Optimasi Hasil Produksi Keranjang Rotan Menggunakan Metode Karush-Kuhn-Tucker (Studi Kasus Industri Rumahan Keranjang Rotan di Desa Buluh Rampai)

Belasandi[1], Arnellis[2]
[1,2],Program Studi Matematika,Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP),

Article Info

Article history:

Received August 24, 2023
Revised October 04, 2023
Accepted December 20, 2023

Keywords:

Lagrange method
Karush-Kuhn-Tucker method
Multiplication matrix

Kata Kunci:

Metode Lagrange
Metode K*arush-Kuhn-Tucker*
Perkalian matriks

ABSTRACT

Optimization aims to obtain extreme values, either maximizing or minimizing a certain function with its limiting factors. This research was conducted in the rattan basket home industry of Buluh Rampai village by taking secondary data. To find out production results and maximum profits based on the availability of raw materials, time, labor and production capital, we use the Karush-Kuhn-Tucker method. This method can determine the optimum value of a constraint function without looking at its linear or nonlinear properties. This method is a development of the Lagrange method with matrix multiplication using the Matlab application. Based on the results of research using the Karush-Kuhn-Tucker method, it was found that the number of weighing rattan baskets produced was 116, 225 small round rattan baskets, 360 large round rattan baskets, and 77 ambungs with a maximum profit of IDR 41,985,313.

ABSTRAK

Optimasi bertujuan untuk mendapatkan harga ekstrim baik memaksimumkan atau meminimumkan dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya. Pada penelitian ini dilakukan di industri rumahan keranjang rotan desa Buluh Rampai dengan mengambil data sekunder. Untuk mengehtahui hasil produksi dan keuntungan maksimal berdasarkan ketersediaan bahan baku, waktu, tenaga kerja, dan modal produksi adalah dengan menggunakan metode *Karush-Kuhn-Tucker,* metode ini dapat menentukan nilai optimum dari suatu fungsi kendala tanpa melihat sifat linear atau nonlinear. Metode ini adalah pengembangan dari metode Lagrange dengan perkalian matriks oleh aplikasi *matlab*. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Karush-Kuhn-Tucker* ini diperoleh banyaknya keranjang rotan timbangan yang diproduksi 116 buah, keranjang rotan bulat kecil 225 buah, keranjang rotan bulat besar 360 buah, dan ambung sebanyak 77 buah dengan keuntungan maksimum yang didapatkan sebesar Rp 41.985.313.

Penulis pertama

(Belasandi)
Program Studi Matematika,Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negari Padang, Jl.Prof.Dr. Hamka,Air Tawar barat,Padang Utara, Padang, 25131 Padang,Sumatera Barat
Email: belasandi059@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang dalam rangka melakukan usaha secara efektif dan efisien untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai, sehingga optimasi sangat penting dalam persaingan di dunia industri [1]. Optimasi dapat ditempuh dengan dua cara yaitu maksimisasi dan minimisasi. Maksimisasi adalah optimasi produksi dengan menggunakan atau mengalokasian input yang sudah tertentu untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal [2]. Sedangkan minimisasi adalah optimasi produksi untuk menghasilkan tingkat output tertentu dengan menggunakan input atau biaya yang paling minimal [3].

Faktor produksi merupakan unsur-unsur yang dapat digunakan atau dikorbankan dalam proses produksi [4]. Adapun produksi di sini adalah transformasi dari faktor-faktor produksi (bahan mentah, tenaga kerja, modal, serta teknologi) menjadi hasil produksi atau produk (termasuk jenis produk), harga dan kualitas sesuai dengan yang diharapkan oleh konsumen, maka proses produksi perlu diatur dengan baik[5].

