

## ANALISIS LINIER PROGRAMMING UNTUK OPTIMALISASI KOMBINASI PRODUK

Yuniarsi Rahayu<sup>1</sup>, Bowo Nurhadiyono<sup>2</sup>, Dwi Nurul Izzhati<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I No. 5-11, Semarang

Email : yuniarsi.rahayu@dsn.dinus.ac.id<sup>1</sup>, bnurha@yahoo.com<sup>2</sup>, izzhati@yahoo.com<sup>3</sup>

### Abstrak

Makalah ini membahas tentang analisa linier programming untuk optimalisasi kombinasi produk, sehingga mendapatkan hasil laba perusahaan yang optimal. Ruang lingkup permasalahannya adalah faktor-faktor yang mempengaruhi optimalisasi kombinasi produk dengan menggunakan linier programming diantaranya kapasitas mesin, kapasitas tenaga kerja, bahan baku, adanya faktor-faktor produksi lain dan produk yang mempengaruhi produksi yang meliputi jumlah produk dan macam produk dari perusahaan. Metode yang digunakan untuk proses perhitungan menggunakan metode simplex. Dalam proses perhitungannya menggunakan alat bantu QM for windows.

**Kata kunci :** linier programming, kombinasi produk, QM for windows

### Abstract

This paper focuses on the analysis of linear programming for optimization of products combination, so getting the optimal profit. The scope of the problem is that the factors that influence the optimization of the product by using a combination of linear programming including the engine capacity, the capacity of labor, raw materials, the presence of other factors of production and products that affect production that cover a wide number of products and the products of the company. The method used for the calculation using the simplex method. In the calculation process using QM tools for windows.

**Keywords:** linear programming, product combination, QM for Windows

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan dunia usaha mengalami kemajuan yang semakin pesat. Banyak persoalan-persoalan manajemen berkenaan dengan efisiensi penggunaan, karena terbatasnya sumber daya yang dimiliki seperti tenaga kerja trampil, bahan mentah, dan modal untuk mencapai tujuan yang diinginkan perusahaan yaitu mengoptimalkan hasil usaha. Dengan kata lain perusahaan berusaha mencari cara agar masukkan (input) yang serba terbatas dapat dicapai hasil kerja yaitu keluaran (output)

berupa produksi barang atau jasa yang optimal.

Oleh karena itu, manajemen suatu perusahaan harus mampu memutuskan penggunaan sumber daya yang dipunyai untuk mendapatkan volume produksi sebanyak-banyaknya, sehingga jika barang laku dijual tentu akan memperoleh hasil penjualan yang banyak. Kondisi ini sering terjadi pada perusahaan. Perlu usaha yang keras dari pihak manajemen perusahaan, kadang kala tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan, dikarenakan

kompleksitas dalam mengalokasikan batasan-batasan yang harus dihadapi dalam mengalokasikan sumber-sumber daya yang tersedia. Seperti, jumlah permintaan masyarakat tidak sebanyak yang diproduksi, sehingga barang susah dijual, pembatasan bahan mentah, tenaga terampil yang aktif dan kreatif terbatas, mesin untuk pemrosesan produksi terbatas, modal terbatas, ruangan untuk penyimpanan barang hasil produksi terbatas, permintaan masyarakat juga terbatas.

Linear Programming merupakan suatu teknik perencanaan yang bersifat analisis yang analisisnya menggunakan metode matematika yang digunakan untuk memecahkan masalah pengalokasian sumber daya dan produk yang terbatas agar dalam penjualan produk mendapatkan keuntungan yang optimal [1][2][3]. Sehingga metode ini sangat membantu dalam memecahkan suatu persoalan dalam bentuk dan susunan dari penyajian masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik linier programming. Dalam Model Linier Programming dikenal 2 macam fungsi, yaitu fungsi tujuan (objective function) dan fungsi-fungsi batasan (constraint functions). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/ sasaran di dalam permasalahan linier programming yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Dalam memodelkannya, tujuan yang akan dicapai harus diwujudkan dalam sebuah fungsi matematika linier. Selanjutnya fungsi itu dimaksimalkan atau diminimumkan terhadap kendala-kendala yang ada. Bagian manajemen akan menghadapi berbagai kendala untuk memwujudkan tujuan-tujuannya yang merupakan

pembatas terhadap kumpulan keputusan yang mungkin dibuat dan harus dituangkan ke dalam fungsi matematika linier.

