1 minggu. Warung catering ibu Hamina ini berkerja dalam seminggu 56 jam untuk proses pembuatan sedangkan untuk proses pembungkusan selama 35 jam kerja perminggu. Rincian data masalah ini disajikan di bawah ini.

Keuntungan 1 paket nasi Kuning = Rp 800.000,00.

Keuntungan 1 paket nasi Goreng = Rp 500.000,00.

Waktu pembuatan 1 paket Nasi Kuning = 6 jam.

Waktu pembuatan 1 paket Nasi Goreng = 4 jam.

Waktu pembungkusan 1 paket Nasi Kuning = 4 jam.

Waktu pembungkusan 1 paket Nasi Goreng = 2 jam.

Jumlah Waktu kerja per minggu untuk tahap pembuatan = 56 jam

Jumlah Waktu kerja per minggu untuk tahap pembungkusan = 35 jam

Untuk sajian yang lebih praktis, data di atas dapat dirangkum ke dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data produksi nasi kuning dan nasi goreng

Kendala	Waktu Produksi (dalam Jam)		Jumlah Jam kerja dalam 1 minggu.
	Nasi Kuning	Nasi Goreng	
Pembuatan	6	4	56
Pembungkusan	4	2	35
Keuntungan per paket (dalam rupiah)	800.000	500.000	

Untuk menyusun model program linier berdasarkan masalah yang diberikan sebelumnya, terlebih dahulu perlu didefinisikan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala yang ada, sebagai berikut.

Variabel Keputusan:

x : Jumlah paket Nasi Kuning yang diproduksi per minggu.

y : Jumlah paket Nasi Goreng yang diproduksi per minggu.

Fungsi Tujuan:

Keuntungan maksimal yang ingin dicapai:

Maksimalkan $Z = 800.000x + 500.000y$

Kendala:

Waktu pembuatan:

$$6x + 4y \leq 56 \text{ (Total waktu maksimal pembuatan produk per minggu)}$$

Waktu pembungkusan:

$$4x + 2y \leq 35 \text{ (Total waktu maksimal pembungkusan per minggu)}$$

Non-negativitas:

$$x \geq 0, y \geq 0$$

Setelah menyusun masalah dalam bentuk model program linier yang terdiri dari fungsi tujuan dan kendala-kendala berdasarkan parameter yang telah disebutkan sebagaimana ditunjukkan sebelumnya, selanjutnya akan dilakukan pencarian solusi optimal menggunakan metode simpleks. Kami melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengambil langkah lebih jauh dengan mengusulkan pendekatan berbeda dari Humairoh et al., (2024), dimana mereka menggunakan metode grafik, dan kami menggunakan Metode simpleks untuk mencari solusi optimal yang memaksimalkan keuntungan Z . Metode simpleks, sebuah metode yang telah teruji dan terbukti menjadi alat yang kuat dalam menyelesaikan masalah pemrograman linear yang kompleks. Dengan menerapkannya pada penjualan kuliner nasi kuning dan nasi goreng, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang cara terbaik untuk mengalokasikan sumber daya dan memaksimalkan keuntungan untuk kedua produk.

Kemudian kami menggunakan analisis dualitas untuk memahami harga bayangan dari masing-masing kendala, yang memberikan informasi tentang nilai marginal sumber daya, dan melakukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi bagaimana perubahan dalam parameter (seperti total jam kerja atau keuntungan per paket) mempengaruhi solusi optimal. *Software POM/QM for Windows* digunakan dalam melakukan analisis dualitas dan analisis sensitivitas dan tampilan hasil dari *software* ini juga disajikan.

HASIL

Penerapan Metode Simpleks untuk menemukan Solusi Optimal

Penyelesaian masalah program linier menggunakan metode simpleks disajikan berikut ini.