Kabupaten Indragiri Hulu tepatnya di Desa Buluh Rampai merupakan salah satu yang memiliki potensi cukup besar dalam industri kerajinan rotan[6]. Seperti usaha keranjang rotan di desa Buluh Rampai yang didirikan oleh Bapak Yosep Irianto. Terdapat masalah dalam pengembangan produksi diantaranya adanya keterbatasan sumber daya seperti bahan baku, tenaga kerja, waktu pengerjaan, modal produksi , serta permintaan pasar yang tidak menentu. Dalam masalah ini produsen perlu untuk memperhitungkan biaya dan target penjualan berdasarkan permintaan konsumen agar usaha keranjang rotan tersebut tidak mengalami kerugian [7].

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menyelesaikan kasus pengoptimasian keuntungan suatu produk. Salah satu metode untuk menyelesaikan masalah optimasi adalah metode *Karush-Kuhn-Tucker* [8]. Metode ini digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi dengan fungsi multivariabel yang memiliki kendala tanpa memandang apakah fungsi tersebut bersifat linier atau nonlinier[9].

Penelitian tentang penyelesaian kasus pengoptimalan keuntungan dengan menggunakan metode *Karush-Kuhn-Tucker* juga sudah dilakukan oleh Ni Made Asih [10] yang membahas tentang aplikasi *Kuhn-Tucker* dalam penjualan Oli Mobil, pada penelitian tersebut menyatakan hasil optimalisasi keuntungan dengan menggunakan metode *Kuhn-Tucker* lebih baik dari pada keuntungan sebelumnya. Dan diperkirakan dapat digunakan untuk melihat bagaimana mengoptimalkan hasil produksi keranjang rotan di Desa Buluh Rampai.

2. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan, suatu penelitian bertujuan mendapat pengetahuan secara praktis dan dapat diimplementasikan [11]. Data yang digunakan didapatkan dengan cara wawancara dan observasi langsung.

Variabel keputusan pada penelitian ini dibentuk berdasarkan jenis keranjang yang diproduksi. Ada empat variabel yang digunakan yaitu: Jumlah keranjang rotan timbang yang diproduksi (x_1), jumlah keranjang rotan bulat kecil yang diproduksi (x_2), jumlah keranjang rotan bulat besar yang diproduksi (x_3), dan jumlah keranjang rotan ambung yang diproduksi (x_4).

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan variabel keputusan.
2. Menentukan fungsi tujuan.
3. Menentukan fungsi kendala / batasan-batasan.
4. Membentuk fungsi lagrange *L*.
5. Menetapkan syarat *Karush-Kuhn-Tucker*.

3. HASIL DAN PAMBAHASAN

3.1. Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan pada penelitian ini dibentuk berdasarkan jenis keranjang yang diproduksi. Ada empat variabel yang digunakan yaitu: Jumlah keranjang rotan timbang yang diproduksi (x_1), jumlah keranjang rotan bulat kecil yang diproduksi (x_2), jumlah keranjang rotan bulat besar yang diproduksi (x_3), dan jumlah keranjang rotan ambung yang diproduksi (x_4).

3.2. Menentukan Fungsi Tujuan

Adapun fungsi tujuan pada penelitian ini dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keuntungan yang diperoleh dari pemilik usaha keranjang rotan (per unit)

Jenis Keranjang	Penjualan	Modal	Keuntungan
Keranjang Timbangan (x_1)	Rp 150.000	Rp 110.000	Rp 40.000
Keranjang Bulat kecil (x_2)	Rp 200.000	Rp 160.000	Rp 40.000
Keranjang Bulat Besar (x_3)	Rp 250.000	Rp 180.000	Rp 70.000
Keranjang Ambung (x_4)	Rp 150.000	Rp 110.000	Rp 40.000

Berdasarkan pada tabel 1 dapat dibentuk fungsi tujuannya sebagai berikut:
$f(x) = 40.000x_1 + 40.000x_2 + 70.000x_3 + 40.000x_4$.