Pembahasan pada makalah ini mencakup ruang lingkup faktor-faktor yang bisa mempengaruhi optimalisasi kombinasi produk yang diantaranya, kapasitas mesin, kapasitas tenaga kerja, bahan baku, serta adanya produk-produk lain yang mempengaruhinya. Optimalisasi kombinasi produk digunakan perusahaan untuk memaksimalkan laba perusahaan sehingga bisa memperoleh kedudukan dalam pasar baik secara geografis maupun bagi produk itu sendiri. Dalam hal ini dibahas tentang optimalisasi kombinasi produk.

Optimalisasi disini adalah suatu usaha yang ingin dicapai oleh unit bisnis dengan berusaha memaksimalkan hasil (output) dengan memperhatikan input. Maka, untuk memecahkan masalah tersebut perusahaan dapat menggunakan Linear Programming dengan Metode Simpleks. Metode simpleks adalah suatu prosedur matematis untuk mencari solusi optimal dari suatu masalah pemrograman linear yang didasarkan pada proses iterasi. [4]. Sedang sebagai alat bantu dalam proses perhitungan menggunakan alat bantu QM for windows.

## 2. METODE

Penggunaan metode yang dipakai adalah :

- a) Studi Pustaka  
Menggali teori-teori yang ada hubungannya dengan optimalisasi kombinasi produk seperti misalnya teori

tentang metode simpleks, software yang digunakan.

- b) Data yang digunakan, misalnya :
  - Kapasitas mesin
  - Jenis Produk
  - Bahan Baku
  - Jumlah tenaga kerja
  - Proses Produksi
  - Serta data-data lain yang dibutuhkan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Model Matematika

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan linier programming disusun dalam bentuk tabel 1.

**Tabel 1:** Data untuk Model Linear Programming [1][5]

Kegiatan sumber	Pemakaian sumber per unit kegiatan (keluaran)			Kapasitas sumber
1	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	b <sub>1</sub>
2	.....	a <sub>1n</sub>		b <sub>2</sub>
3	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	b <sub>3</sub>
.	.....	a <sub>2n</sub>		.
.	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>	.
m	.....	a <sub>3n</sub>		b <sub>m</sub>
	.....	.	.	
	.....	.	.	
	.....	.	.	
		a <sub>m1</sub>	a <sub>m2</sub>	a <sub>m3</sub>
		.....	a <sub>mn</sub>	
ΔZ	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	
pertambahan tiap unit	.....	C <sub>n</sub>		
Tingkat kegiatan	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
	.....	X <sub>n</sub>		

Berdasarkan pada Tabel 1, maka dibentuk suatu model matematika. Model matematika pada linier programming memiliki structure tertentu yang bersifat baku agar secara nyata dapat dijelaskan oleh model

melalui fungsi-fungsi matematika yang dapat mewakili model.

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan } Z = \sum C_j \cdot X_j \quad (1)$$

Fungsi batasan-batasan :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n = b_2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = b_m$$

(2)

Di mana :

X<sub>j</sub> = tingkat kegiatan ke-j

C<sub>j</sub> = Parameter fungsi tujuan ke-j

b<sub>j</sub> = banyaknya fasilitas yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ke-i

a<sub>ij</sub> = parameter fungsi batasan ke-i untuk variable output kegiatan ke-j

i = 1, 2, 3, ..... , m ; j = 1, 2, 3, ..... , n.

Dalam permasalahan pada sebuah perusahaan berdasarkan data yang diperoleh, maka akan dibentuk model matematika sebagai berikut :

Fungsi tujuan memaksimalkan :

$$Z = 520 X_1 + 855 X_2 + 750 X_3 + 1170 X_4$$

(3)

Fungsi batasan :

$$12.5 X_1 + 13.89 X_2 + 15 X_3 + 16.11 X_4 \leq 21000$$

$$0.04 X_1 + 0.09 X_2 + 0.04 X_3 + 0.09 X_4 \leq 1533$$

$$0.0008 X_1 + 0.0018 X_2 + 0.0008 X_3 + 0.0018 X_4 \leq 249.99$$

$$0.04 X_1 + 0.09 X_2 + 0.04 X_3 + 0.09 X_4 \leq 900$$

$$0 X_1 + 0 X_2 + 0 X_3 + 33 X_4 \leq 21000$$

$$X_1 \leq 1021$$

$$X_2 \leq 517$$

$$X_3 \leq 524$$

$$X_4 \leq 253$$

(4)

Dengan  $X_1, X_2, X_3$ , dan  $X_4$  tak negatif  
Dimana  $X_1$  = jenis I,  $X_2$  = jenis II,  $X_3$  = jenis III, dan  $X_4$  = jenis IV.

