

Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Keuntungan Produksi Busana dengan Metode Simpleks

A.A.Sri Desiana Shintya Dewi

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Udayana
e-mail: agunk.desiana@gmail.com

Ni Ketut Tari Tastrawati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Udayana
e-mail: taritastrawati@yahoo.com

Kartika Sari

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Udayana
e-mail: sari_kaartika@yahoo.com

Abstract: The main goal of every company in business is the optimal profit. Challenges that often faced by companies in achieving maximum profit is the difficulty of combining every available resources of the company. The purpose of this study was to determine the maximum profit that can be obtained by Ls Garment using the simplex method and determine the impact of the changes that occur in the objective function coefficients and constants right side constraints to the optimal solution. Based on the results of the application method used, it was obtained maximum profit of Rp. 1.893.184,00 per day with the amount of Dress Payung, Celana Aladdin XL, Celana Aladdin XXL, Celana Aladdin $\frac{3}{4}$, Dress Kerut, and Daster Haji respectively are 34, 60, 68, 96, 26, and 26 pieces. Profit remain in optimal condition if the change of coefficients value at the objective function is less than or equal to the coefficient of the objective function at the initial model.

Keywords: Sensitivity analysis, optimalization, maximum profit, Simplex method

1. Pendahuluan

Industri garmen adalah industri yang memproses bahan baku kain (dengan berbagai potongan dan komponen) menjadi suatu produk siap pakai seperti busana, handuk, dan lain-lain. Industri garmen menjadi salah satu penyumbang devisa ekspor tertinggi dalam kurun waktu lima tahun terakhir, bahkan pada tahun 2012 nilai ekspor industri garmen mencapai US\$ 7,18 milyar atau 57,65% dari total ekspor TPT nasional (Kemenperin [1]).

Garmen Ls adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi busana. Garmen ini berlokasi di Kabupaten Gianyar, Bali, menjual berbagai jenis busana khas Bali yang diproduksi sendiri. Jenis bahan yang digunakan adalah kain katun dan kain rayon. Produk yang dihasilkan adalah busana-busana pria dan wanita, baik anak-anak maupun dewasa dengan berbagai jenis busana dan ukuran. Berbagai jenis busana tersebut memiliki harga jual yang berbeda-beda, sehingga sulit untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal.

Permasalahan yang berkaitan dengan proses memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya disebut optimalisasi. Menurut Siregar [2], optimalisasi merupakan proses mencari solusi optimal dari sebuah permasalahan dengan menggunakan suatu model matematis dan pemecahannya dapat menggunakan metode-metode seperti pemrograman linear, pemrograman nonlinear, program tujuan ganda dan lain-lain. Pada kasus Garmen Ls, mengingat bahwa tingkat keuntungan, faktor-faktor produksi, dan produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut memiliki hubungan yang linear, maka pemecahan masalah optimalisasi yang digunakan adalah metode pemrograman linear.

Terdapat beberapa cara untuk menyelesaikan masalah pemrograman linear, antara lain metode grafik dan metode simpleks. Menurut Heizer dan Render [3], sebagian besar permasalahan pemrograman linear di dunia nyata memiliki lebih dari dua variabel yang mengakibatkan penyelesaian dengan metode grafik kurang efektif. Oleh karena itu, penyelesaian untuk permasalahan ini menggunakan metode simpleks. Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya, yang dilakukan berulang-ulang (iteratif) sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum (Herjanto [4]).

Selain mencari solusi optimal, seringkali sangat berguna dilakukan suatu analisis untuk mengamati perubahan-perubahan yang terjadi pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala, serta dampaknya terhadap optimalitas. Analisis tersebut dinamakan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas menjelaskan sampai sejauh mana koefisien fungsi tujuan dan nilai ruas kanan kendala boleh berubah tanpa memengaruhi solusi optimal (Siswanto [5]). Hal ini berarti, dengan melakukan analisis sensitivitas, akibat yang mungkin terjadi dari perubahan-perubahan tersebut dapat diprediksi dan diantisipasi sebelumnya (Amirudin [6]).