Model Program Linier:

$$\text{Maksimalkan } Z = 800.000x + 500.000y$$

Kendala:

- i. $6x + 4y \leq 56$
- ii. $4x + 2y \leq 35$
- iii. $x \geq 0, y \geq 0$

Konversi ke Bentuk Standar:

Tambahkan variabel slack s_1 dan s_2 untuk mengubah kendala menjadi persamaan:

$$6x + 4y + s_1 = 56$$

$$4x + 2y + s_2 = 35$$

$$x, y, s_1, s_2 \geq 0$$

Fungsi tujuan dalam bentuk standar:

$$Z - 800.000x - 500.000y = 0$$

Bentuk standar kemudian disajikan dalam Tabel 2 sebagai tabel simpleks awal.

Iterasi 1:

- Kolom Pivotal: Pilih kolom dengan nilai negatif terbesar dalam baris Z. Kolom x memiliki nilai $-800,000$.
- Baris Pivotal: Hitung rasio (Solusi / Elemen Kolom Pivotal) untuk kolom x .

$$\text{Baris } s_1 : \frac{56}{6} = 9,33$$

$$\text{Baris } s_2 : \frac{35}{4} = 8,75$$

Pilih rasio terkecil, yaitu baris s_2

- Elemen Pivotal: Elemen di baris s_2 dan kolom x adalah 4. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Tabel simpleks awal

Basis	x	y	s_1	s_2	Solusi
s_1	6	4	1	0	56
s_2	4	2	0	1	35
Z	-800.000	-500.000	0	0	0

Tabel 3. Tabel simpleks setelah *pivoting* iterasi 1

Basis	x	y	s_1	s_2	Solusi
x	1	0,5	0	0,25	8,75
s_1	0	1	1	-1,5	3
Z	0	-400.000	0	200.000	7.000.000

Tabel 4. Tabel simpleks setelah *pivoting* iterasi 2

Basis	x	y	s_1	s_2	Solusi
x	1	0	0	1	7
y	0	1	1	-1,5	3
Z	0	0	400.000	-200.000	7.350.000

Iterasi 2:

- Kolom Pivotal: Pilih kolom dengan nilai negatif terbesar dalam baris Z. Kolom y memiliki nilai -400.000.
- Baris Pivotal: Hitung rasio (Solusi / Elemen Kolom Pivotal) untuk kolom y .

$$\text{Baris } x: \frac{8,75}{0,5} = 17,5$$

$$\text{Baris } s_1: \frac{3}{1} = 3$$

Pilih rasio terkecil, yaitu baris s_1

- Elemen Pivotal: Elemen di baris s_1 dan kolom y adalah 1. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Karena semua nilai dalam Tabel 4 baris Z non-negatif, solusi ini optimal. Solusi disajikan sebagai berikut:

Jumlah produksi paket Nasi Kuning per minggu: $x = 7$

Jumlah produksi paket Nasi Goreng per minggu: $y = 3$

Keuntungan maksimal per minggu: Rp 7.350.000

Jadi, solusi optimal dengan metode Simpleks adalah memproduksi 7 paket Nasi Kuning dan 3 paket Nasi Goreng per minggu untuk mencapai keuntungan maksimal sebesar Rp 7,350,000.

Analisis Dualitas

Bentuk Primal Dual dan Solusi Optimal sebagai berikut.

Bentuk Primal:

Maksimumkan $Z = 800.000x + 500.000y$

Kendala:

- i. $6x + 4y \leq 56$
- ii. $4x + 2y \leq 35$
- iii. $x \geq 0, y \geq 0$

Bentuk Dual

Minimumkan $W = 56x + 35y$

Kendala:

- i. $6x + 4y \leq 800.000$
- ii. $4x + 2y \leq 500.000$
- iii. $x \geq 0, y \geq 0$

Analisis dualitas dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* POM-QM, sehingga diperoleh output pada Gambar 1. Dari Gambar 1, dapat kita pastikan bahwa:

- Nilai optimal dari primal dan dual harus sama. Dari tabel dualitas, nilai optimal W adalah 73.5 (atau Rp 7.350.000), yang konsisten dengan hasil dari perhitungan primal.
- Variabel basis dalam iterasi akhir (Iteration 5) adalah x dan y . Ini menunjukkan bahwa kedua variabel ini memberikan kontribusi langsung terhadap solusi optimal, sama seperti yang diharapkan dalam solusi primal.
- Tidak ada variabel artifisial, artinya, pada solusi akhir tidak ada variabel artifisial (pada gambar ditunjukkan pada kolom artfcl) atau surplus yang tersisa dalam basis, menunjukkan bahwa solusi yang diperoleh adalah solusi dasar yang layak dari masalah asli, bukan solusi dari masalah buatan yang digunakan untuk fase 1.
- Nilai Z konsisten, dimana Nilai Z yang dihitung melalui iterasi dan fase berbeda menunjukkan peningkatan dan akhirnya mencapai nilai optimal yang sama, baik dalam primal maupun dual.

Aanalysis Dualitas Solution								
Cj	Basic Variable	Quantity	56 X1	35 X2	0 artfcl 1	0 surplus 1	0 artfcl 2	0 surplus 2
Phase 1 - Iteration 1								
1	artfcl 1	8	6	4	1	-1	0	0
1	artfcl 2	5	4	2	0	0	1	-1
	zj	13	-10	-6	1	1	1	1
	cj-zj		10	6	0	-1	0	-1
Iteration 2								
1	artfcl 1	0.5	0	1	1	-1	-1.5	1.5
0	X1	1.25	1	0.5	0	0	0.25	-0.25
	zj	0.5	0	-1	1	1	3.5	-1.5
	cj-zj		0	1	0	-1	-2.5	1.5
Iteration 3								
0	surpl...	0.3333	0	0.6667	0.6667	-0.66...	-1	1
0	X1	1.3333	1	0.6667	0.1667	-0.16...	0	0
	zj	0	0	0	2	0	2	0
	cj-zj		0	0	-1	0	-1	0
Phase 2								
0	surpl...	0.3333	0	0.6667	0.6667	-0.66...	-1	1
56	X1	1.3333	1	0.6667	0.1667	-0.16...	0	0
	zj	74.6...	56	32.67	-9.33	9.33	0	0
	cj-zj		0	2.3333	9.3333	-9.33...	0	0
Iteration 5								
35	X2	0.5	0	1	1	-1	-1.5	1.5
56	X1	1	1	0	-0.5	0.5	1	-1
	zj	73.5	56	35	-7	7	-3.5	3.5

Gambar 1. Output solusi dualitas

Konsistensi antara tabel dualitas dan hasil persoalan primal menunjukkan bahwa solusi optimal dari masalah primal memberikan solusi optimal dari masalah dual, dan sebaliknya. Ini juga memastikan bahwa hasil yang diperoleh dari *software* sesuai dengan teori dualitas dalam pemrograman linier, di mana solusi optimal pada satu masalah (primal) memastikan solusi optimal pada masalah yang berlawanan (dual).

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisa yang berkaitan dengan perubahan parameter untuk melihat berapa besar perubahan dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalitasnya. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis dalam solusi, maka dikatakan bahwa solusi adalah sensitif terhadap nilai parameter itu. Sebaliknya jika perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar terhadap solusi maka dapat dikatakan solusi relatif intensif terhadap nilai parameter tersebut. Melalui analisis sensitivitas dapat dievaluasi pengaruh perubahan-perubahan parameter dengan sedikit tambahan perhitungan berdasarkan tabel simpleks optimum.

Untuk melakukan analisis sensitivitas, kita akan mengamati tabel simpleks terakhir yaitu Tabel 4, dan melihat bagaimana perubahan dalam koefisien fungsi tujuan dan batasan kendala mempengaruhi solusi. Dari Tabel 4, diperoleh solusi optimal dengan jumlah produksi paket Nasi Kuning per minggu adalah $x = 7$, dan jumlah produksi paket Nasi Goreng per minggu adalah $y = 3$. Keuntungan maksimal per minggu adalah Rp 7.350.000,00. Berikut hasil Analisis sensitivitas dari solusi yang diperoleh:

Shadow Price

Shadow prices adalah nilai marginal atau dual untuk setiap batasan. Ini menunjukkan perubahan dalam fungsi tujuan untuk perubahan satu unit pada batasan.