### 3.2 Algoritma Simpleks

Algoritma simpleks merupakan suatu prosedur matematis berulang untuk menyelesaikan soal pemrograman linier dengan cara menguji titik-titik sudut daerah yang memenuhi kendala hingga ditemukan titik sudut ekstrem. Formulasi dalam bentuk standarnya adalah sebagai berikut. Langkah 1, mengubah fungsi tujuan dan batasan-batasan. Langkah 2, menyusun persamaan-persamaan di dalam tabel. Langkah 3, memilih kolom kunci yaitu kolom yang merupakan dasar untuk merubah tabel. Langkah 4, memilih baris kunci yaitu baris yang merupakan dasar untuk merubah tabel. Langkah 5, mengubah nilai-nilai baris kunci. Langkah 6, mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci. Langkah 7, melanjutkan perbaikan-perbaikan/perubahan-perubahan

Selanjutnya model matematika yang terbentuk diformulasikan menuju langkah 1, yaitu mengubah fungsi tujuan dan batasan-batasan sebagai berikut. Fungsi tujuan dirubah menjadi fungsi implisit yaitu :

Memaksimalkan  $\rightarrow$

$$Z - 520X_1 - 855X_2 - 750X_3 - 1170X_4 = 0 \quad (5)$$

Merubah ketidaksamaan dengan menambah slack variable yaitu :

$$\begin{aligned} 125X_1 + 1389X_2 + 15X_3 + 1611X_4 + X_5 &= 21000 \\ 0.04X_1 + 0.09X_2 + 0.04X_3 + 0.09X_4 + X_6 &= 1533 \\ 0.0008X_1 + 0.0018X_2 + 0.0008X_3 + 0.0018X_4 + X_7 &= 24999 \\ 0.04X_1 + 0.09X_2 + 0.04X_3 + 0.09X_4 + X_8 &= 900 \\ 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 33X_4 + X_9 &= 21000 \\ X_1 &+ X_{10} &= 1021 \\ X_2 &+ X_{11} &= 517 \\ X_3 &+ X_{12} &= 524 \\ X_4 &+ X_{13} &= 253 \end{aligned} \quad (6)$$

Untuk langkah-langkah selanjutnya disusun persamaan-persamaan di dalam tabel simplek berdasar pada tabel 2.

**Tabel 2:** Tabel simpleks dalam bentuk simbol [1][5]

Variable dasar	Z	$X_1$	$X_2$	...	$X_m$	$X_{m+1}$	$X_{m+2}$	...	X	NK
Z	1	$-C_1$	$-C_2$	...	$-C_m$	0	0	...	0	0
$X_{n+1}$	0	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1m}$	1	0	...	0	$b_1$
$X_{n+2}$	0	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2m}$	0	1	...	0	$b_2$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$X_{n+m}$	0	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mm}$	0	0	...	1	$b_m$

Model matematika yang sudah ditambahkan variabel slack selanjutnya disusun dalam bentuk tabel 2 (langkah 2) sehingga membentuk tabel simpleks untuk iterasi ke-1 pada Gambar 1 berikut [6].

Basic variables	520 $X_1$	855 $X_2$	750 $X_3$	1170 $X_4$	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
slack 1	12.5	13.89	15.	16.11	1.	0.	0.
slack 2	0.04	0.09	0.04	0.09	0.	1.	0.
slack 3	0.0008	0.0018	0.0008	0.0018	0.	0.	1.
slack 4	0.04	0.09	0.04	0.09	0.	0.	0.
slack 5	0.	0.	0.	33.	0.	0.	0.
slack 6	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
slack 7	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.
slack 8	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.
slack 9	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.
zj	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$c_j - z_j$	520.	855.	750.	1,170.	0.	0.	0.