Selama ini jumlah produksi busana Garmen Ls hanya ditentukan dengan cara mencoba-coba. Jumlah pakaian yang diproduksi terkadang tidak sesuai dengan target yang diharapkan, sehingga tidak bisa menghasilkan keuntungan yang maksimal. Oleh karena itu, penyelesaian masalah optimalisasi produksi busana di Garmen Ls diselesaikan menggunakan metode simpleks dan selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala pada model yang diperoleh.

Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana keuntungan maksimal yang diperoleh dalam produksi busana di Garmen Ls menggunakan formulasi model simpleks? dan bagaimana hasil analisis sensitivitas terhadap perubahan-perubahan koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala pada model simpleks?

Selanjutnya, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui keuntungan maksimal yang diperoleh dalam produksi busana di Garmen Ls menggunakan formulasi model simpleks serta mengetahui hasil analisis sensitivitas terhadap perubahan-perubahan koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala pada model simpleks.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah studi kasus. Studi kasus yang dilakukan adalah dengan menentukan variabel-variabel yang akan diteliti dan mencari keuntungan maksimal berdasarkan model linear yang diperoleh. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala pada model tersebut, yang disebut analisis sensitivitas. Langkah-langkah pemecahan program linear menggunakan metode simpleks (Aminudin [7]) yaitu:

- 1) Memformulasikan dan membentuk model standar suatu permasalahan program linear.
- 2) Membentuk tabel awal simpleks, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Awal Simpleks

		c_j	c_1	c_2	...	c_n	0	0	...	0
Variabel Dasar	Tujuan	x_j b_i	x_1	x_2	...	x_n	s_1	s_2	...	s_m
s_1	0	b_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	1	0	...	0
s_2	0	b_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	0	1	...	0
...
...
s_m	0	b_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	0	0	...	1
	z_j	0	0	0	...	0	0	0	...	0
		$c_j - z_j$	c_1	c_2	...	c_n	0	0	...	0

- 3) Menentukan kolom kunci di antara kolom-kolom variabel yang ada, yaitu kolom yang mengandung nilai $(c_j - z_j) \geq 0$ terbesar untuk kasus maksimasi dan atau mengandung nilai $(c_j - z_j) \leq 0$ terkecil untuk kasus minimasi.
- 4) Menentukan baris kunci di antara baris-baris variabel yang ada, yaitu baris yang memiliki rasio kuantitas dengan nilai positif terkecil.

$$\text{Rasio kuantitas ke-}i = \frac{b_i}{\text{unsur kolom kunci positif}}$$

5) Membentuk tabel berikutnya, yaitu mengganti variabel basis dengan variabel masuk (*entering variable*) dan mengeluarkan variabel nonbasis (*leaving variable*) dari kolom tersebut, serta melakukan transformasi baris-baris variabel dengan menggunakan rumus transformasi:

a) Baris baru selain baris kunci = baris lama – (rasio kunci x baris kunci lama),

$$\text{dengan rasio kunci} = \frac{\text{unsur kolom kunci}}{\text{angka kunci}}$$

b) Baris kunci baru = $\frac{\text{semua unsur baris kunci lama}}{\text{angka kunci}}$

Angka kunci merupakan perpotongan antara baris kunci dan kolom kunci.

6) Melakukan uji optimalitas. Jika semua koefisien pada baris $(c_j - z_j)$ sudah tidak ada lagi yang bernilai positif (untuk kasus maksimasi) atau sudah tidak ada lagi yang bernilai negatif (untuk kasus minimasi), berarti tabel sudah optimal. Akan tetapi, apabila kriteria ini belum terpenuhi, maka proses diulang kembali ke langkah 3 sampai nilai semua koefisien pada baris $(c_j - z_j)$ bernilai negatif untuk kasus maksimasi atau positif untuk kasus minimasi.