- Batas Waktu Pembuatan (56 jam): *shadow price* untuk kendala ini dapat dilihat pada Tabel 4, kolom s_1 pada baris Z . *Shadow price* adalah 400.000. Ini berarti bahwa setiap peningkatan 1 unit waktu pembuatan (1 jam) akan meningkatkan nilai optimal (Z) sebesar Rp400.000, asalkan kendala lainnya tidak berubah dan berada dalam batas *feasible*.
- Batas Waktu Pembungkusan (35 jam): *shadow price* untuk kendala ini dapat dilihat pada Tabel 4, kolom s_2 pada baris Z . *Shadow price* adalah -200.000. Ini berarti setiap peningkatan 1 unit waktu pembungkusan (1 jam) akan mengurangi nilai optimal (Z) sebesar Rp200.000, asalkan kendala lainnya tidak berubah dan berada dalam batas *feasible*.
- Batas perubahan pada nilai batasan; Analisis sensitivitas pada batas perubahan pada nilai batasan (*right-hand side ranges*) pada tabel simpleks memberikan informasi tentang seberapa besar kita dapat mengubah nilai batasan kendala sebelum solusi optimal berubah.

$$B^{-1}b = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 56 \\ 35 \end{bmatrix}$$

- Analisis Kendala Waktu Pembuatan; kita menggunakan baris kendala pertama dari tabel simpleks, dimana batasannya adalah $b_{1lama} = 56$.

$$6x + 4y + s_1 = 56$$

$$\text{Jika } \Delta = b_{1baru} - b_{1lama} \text{ atau } \Delta = b_{1baru} - 56$$

Maka dapat dinyatakan:

$$B^{-1}b = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 56 + \Delta \\ 35 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 3 + \Delta \end{bmatrix}$$

Solusi optimal yang lama akan tetap optimal jika $B^{-1}b$ yang baru bernilai positif atau nol. Maka diperoleh:

$$3 + \Delta \geq 0 \rightarrow \Delta \geq -3$$

$$b_{1baru} - 56 \geq -3 \rightarrow b_{1baru} \geq 53$$

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa kendala waktu pembuatan dapat dikurangi hingga 53 jam tanpa mengubah solusi optimal.

- Analisis Kendala Waktu Pembungkusan

Kita menggunakan baris kendala kedua dari tabel simpleks, dimana batasannya adalah

$$b_{2lama} = 35.$$

$$4x + 2y \leq 35$$

$$\text{Jika } \Delta = b_{2baru} - b_{2lama} \text{ atau } \Delta = b_{2baru} - 35$$

Maka dapat dinyatakan:

$$B^{-1}b = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 56 \\ 35 + \Delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 + \Delta \\ 3 - 1,5\Delta \end{bmatrix}$$

Solusi optimal yang lama akan tetap optimal jika $B^{-1}b$ yang baru bernilai positif atau nol. Maka diperoleh:

$$\begin{bmatrix} 7 + \Delta \geq 0 \\ 3 - 1,5\Delta \geq 0 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \Delta \geq -7 \\ -1,5\Delta \geq -3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \Delta \geq -7 \\ \Delta \leq 2 \end{bmatrix}$$

Interval nilai Δ yang memenuhi adalah:

$$-7 \leq \Delta \leq 2$$

$$-7 \leq b_{2_{baru}} - 35 \leq 2$$

$$35 - 7 \leq b_{2_{baru}} \leq 35 + 2$$

$$28 \leq b_{2_{baru}} \leq 37$$

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa kendala waktu pembungkusan dapat dikurangi hingga 28 jam atau ditingkatkan hingga 37 jam tanpa mengubah solusi optimal.