  

0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 slack 8	0 slack 9	Quantity
0.	0.	0.	0.	0.	0.	21,000.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	1,533.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	249.99
1.	0.	0.	0.	0.	0.	900.
0.	1.	0.	0.	0.	0.	21,000.
0.	0.	1.	0.	0.	0.	1,021.
0.	0.	0.	1.	0.	0.	517.
0.	0.	0.	0.	1.	0.	524.
0.	0.	0.	0.	0.	1.	253.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

**Gambar 1.** Tabel Simpleks Untuk Iterasi Ke-1

Tabel yang digambarkan pada Gambar 2 di bawah, sebagai tabel simpleks untuk iterasi ke-1 memperlihatkan hasil proses untuk langkah 3, memilih kolom kunci, langkah 4 : memilih baris kunci, langkah 5 mengubah nilai-nilai baris kunci, langkah 6, mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci.

Cj	Basic /variables	520 X1	855 X2	750 X3	1170 X4	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
Iteration 2								
0	slack 1	12.5	13.89	15	0	1	0	0
0	slack 2	0.04	0.09	0.04	0	0	1	0
0	slack 3	0.0008	0.0018	0.0008	0	0	0	1
0	slack 4	0.04	0.09	0.04	0	0	0	0
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0
0	slack 6	1	0	0	0	0	0	0
0	slack 7	0	1	0	0	0	0	0
0	slack 8	0	0	1	0	0	0	0
1,170	X4	0	0	0	1	0	0	0
	zj	0	0	0	1,170	0	0	0
	ci-zj	520	855	750	0	0	0	0
	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 slack 8	0 slack 9	Quantity	
	0	0	0	0	0	-16.11	924.1698	
	0	0	0	0	0	-0.09	1,510.23	
	0	0	0	0	0	-0.0018	249.5346	
	1	0	0	0	0	-0.09	877.23	
	0	1	0	0	0	-33	12,651	
	0	0	1	0	0	0	1,021	
	0	0	0	1	0	0	517	
	0	0	0	0	1	0	524	
	0	0	0	0	0	1	253	
	0	0	0	0	0	1,170	296,010	
	0	0	0	0	0	-1,170		

Gambar 2. Iterasi ke-2

Dari Gambar 2 selanjutnya dilakukan perbaikan-perbaikan, yaitu pada Gambar 3 sebagai tabel simpleks untuk iterasi ke-3, Gambar 4 sebagai tabel simpleks untuk iterasi ke-4 dan Gambar 5 sebagai tabel simpleks untuk iterasi ke-5. Iterasi-iterasi tersebut menunjukkan langkah-langkah dalam metode simpleks dan menyelesaikan persoalan-persoalan linear programming.

Cj	Basic /variables	520 X1	855 X2	750 X3	1170 X4	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
Iteration 3								
0	slack 1	12.5	0	15	0	1	0	0
0	slack 2	0.04	0	0.04	0	0	1	0
0	slack 3	0.0008	0	0.0008	0	0	0	1
0	slack 4	0.04	0	0.04	0	0	0	0
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0
0	slack 6	1	0	0	0	0	0	0
855	X2	0	1	0	0	0	0	0
750	X3	0	0	1	0	0	0	0
1,170	X4	0	0	0	1	0	0	0
	zj	0	855	0	1,170	0	0	0
	ci-zj	520	0	750	0	0	0	0
	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 slack 8	0 slack 9	Quantity	
	0	0	0	-13.89	0	-16.11	743.0397	
	0	0	0	-0.09	0	-0.09	1,463.7	
	0	0	0	-0.0018	0	-0.0018	248.604	
	1	0	0	-0.09	0	-0.09	830.7	
	0	1	0	0	0	-33	12,651	
	0	0	1	0	0	0	1,021	
	0	0	0	1	0	0	517	
	0	0	0	0	1	0	524	
	0	0	0	0	0	1	253	
	0	0	0	855	0	1,170	738,045	
	0	0	0	-855	0	-1,170		