Selanjutnya, analisis sensitivitas dilakukan melalui tahapan berikut:

1) Perubahan koefisien fungsi tujuan

Pertama, mencari interval perubahan yang diperbolehkan untuk koefisien tujuan berdasarkan persamaan:

$$(c_j - z_j) - a_{ij}\Delta c_j + \Delta c_j \quad (1)$$

Selanjutnya, melakukan perubahan terhadap koefisien tujuan sesuai interval yang diperbolehkan.

2) Perubahan konstanta ruas kanan fungsi kendala

Pertama, mencari interval perubahan yang diperbolehkan untuk ruas kanan fungsi kendala berdasarkan pendekatan rasio (Siswanto [5]):

$$\frac{b_i}{a_{ij}} \quad (2)$$

Selanjutnya, melakukan perubahan terhadap ruas kanan fungsi kendala sesuai interval yang diperbolehkan.

3) Perubahan simultan pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, yaitu data panjang dan lebar kain (dalam cm), persediaan bahan, harga beli masing-masing kain, harga jual dari masing-masing jenis busana, jam kerja per hari, waktu pembuatan

busana, banyaknya tenaga kerja, upah dan persediaan upah tenaga kerja, serta data banyaknya produksi masing-masing jenis busana.

3.1 Variabel Keputusan

Dalam penelitian ini, variabel keputusan berkaitan dengan penentuan jumlah busana yang harus diproduksi, yaitu:

x_1 = banyak busana jenis 1 (Dress Payung),

x_2 = banyak busana jenis 2 (Celana Aladdin XL),

x_3 = banyak busana jenis 3 (Celana Aladdin XXL),

x_4 = banyak busana jenis 4 (Celana Aladdin $\frac{3}{4}$)

x_5 = banyak busana jenis 5 (Dress Kerut),

x_6 = banyak busana jenis 6 (Daster Haji) yang diproduksi.

3.2 Fungsi Batasan

Fungsi batasan merupakan batasan kapasitas sumber daya yang tersedia. Dalam kasus optimalisasi pada Garmen Ls, model fungsi batasan terdiri dari batasan penggunaan bahan, batasan produksi, dan batasan nonnegatif.

1) Batasan Penggunaan Bahan

Busana yang dihasilkan tidak boleh melebihi dari bahan yang tersedia. Penggunaan bahan tersebut dibatasi seperti berikut:

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq P \quad (3)$$

dengan:

p_i = panjang atau lebar dari masing-masing kain yang digunakan untuk membuat busana jenis i ,

P = persediaan kain sebagai bahan busana dalam waktu 1 hari.

Kain yang dibeli garmen untuk bahan busana dalam bentuk gulungan dengan panjang 1 gulung kain adalah 9144 cm dan lebar 115 cm. Persediaan bahan untuk membuat busana adalah 5 gulung kain per hari, yaitu sepanjang 45720 cm. Panjang kain untuk masing-masing jenis busana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang Kain Masing-Masing Jenis Busana

No.	Jenis Busana	Panjang Kain (cm)
1	Dress Payung	145
2	Celana Aladdin XL	65
3	Celana Aladdin XXL	140
4	Celana Aladdin 3/4	66
5	Dress Kerut	132
6	Daster Haji	154

Berdasarkan kain persediaan dan Tabel 2, fungsi batasan dalam penggunaan kain tersebut dapat dituliskan sebagai

$$145x_1 + 65x_2 + 140x_3 + 66x_4 + 132x_5 + 154x_6 \leq 45720 \quad (4)$$

2) Batasan Waktu

Proses pengolahan kain menjadi busana tidak boleh melebihi waktu yang tersedia, sehingga batasan waktu dalam penelitian ini dapat dinyatakan seperti model berikut.

$$\sum_{i=1}^n h_i x_i \leq VH \quad (5)$$

dengan :

h_i = waktu yang dibutuhkan untuk membuat busana jenis i (menit),

V = jumlah seluruh tenaga kerja yang tersedia,

H = jam kerja yang tersedia (menit/hari).