DISKUSI

Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa penggunaan metode simpleks dalam optimalisasi produksi Nasi Kuning dan Nasi Goreng menghasilkan keuntungan maksimum sebesar Rp 7.350.000,00 per minggu. Hasil ini jauh lebih baik dari hasil penelitian Humairoh et al., (2024) yang memperoleh keuntungan optimal sebesar Rp6.300.000,00 per minggu, dimana mereka menggunakan metode grafik untuk optimalisasi produksi. Meskipun metode grafik efektif untuk masalah dengan dua variabel keputusan, metode ini memiliki keterbatasan dalam menangani masalah dengan lebih banyak variabel dan kendala kompleks. Penelitian kami merupakan analisis sekunder dari penelitian mereka sebelumnya, dimana kami mempertimbangkan penggunaan metode simplek dalam pencarian solusi optimal, kemudian melakukan analisis dualitas dan analisis sensitivitas yang dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang perubahan parameter dan dampaknya terhadap solusi optimal yang tidak mereka lakukan sebelumnya. Hasil penelitian kami ini menunjukkan optimasi program linier metode simpleks menghasilkan keuntungan tambahan Rp1.050.000 per minggu dibandingkan dengan metode grafik. Solusi optimal kami dicapai dengan memproduksi 3 unit Nasi Kuning dan 7 unit Nasi Goreng per minggu. Analisis dualitas yang kami lakukan juga menunjukkan bahwa nilai optimal dari masalah primal dan dual adalah sama, yaitu Rp7.350.000,00.

Analisis sensitivitas juga menunjukkan bahwa kendala waktu pembuatan dapat dikurangi hingga 53 jam tanpa mengubah solusi optimal. Ini berarti bahwa masih ada ruang fleksibilitas yang cukup besar dalam pengelolaan waktu pembuatan tanpa mempengaruhi nilai optimal yang diperoleh. Fleksibilitas ini bisa dimanfaatkan dalam situasi dimana terjadi perubahan permintaan pasar atau dalam rangka penyesuaian proses produksi untuk meningkatkan efisiensi. Di sisi lain, kendala waktu pembungkusan dapat dikurangi hingga 28 jam atau ditingkatkan hingga 37 jam tanpa mengubah solusi optimal. Ini menunjukkan adanya rentang toleransi yang signifikan dalam pengelolaan waktu pembungkusan. Rentang ini memberikan fleksibilitas tambahan dalam menyesuaikan proses pembungkusan sesuai dengan kebutuhan operasional yang berbeda, seperti saat menangani pesanan dalam jumlah besar atau ketika mengimplementasikan perubahan dalam proses pembungkusan.

Hasil analisis sensitivitas menunjukkan dampak yang signifikan dari perubahan waktu pembuatan dan waktu pembungkusan terhadap nilai optimal (Z) dari penjualan nasi kuning dan nasi goreng. Peningkatan 1 unit waktu pembuatan (1 jam) menghasilkan peningkatan nilai optimal sebesar Rp400.000, yang menunjukkan bahwa peningkatan waktu yang dialokasikan untuk pembuatan produk secara langsung meningkatkan keuntungan. Sebaliknya, peningkatan 1 unit waktu pembungkusan (1 jam) mengurangi nilai optimal sebesar Rp200.000, yang mengindikasikan bahwa waktu pembungkusan yang lebih lama cenderung menurunkan profitabilitas. Peningkatan waktu pembuatan yang meningkatkan nilai optimal sebesar Rp400.000 menunjukkan bahwa proses pembuatan nasi kuning dan nasi goreng sangat menentukan dalam strategi optimasi keuntungan. Hal ini mengimplikasikan bahwa investasi dalam teknologi berupa penggunaan alat produksi tepat guna yang dapat mempercepat pembuatan berdampak secara signifikan meningkatkan profitabilitas seperti yang dilakukan Setiyowati et al., (2022).