3.3. Menentukan Fungsi Kendala / Batasan-batasan

Dalam suatu produksi kendala-kendala ini biasa disebut sebagai hambatan atau suatu keterbatasan. Misalnya ketersediaan bahan baku dan tenaga kerja. Sederhananya fungsi kendala adalah fungsi yang memiliki batasan tertentu [12]. Adapun fungsi kendala pada penelitian ini, yaitu fungsi yang menggambarkan keterbatasan yang dimiliki oleh pemilik usaha. Dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Data bahan baku produksi (per unit)

Bahan	x_1	x_2	x_3	x_4	Persediaan (btg)
Sega	12	35	35	20	25.000
Blengker	2	1	1	1	4000
Kayu	0	2	2	0	4000

Adapun waktu penyelesaian produk yang dibutuhkan pemilik usaha disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Waktu produksi (per unit)

Jenis keranjang	Waktu (jam)
Keranjang Timbangan	2
Keranjang Bulat kecil	3
Keranjang Bulat Besar	3
Keranjang Ambung	2
Total jam kerja dalam sebulan	240

Tabel 4. Data jumlah produk keranjang rotan per bulan

Jenis Keranjang	Jumlah Produksi/bulan
Keranjang Timbangan	116
Keranjang Bulat kecil	225
Keranjang Bulat Besar	360
Keranjang Ambung	77

Berdasarkan tabel 2 dan 3, dan 4 dapat dibentuk fungsi kendala sebagai berikut:

$$12x_1 + 35x_2 + 35x_3 + 20x_4 \leq 25000$$
$$2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 4000$$
$$x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 240$$
$$2x_2 + 2x_3 \leq 4000$$
$$x_1 \leq 116$$
$$x_2 \leq 225$$
$$x_3 \leq 360$$
$$x_4 \leq 77.$$
$$x_1, x_2, x_3, x_4 \ \geq 0$$

Selanjutnya pembentukan fungsi lagrange:

$$L = f(x_1, x_2, \dots, x_4) + \sum_{j=1}^{6} \lambda_j \left[r_j - g_j(x_1, x_2, \dots x_5)\right]$$

$$= 40000x_1 + 40000x_2 + 70000x_3 + 40000x_4 + \lambda_1(25000 - 12x_1 - 35x_2 - 35x_3 - 20x_4) + \lambda_2(40000 - 2x_1 - x_2 - x_3 - x_4) + \lambda_3(240 - x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4) + \lambda_4(4000 - 2x_2 - 2x_3) + \lambda_5(116 - x_1) + \lambda_6(225 - x_2) + \lambda_7(360 - x_3) + \lambda_8(77 - x_4).$$

3.4. Menetapkan Syarat *Karush-Kuhn-Tucker*.

Diasumsikan bahwa $f(x), g_1(x), g_2(x), \dots, g_m(x)$ merupakan fungsi yang dapat diturunkan yang memenuhi kondisi tertentu biasa [13]. Maka $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ dapat menjadi solusi optimal jika memenuhi kondisi *Karush-Kuhn-Tucker* berikut:

(1) $\frac{\partial L}{\partial x_i} \leq 0$, dimana $x_i \geq 0$, dan $x_i \frac{\partial L}{\partial x_i} = 0.$

(2) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} \geq 0$, dimana $\lambda_j \geq 0$ dan $\lambda_j \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0.$

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

Maka selanjutnya mengubah fungsi Lagrange ke dalam bentuk persamaan *Karush-Kuhn-Tucker*, sehingga dapat dibuat persamaan sebagai berikut:

1) $\frac{\partial L}{\partial x_1} = 40000 - 12\lambda_1 - 2\lambda_2 - \lambda_3 - 5\lambda_5 \leq 0$
2) $x_1 \frac{\partial L}{\partial x_1} = x_1(40000 - 12\lambda_1 - 2\lambda_2 - \lambda_3 - 5\lambda_5) = 0$
3) $\frac{\partial L}{\partial x_2} = 40000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_6 \leq 0$
4) $x_2 \frac{\partial L}{\partial x_2} = x_2 \ (40000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_6) = 0$
5) $\frac{\partial L}{\partial x_3} = 70000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_7 \leq 0$
6) $x_3 \frac{\partial L}{\partial x_3} = x_3(70000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_7) = 0$
7) $\frac{\partial L}{\partial x_4} = 40000 - 20\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 - \lambda_8 \leq 0$
8) $x_4 \frac{\partial L}{\partial x_4} = x_4(40000 - 20\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 - \lambda_8) = 0$
9) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 25000 - 12x_1 - 35x_2 - 35x_3 - 20x_4 \geq 0$
10) $\lambda_1 \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = \lambda_1(25000 - 12x_1 - 35x_2 - 35x_3 - 20x_4) = 0$
11) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 40000 - 2x_1 - x_2 - x_3 - x_4 \geq 0$
12) $\lambda_2 \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = \lambda_2(40000 - 2x_1 - x_2 - x_3 - x_4) = 0$

13) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 240 - x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 \geq 0$
14) $\lambda_3 \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = \lambda_3(240 - x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4) = 0$
15) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_4} = 4000 - 2x_2 - 2x_3 \geq 0$
16) $\lambda_4 \frac{\partial L}{\partial \lambda_4} = \lambda_4(4000 - 2x_2 - 2x_3) = 0$
17) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_5} = 116 - x_1 \geq 0$
18) $\lambda_5 \frac{\partial L}{\partial \lambda_5} = \lambda_5(116 - x_1) = 0$
19) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_6} = 225 - x_2 \geq 0$
20) $\lambda_6 \frac{\partial L}{\partial \lambda_6} = \lambda_6(225 - x_2) = 0$
21) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_7} = 360 - x_3 \geq 0$
22) $\lambda_7 \frac{\partial L}{\partial \lambda_7} = \lambda_7(360 - x_3) = 0$
23) $\frac{\partial L}{\partial \lambda_8} = 77 - x_4 \geq 0$
24) $\lambda_8 \frac{\partial L}{\partial \lambda_8} = \lambda_8(77 - x_4) = 0$
25) $x_i \geq 0$, Untuk setiap $i = 1,2,3,4$
26) $\lambda_j \geq 0$, $j = 1,2,3, \dots, 8$.

3.4.1 Mencari titik optimum dengan menggunakan syarat *Karush-Kuhn-Tucker*

Titik optimum dengan syarat *Karush-Kuhn-Tucker* dengan cara menganalisis kasus. Kasus yang dianalisa adalah nilai dari x dan λ, dimana nilai x dan λ hanya akan berlaku jika sama dengan nol $(= 0)$ atau lebih dari nol (> 0) [14]. Akan dianalisa untuk kasus ($x_1 > 0, x_2 > 0, x_3 > 0, x_4 > 0$ dan $\lambda_1 > 0$, $\lambda_2 > 0$, $\lambda_3 > 0$, $\lambda_4 > 0$, $\lambda_5 > 0$, $\lambda_6 > 0$, $\lambda_7 > 0$, $\lambda_8 > 0$) yang merupakan perkalian tak nol pada persyaratan (2), (4), (6), (8), (10), (12), (14), (16), (18), (20), (22), (24), sehingga syarat (1), (3), (5), (7), (9), (11), (13), (15), (17), (19), (21), (23) dapat dihapus. Secara singkat dapat diperoleh hasil berikut:

$$40000 - 12\lambda_1 - 2\lambda_2 - \lambda_3 - 5\lambda_5 = 0 \quad (3.1)$$
$$40000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_6 = 0 \quad (3.2)$$
$$70000 - 35\lambda_1 - \lambda_2 - 2\lambda_3 - 2\lambda_4 - \lambda_7 = 0 \quad (3.3)$$
$$40000 - 20\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 - \lambda_8 = 0 \quad (3.4)$$
$$25000 - 12x_1 - 35x_2 - 35x_3 - 20x_4 = 0 \quad (3.5)$$
$$40000 - 2x_1 - x_2 - x_3 - x_4 = 0 \quad (3.6)$$
$$240 - x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 = 0 \quad (3.7)$$
$$4000 - 2x_2 - 2x_3 = 0 \quad (3.8)$$
$$116 - x_1 = 0 \quad (3.9)$$
$$225 - x_2 = 0 \quad (3.10)$$
$$360 - x_3 = 0 \quad (3.11)$$
$$77 - x_4 = 0 \quad (3.12)$$