Dalam waktu satu hari, jam kerja yang tersedia adalah 8 jam. Oleh karena itu, proses pembuatan busana dibatasi waktunya hanya 8 jam/hari atau sama dengan 480 menit/hari. Tenaga kerja di Garmen Ls berjumlah 10 orang. Busana Celana Aladdin ¾, Celana Aladdin XXL, dan Celana Aladdin XL secara berturut-turut dikerjakan oleh 3 orang, 2 orang, dan 2 orang, sementara itu busana lainnya dikerjakan oleh satu orang tenaga kerja. Waktu total yang dibutuhkan untuk membuat masing-masing jenis busana dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Pembuatan Busana

No.	Jenis Busana	Waktu Pembuatan Busana (Menit/Busana)
1	Dress Payung	14
2	Celana Aladdin XL	7
3	Celana Aladdin XXL	8
4	Celana Aladdin 3/4	5
5	Dress Kerut	18
6	Daster Haji	18

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh model fungsi batasan waktu seperti berikut:

$$14x_1 + 7x_2 + 8x_3 + 5x_4 + 18x_5 + 18x_6 \leq 4800 \quad (5)$$

3) Batasan Produksi

Busana yang dihasilkan minimal mencapai target yang diharapkan, sehingga produksi busana tersebut dibatasi sebagai berikut.

$$x_i \geq B \quad (6)$$

dengan:

B = target busana yang dihasilkan dalam sehari.

Target produksi dari masing-masing busana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Target Produksi Setiap Busana

No.	Jenis Busana	Target Produksi Busana (per hari)
1	Dress Payung	25
2	Celana Aladdin XL	30
3	Celana Aladdin XXL	30
4	Celana Aladdin 3/4	45
5	Dress Kerut	20
6	Daster Haji	25

Berdasarkan Tabel 4, model untuk batasan produksi adalah

$$\begin{aligned} x_1 &\geq 25 \\ x_2 &\geq 30 \\ x_3 &\geq 30 \\ x_4 &\geq 45 \\ x_5 &\geq 20 \\ x_6 &\geq 25 \end{aligned} \quad (7)$$

4) Batasan Produksi Maksimal

Waktu kerja yang terbatas mengakibatkan busana yang dihasilkan tidak boleh melebihi batas maksimal dari yang dapat diproduksi dalam sehari. Oleh karena itu, hal tersebut dibatasi sebagai berikut.

$$x_i \leq M \quad (8)$$

dengan:

M = maksimal busana yang dapat diproduksi dalam sehari.

Maksimal busana yang bisa diproduksi dapat diketahui dari jam kerja dalam sehari dibagi dengan waktu pembuatan masing-masing jenis busana. Misalkan produksi maksimal busana Dress Payung (x_1) yaitu $480/14$ menit = 34 buah. Dengan cara yang sama, jumlah produksi maksimal masing-masing busana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Produksi Maksimal Setiap Busana

No.	Jenis Busana	Produksi Maksimal Busana (per hari)
1	Dress Payung	34
2	Celana Aladdin XL	68
3	Celana Aladdin XXL	60
4	Celana Aladdin 3/4	96
5	Dress Kerut	26
6	Daster Haji	26

Model untuk batasan produksi maksimal adalah

$$\begin{aligned}
 x_1 &\leq 34 \\
 x_2 &\leq 68 \\
 x_3 &\leq 60 \\
 x_4 &\leq 96 \\
 x_5 &\leq 26 \\
 x_6 &\leq 26
 \end{aligned} \tag{9}$$

5) Batasan Upah Tenaga Kerja

Dalam hal ini, upah yang dibayarkan kepada tenaga kerja tersebut sudah dihitung termasuk ongkos jahit. Fungsi batasan untuk upah tenaga kerja adalah:

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \leq W \tag{10}$$

dengan:

r_i = upah kerja dari seorang tenaga kerja per busana jenis i per hari,

W = biaya yang dialokasikan untuk upah tenaga kerja per hari.