Sebaliknya, peningkatan waktu pembungkusan yang mengurangi nilai optimal sebesar Rp200.000 menunjukkan bahwa efisiensi dalam proses pembungkusan adalah faktor kritis untuk menjaga profitabilitas. Proses pembungkusan yang lebih lama tidak hanya mengurangi keuntungan tetapi juga dapat mengganggu aliran produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, mengadopsi teknik pembungkusan yang lebih cepat dan efisien dengan cara mengotomatiskan proses pembungkusan dapat menjadi strategi yang efektif untuk meminimalkan penurunan keuntungan. Putri et al., (2021) telah menganalisis bahwa efek otomatisasi proses pengemasan dapat meningkatkan kapasitas produksi yang tentunya berdampak meminimalkan penurunan keuntungan. Disamping itu, penggunaan teknologi pengemasan juga dapat meningkatkan kualitas dan keamanan produk pangan, seperti yang dilakukan Safirin et al., (2023).

Studi tentang pemrograman linear dengan dualitas dan analisis sensitivitas menunjukkan pentingnya memahami hubungan antara primal dan dual serta dampak perubahan parameter terhadap solusi optimal juga dilakukan oleh Maifa (2014). Penelitiannya konsisten dengan hasil kami bahwa solusi optimal dari masalah primal memberikan solusi optimal dari masalah dual. Namun, studi kami lebih fokus pada aplikasi praktis dalam industri makanan, sedangkan Maifa et al., (2019) lebih banyak membahas teori dan contoh hipotetis.

Hasil analisis ini memberikan wawasan yang penting bagi pengusaha kuliner dalam merancang strategi operasional yang lebih efektif. Dengan memahami dampak dari perubahan waktu pembuatan dan pembungkusan terhadap keuntungan, pengusaha dapat membuat keputusan yang lebih tepat mengenai investasi dalam teknologi (Safirin et al., 2023), pelatihan karyawan (Yhonanda, 2023) atau perubahan proses produksi (Putri et al., 2021). Pertimbangan fleksibilitas dalam kendala waktu memungkinkan pengusaha untuk beradaptasi dengan perubahan permintaan pasar dan kondisi operasional tanpa mengorbankan profitabilitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode simpleks terbukti efektif dalam mengoptimalkan produksi Nasi Kuning dan Nasi Goreng, menghasilkan keuntungan maksimum sebesar Rp7.350.000,00 per minggu. Penelitian ini telah menunjukkan bahwa penggunaan metode simpleks dalam optimalisasi produksi Nasi Kuning dan Nasi Goreng menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode grafik. Hasil optimal sebesar Rp7.350.000,00 per minggu menandakan peningkatan signifikan dari penelitian sebelumnya oleh Humairoh et al., (2024) yang hanya mencapai keuntungan Rp6.300.000,00 per minggu. Perbedaan keuntungan sebesar Rp1.050.000,00 per minggu ini menegaskan keunggulan metode simpleks dalam menangani masalah optimasi dengan lebih banyak variabel dan kendala yang kompleks. Selain itu, analisis dualitas yang dilakukan dalam penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai optimal dari masalah primal dan dual adalah sama, menegaskan validitas dan konsistensi solusi yang diperoleh.

Analisis sensitivitas yang dilakukan memberikan wawasan penting mengenai dampak perubahan parameter terhadap solusi optimal. Peningkatan waktu pembuatan menunjukkan peningkatan nilai optimal, sementara peningkatan waktu pembungkusan menunjukkan penurunan nilai optimal. Fleksibilitas dalam pengelolaan kendala waktu pembuatan dan pembungkusan memberikan peluang bagi pengusaha kuliner untuk beradaptasi dengan perubahan operasional tanpa mengorbankan profitabilitas. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya pemahaman mendalam tentang analisis sensitivitas dan dualitas dalam