Untuk mendapatkan nilai λ maka perlu diperhatikan persamaan (3.1), (3.2), (3.3), (3.4) dengan mengeliminasi masing-masing persamaan tersebut akan muncul persamaan-persamaan baru, kemudian persamaan-persamaan tersebut dapat diubah menjadi persamaan linier untuk mengidentifikasi nilai. Persamaan tersebut ditulis kembali dengan tampilan sebagai berikut:

$$12\lambda_1 + 2\lambda_2 + \lambda_3 + 5\lambda_5 = 40000$$
$$35\lambda_1 + \lambda_2 + 2\lambda_3 + 2\lambda_4 + \lambda_6 = 40000$$

$35\lambda_1 + \lambda_2 + 2\lambda_3 + 2\lambda_4 + \lambda_7 = 70000$
$20\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_8 = 40000$
$23\lambda_1 - 2\lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_4 - 5\lambda_5 + \lambda_6 = 0$
$23\lambda_1 + \lambda_3 + 2\lambda_4 - 5\lambda_5 + \lambda_7 = 30000$
$-15\lambda_1 - \lambda_3 - \lambda_4 - \lambda_6 + \lambda_8 = 0$
$15\lambda_1 + \lambda_3 + 2\lambda_4 + \lambda_7 - \lambda_8 = 30000$

Kemudian persamaan di atas ditulis menjadi persamaan matriks ordo 8. Matriks yang dibuat berordo 8 karena kendala yang terdapat yaitu sebanyak 8 kendala.

$$A = \begin{bmatrix} 12 & 2 & 1 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 35 & 1 & 1 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 35 & 1 & 2 & 2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 20 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 23 & -1 & 1 & 2 & -5 & 1 & 0 & 0 \\ 23 & 0 & 1 & 2 & -5 & 0 & 1 & 0 \\ -15 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 15 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 40000 \\ 40000 \\ 70000 \\ 40000 \\ 0 \\ 30000 \\ 0 \\ 30000 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan aturan perkalian matriks, untuk mencari nilai λ_j maka perlu dicari invers dari matriks A karena untuk mendapatkan matriks memiliki rumusan $\lambda_j = A^{-1}B$ [15]. Dengan menggunakan aplikasi matlab, dapat diperoleh A^{-1}, dan nilai λ yaitu :

$\lambda_1 = 0{,}041$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 = 0$, $\lambda_4 = 0$, $\lambda_5 = 0$, $\lambda_6 = -2{,}6214$, $\lambda_7 = 0$, $\lambda_8 = -2{,}6214$.

Berdasarkan syarat *Karush-Kuhn-Tucker* bahwa $\lambda_j \geq 0$, maka λ_j yang memenuhi adalah $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_7$.

Untuk nilai dari x_1, x_2, x_3, x_4 yang optimal didapat dari persamaan-persamaan (3.9), (3.10), (3.11), (3.12) , sehingga dapat ditulis kembali :

$$x_1 = 116 \text{ , } x_2 = 225, \ x_3 = 360, \text{ dan } \ x_4 = 77.$$

Dengan demikian, diperoleh penyelesaian ($x_1 = 116$, $x_2 = 225$, $x_3 = 360$, dan $x_4 = 77$, $\lambda_1 = 0{,}041$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 = 0$, $\lambda_4 = 0$, $\lambda_5 = 0$, $\lambda_7 = 0$) yang memenuhi syarat *Karush-Kuhn-Tucker*.