Upah tenaga kerja ditentukan berdasarkan jenis busana yang dibuat. Untuk lebih jelas, upah tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Upah Tenaga Kerja

No.	Jenis Busana	Upah Tenaga Kerja (Rp./Busana)
1	Dress Payung	3000
2	Celana Aladdin XL	3000
3	Celana Aladdin XXL	3000
4	Celana Aladdin 3/4	3000
5	Dress Kerut	4000
6	Daster Haji	4000

Pemilik garmen menyediakan biaya untuk upah tenaga sebesar Rp. 1.000.000,00 per hari, sehingga fungsi batasan untuk upah tenaga kerja adalah

$$3000x_1 + 3000x_2 + 3000x_3 + 3000x_4 + 4000x_5 + 4000x_6 \leq 1000000 \quad (11)$$

3.3 Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai adalah memaksimalkan keuntungan dari hasil penjualan busana dengan memaksimalkan produksi dari masing-masing jenis busana. Keuntungan penjualan busana jenis i diperoleh dari harga jual dari busana jenis i (μ_i) dikurangi harga beli kain yang digunakan dalam proses pembuatan busana jenis i (ψ_i) serta dikurangi upah kerja dari seorang tenaga kerja dalam mengerjakan busana jenis i per hari (r_i). Keuntungan dari setiap busana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Keuntungan Setiap Jenis Busana

No.	Jenis Busana	Keuntungan
1	Dress Payung	5440
2	Celana Aladdin XL	8680
3	Celana Aladdin XXL	4080
4	Celana Aladdin 3/4	6552
5	Dress Kerut	4104
6	Daster Haji	5288

Dengan demikian, model fungsi tujuan berdasarkan Tabel 6 adalah
Maksimalkan

$$Y = 5440x_1 + 8680x_2 + 4080x_3 + 6552x_4 + 4104x_5 + 5288x_6 \quad (12)$$

Selanjutnya nilai-nilai fungsi tujuan dan fungsi batasan tersebut disusun dalam satu model matematis seperti berikut.

Maksimalkan

$$Y = 5440x_1 + 8680x_2 + 4080x_3 + 6552x_4 + 4104x_5 + 5288x_6$$

dengan batasan:

$$145x_1 + 65x_2 + 140x_3 + 66x_4 + 132x_5 + 154x_6 \leq 45720$$

$$25 \leq x_1 \leq 34$$

$$30 \leq x_2 \leq 68$$

$$30 \leq x_3 \leq 60$$

$$45 \leq x_4 \leq 96$$

$$20 \leq x_5 \leq 26$$

$$25 \leq x_6 \leq 26$$

$$14x_1 + 7x_2 + 8x_3 + 5x_4 + 18x_5 + 18x_6 \leq 4800$$

$$3000x_1 + 3000x_2 + 3000x_3 + 3000x_4 + 4000x_5 + 4000x_6 \leq 1000000$$

$$x_1, x_2, \dots, x_6 \in Z$$

(13)

Dengan menggunakan software QSB diperoleh penyelesaian melalui 12 iterasi dengan nilai maksimum $Y = 1893184$ yang terjadi saat $x_1 = 34, x_2 = 68, x_3 = 60, x_4 = 96, x_5 = 26$ dan $x_6 = 26$. Terjadi peningkatan keuntungan sebesar Rp. 865.264,00 per hari.

3.4 Analisis Sensitivitas

Setelah diperoleh solusi optimal, selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas terhadap koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala.

1) Rentang perubahan koefisien fungsi tujuan (c_j)

Rentang perubahan koefisien fungsi tujuan dalam analisis sensitivitas dilambangkan dengan Δc_j , yang dalam kasus ini dimaksud sebagai perubahan keuntungan busana jenis i . Dalam kasus pada Garmen Ls, rentang perubahan yang diperbolehkan untuk $c_j (j = 1, 2, \dots, 6)$ secara berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rentang Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan

Jenis Busana	Koef. Fungsi Tujuan	Rentang Perubahan
Dress Payung	c_1	(0, 5440]
Celana Aladdin XL	c_2	(0, 8680]
Celana Aladdin XXL	c_3	(0, 4080]
Celana Aladdin 3/4	c_4	(0, 6552]
Dress Kerut	c_5	(0, 4104]
Daster Haji	c_6	(0, 5288]

2) Rentang kelayakankonstanta ruas kanan fungsi kendala (b_i)

Perubahan konstanta ruas kanan fungsi kendala berkaitan dengan perubahan sumber daya yang dimiliki oleh Garmen Ls. Misalkan dalam penelitian ini

b_1 = panjang kain yang digunakan untuk membuat busana x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 dan x_6 ,

b_2 = target produksi busana x_1 sehari,

b_3 = kemampuan maksimal produksi busana x_1 sehari,

b_4 = target produksi busana x_2 sehari,

b_5 = kemampuan maksimal produksi busana x_2 sehari,

b_6 = target produksi busana x_3 sehari,

b_7 = kemampuan maksimal produksi busana x_3 sehari,

b_8 = target produksi busana x_4 sehari,

b_9 = kemampuan maksimal produksi busana x_4 sehari,

- b_{10} = target produksi busana x_5 sehari,
- b_{11} = kemampuan maksimal produksi busana x_5 sehari,
- b_{12} = target produksi busana x_6 sehari,
- b_{13} = kemampuan maksimal produksi busana x_6 sehari,
- b_{14} = waktu (H) yang tersedia,
- b_{15} = biaya persediaan untuk upah tenaga kerja.

Rentang perubahan yang diperbolehkan untuk b_i dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rentang Perubahan Konstanta Ruas Kanan Fungsi Kendala

Konstanta Ruas Kanan Fungsi Kendala	Rentang Perubahan	Konstanta Ruas Kanan Fungsi Kendala	Rentang Perubahan
b_1	[31522, 45720]	b_9	[45, 102]
b_2	[25, 34]	b_{10}	[20, 26]
b_3	[25, 40]	b_{11}	[25, 30]
b_4	[30, 68]	b_{12}	[25, 26]
b_5	[30, 74]	b_{13}	[26, 30]
b_6	[30, 60]	b_{14}	[2848, 4800]
b_7	[30, 66]	b_{15}	[981999, 1000000]
b_8	[45, 96]		

4 Kesimpulan

Setelah dilakukan penerapan metode simpleks, keuntungan maksimal yang diperoleh Garmen Ls dalam sehari meningkat sebesar Rp. 865.264,00 dari Rp. 1.027.920,00 menjadi Rp. 1.893.184,00 dengan banyak produksi Dress Payung 34 buah, Celana Aladdin XL 68 buah, Celana Aladdin XXL 60 buah, Celana Aladdin $\frac{3}{4}$ 96 buah, Dress Kerut 26 buah, dan Daster Haji 26 buah.

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas, keuntungan akan tetap berada pada kondisi optimal apabila perubahan koefisien-koefisien fungsi tujuan bernilai lebih kecil atau sama dengan koefisien fungsi tujuan pada model awal.

Daftar Pustaka

- [1] Kemenperin. 2013. *Siaran Pers: Sekjen Kemenperin Buka Pameran Uniform and Workwear Fair VI 2013*. <http://www.kemenperin.go.id>.
- [2] Siregar, D.P. 2010. *Optimasi Penjadwalan Kuliah dengan Metode Tabu Search. Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [3] Heizer, J. dan Render, B. 2006. *Operations Management: Manajemen Operasi*. Penerjemah: Dwianoegrahwati Setyoningsih dan Indra Almahdy. Edisi Ketujuh. Jakarta: Salemba Empat.
- [4] Herjanto, E. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Kedua. Jakarta: Grasindo.
- [5] Siswanto. 2006. *Operations Research*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [6] Amirudin, A. 2012. *Analisis Sensitivitas (Sensitivity Analysis)*. <http://achmad-amirudin21.blogspot.com/2012/05/analisis-sensitivitas-titik-impas.html>.
- [7] Aminudin. 2005. *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.