upaya optimasi keuntungan, serta memberikan panduan praktis bagi pengusaha dalam merancang strategi operasional yang lebih efektif dan efisien.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disajikan, beberapa rekomendasi dapat diambil untuk peningkatan penelitian di masa depan atau penelitian lanjutan. Penelitian ini dapat diperluas dengan mengaplikasikan metode simpleks pada skala produksi yang lebih besar, seperti dalam usaha restoran atau catering yang memiliki variasi menu yang lebih banyak dan volume produksi yang lebih tinggi. Hal ini akan menguji efisiensi dan efektivitas metode simpleks dalam skenario yang lebih kompleks dan dinamis. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan penggunaan data real-time untuk memantau perubahan dalam parameter produksi dan permintaan pasar. Dengan demikian, model optimasi dapat terus diperbarui untuk mencerminkan kondisi aktual, sehingga memberikan solusi yang lebih adaptif dan responsif terhadap fluktuasi pasar. Mengembangkan penelitian untuk mencakup analisis multi-objektif yang mempertimbangkan tidak hanya keuntungan maksimum tetapi juga faktor lain seperti kepuasan pelanggan, kualitas produk, dan keberlanjutan lingkungan juga dapat dipertimbangkan. Metode optimasi yang mempertimbangkan berbagai tujuan ini akan memberikan solusi yang lebih holistik dan seimbang. Penelitian lanjutan juga dapat mengevaluasi dampak sosial dan ekonomi dari penerapan metode optimasi ini terhadap para karyawan, pemasok, dan masyarakat sekitar. Hal ini penting untuk memastikan bahwa peningkatan efisiensi operasional juga memberikan manfaat yang adil bagi semua pemangku kepentingan.

REFERENSI

- Adtria, K. V., Kamid, K., & Rarasati, N. (2021). Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Jumlah Produksi Makaroni IKO Menggunakan Linear Programming. *Imajiner Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 174-182.
- Humairoh, F., SalSabillah, W., Ramadani, A., Kobak, V., Masuwara, P. A., & Sutejo, H. (2024). Optimalisasi Keuntungan Penjualan Nasi Kuning dan Nasi Goreng Menggunakan Program Linear Metode Grafik. *Edujavare Publishing*, 2(1), 293-299.
- Lina, T. N., Rumetna, M. S., Tindage, J., Pormes, F. S., & Ferdinandus, W. (2023). Penerapan Metode Simpleks dalam Mengoptimalkan Hasil Penjualan pada Usaha Berskala Kecil. *Journal of Computer Science and Technology*, 3(1), 25-32.
- Maifa, T. S., Garak, S. S., & Dominikus, W. S. (2019). Implementasi Bentuk Dualitas dan Analisa Sensitivitas Masalah Goal Programming. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(11-19).
- Mon, K. K. (2019). Simplex Method for Solving Maximum Problems in Linear Programming. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 8(9), 410-411.

- Paillin, D. B., Lawalata, V. O., & Indah, A. (2020). Analisis Hasil Kombinasi Produk dan Tingkat Penjualan dalam Upaya Memaksimalkan Keuntungan pada Pabrik Roti UD Arsita Ambon. *ARIKA*, 14(1), 53–64.
- Putri, F. T., Luthfiansyah, G., Indrawati, R. T., Prasetyo, B., & Priyoatmojo, S. (2021). Analisa Efek Otomatisasi Proses terhadap Kapasitas Produksi dengan Studi Kasus Mesin Selotip Semi Otomatis di Industri Pengemasan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 286–297.
- Safirin, M. T., Samanhudi, D., Aryanny, E., & Pudji W, E. (2023). Pemanfaatan Teknologi Packaging untuk Meningkatkan Kualitas dan Keamanan Produk Pangan Lokal. *Jurnal Abdimas Peradaban*, 4(1), 31–41.
- Setiyowati, S. W., Gultom, A. F., Asna, A., & Dwanoko, Y. S. (2022). PKM Pengembangan Produk Makanan Olahan Bahan Baku Kedelai Pada IRT Bido Jaya Kabupaten Malang Melalui Implementasi Teknologi Produksi Tepat Guna. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), 1996.
- Singh, A. (2022). Linear Programming Problem Solving Simplex Method. *Social Science Research Network*.
- Winarni, A., & Kartika, D. L. (2024). Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Produksi UD Mekar Sari Karang Klesem Menggunakan Program Linier dengan Metode Simpleks Diperbaiki. *Journal of Science and Technology*, 4(1), 63–76.
- Yhonanda Harsono. (2023). The Influence of Training Participation and Work Discipline on Employee Performance. *IJESS International Journal of Education and Social Science*, 4(2), 119–125.