3.4.2 Menghitung nilai maksimum global dari fungsi tujuan atau keuntungan maksimum

Untuk keuntungan dapat dicari melalui fungsi Lagrange yang merupakan fungsi tujuan untuk mencapai nilai hasil produksi yang optimal dengan disubstitusi nilai x dan λ , sehingga diperoleh nilai maksimumnya yaitu: $L = 41.985.313$.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Karush-Kuhn-Tucker, maka didapatkan hasil yang optimal pada produksi yang optimal untuk usaha keranjang rotan adalah keranjang timbangan = 116 unit, keranjang bulat kecil = 225 unit, keranjang bulat besar = 360 unit, keranjang ambung = 77 unit dengan keuntungan maksimum adalah Rp 41.985.313.

REFERENSI

[1] Esther, NataliaDwiAstuti, dkk. 2013. *Penerapan Model Linear Gola Programming Untuk Optimasi Perencanaan Produksi*. Salatiga: Fakultas Sains dan Matematika UKSW

[2] Safitri, Elfira., Basriati, Sri. Dan Zahara, Amelia. 2019. *Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Karush-Kuhn-Tucker (Studi Kasus: Toko Baju Mitra Pekanbaru).*Pekanbaru: UIN Sultan Syarif Kasim Riau

[3] Sugiyono, 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitating dan R&D*. Bandung: ALFABETA

[4] Agustina, Ellys., Sufri., Rozi, Syamsyida. 2021. *Optimasi Keuntungan Menggunakan Metode Karush-Kuhn-Tucker (Studi Kasus: Mi Aceh Pattimura Jambi).* Jambi; Universitas Jambi

[5] Ahman,. Eeng & Rohmana, Yana. 2007. *Pengantar Teori Ekonomi Mikro* Bandung: Lab, Ekonomi dan Koperasi

[6] Riswanti, Puri. 2016. *Analisis Pendapatan Usaha Kerajinan Rotan di Kabupaten Indragiri Hulu (Studi Kasus di Desa Buluh Rampai Kecamatan Seberida Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau).* Pekanbaru: Universitas Riau

[7] Putra, I Gede Aris Janova. , Asih, Ni Made., danWidana, I Nyoman. 2015. *Optimalisasi Penjualan Kain Endek Dengan Metode Karush-Kuhn-Tucker(KKT).* Universitas Udayana

[8] Setiawan, Rubono., dan Pramesti, Getut. 2018. *Penggunaan Kriteria Karush-Kuhn-Tucker (KKT) Dalam Analisis Economic Order Quantity (EOQ) Model Inventori Dalam Permasalahan Rantai Pasok. Surakarta; Universitas Sebelas Maret*

[9] Amalia. 2010, *Peranan Persyaratan Karush-Kuhn-Tucker dalam Menyelesaikan Pemrograman Kuadratis*. Universitas Sumatera Utara.http://repository.usu.ne.id/bitstream/1234.50789/14099/1/10E00011.pdf. (Diakses tanggal 5 Januari 2017)

[10] Asih, Ni Made dan Widana, I Nyoman 2012. *Aplikasi Metode Kuhn Tucker dalam Penjualan Oli Mobil (Studi Kasus: PT Anugrah Mitra Dewata*, Bali: Universitas Udayana.

[11] Ayuwati, Sri. *Optimasi Biaya Produksi Pada Industri Kerajinan Kain Tenun Buton Menggunakan Metode karush-Kuhn-Tucker*. Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Hasanuddin.

[12] A.M, Raudhatul Jannah., Arnellis. Dan Sriningsih, R. *Optimasi Hasil Produksi Tahu dan Tempe dengan Metode Branch and Bound dan Metode Cutting Plane*. Journal Of Mathematics, Vol.3, No.1, 2018.

[13] Khoerunisa. 2016. *Kombinasi Persyaratan Karush-Kuhn-Tucker Dan Metode Branch and Bound Pada Pemrograman Kuadratik Konveks Bilangan Bulat Murni*.Jakarta; Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

[14] Lieberman, Hiller. 2008. *Operation Research. (Kartika Dewa, The Jin Ai. Slamet Setio Wigati, dan Dewiberta Hardjono. Terjemahan).* Yogyakarta: Andi

[15] Cipta, Hendra. 2017. *Penyelesaian Invers Matriks Dengan Metode Perkalian Invers Matriks Elementer. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.*