Gambar 3. Iterasi ke-3

Cj	Basic /variables	520 X1	855 X2	750 X3	1170 X4	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
Iteration 4								
0	slack 1	12.5	0	0	0	1	0	0
0	slack 2	0.04	0	0	0	0	1	0
0	slack 3	0.0008	0	0	0	0	0	1
0	slack 4	0.04	0	0	0	0	0	0
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0
0	slack 6	1	0	0	0	0	0	0
855	X2	0	1	0	0	0	0	0
750	X3	0	0	1	0	0	0	0
1,170	X4	0	0	0	1	0	0	0
	zj	0	855	750	1,170	0	0	0
	ci-zj	520	0	0	0	0	0	0
	0 slack 3	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 slack 8	0 slack 9	Quantity
	0	0	0	0	-13.89	-15	-16.11	883.0397
	0	0	0	0	-0.09	-0.04	-0.09	1,442.74
	1	0	0	0	-0.0018	-0.0008	-0.0018	248.1848
	0	1	0	0	-0.09	-0.04	-0.09	809.74
	0	0	1	0	0	0	-33	12,651
	0	0	0	1	0	0	0	1,021
	0	0	0	0	1	0	0	517
	0	0	0	0	0	1	0	524
	0	0	0	0	0	0	1	253
	0	0	0	0	855	750	1,170	1,31,045
	0	0	0	0	-855	-750	-1,170	

Gambar 4. Iterasi ke-4

Cj	Basic /variables	520 X1	855 X2	750 X3	1170 X4	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
Iteration 5								
520	X1	1	0	0	0	0.08	0	0
0	slack 2	0	0	0	0	-0.0032	1	0
0	slack 3	0	0	0	0	-0.0001	0	1
0	slack 4	0	0	0	0	-0.0032	0	0
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0
0	slack 6	0	0	0	0	-0.08	0	0
855	X2	0	1	0	0	0	0	0
750	X3	0	0	1	0	0	0	0
1,170	X4	0	0	0	1	0	0	0
	zj	520	855	750	1,170	41.6	0	0
	ci-zj	0	0	0	0	-41.6	0	0
	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 slack 8	0 slack 9	Quantity	
	0	0	0	-13.89	-15	-16.11	883.0397	
	0	0	0	-0.09	-0.04	-0.09	1,442.74	
	0	0	0	-0.0018	-0.0008	-0.0018	248.1848	
	1	0	0	-0.09	-0.04	-0.09	809.74	
	0	1	0	0	0	-33	12,651	
	0	0	1	0	0	0	1,021	
	0	0	0	1	0	0	517	
	0	0	0	0	1	0	524	
	0	0	0	0	0	1	253	
	0	0	0	855	750	1,170	1,31,045	
	0	0	0	-855	-750	-1,170		

Gambar 5. Iterasi ke-5

Dari proses perhitungan-perhitungan di atas, maka didapatkan hasil optimal kombinasi produknya pada Gambar 6 sebagai berikut :

	X1	X2	X3
Maximize	520,	855,	750,
mesin 1	12,5	13,89	15,
mesin 2	0,04	0,09	0,04
mesin 3	0,0008	0,0018	0,0008
mesin 4	0,04	0,09	0,04
permintaan pasar jenis 1	0,	0,	0,
permintaan pasar jenis 2	1,	0,	0,
permintaan pasar jenis 3	0,	1,	0,
permintaan pasar jenis 4	0,	0,	1,
solution	0,	0,	0,
Solution->	150,6432	517,	524,

  

X4		RHS	Dual
1.170,			
16,11	<=	21.000,	41,6
0,09	<=	1.533,	0,
0,0018	<=	249,99	0,
0,09	<=	900,	0,
33,	<=	21.000,	0,
0,	<=	1.021,	0,
0,	<=	517,	277,176
0,	<=	524,	126,
1,	<=	253,	499,824
253,		1.209.379,45	

Gambar 6. Hasil akhir proses perhitungan

Terlihat bahwa pada Gambar 6 di atas merupakan hasil proses perhitungan dari kombinasi produk yang optimal dengan nilai optimal 1.209.379,45. Perbandingan total kontribusi margin sesungguhnya dengan total kontribusi margin optimal dari suatu perusahaan, dengan rata-rata produksi sesungguhnya jenis X1 = 145 unit, X2 = 468 unit , X3 = 416 unit dan X4 = 186 unit diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 9: Perbandingan total kontribusi margin sesungguhnya dengan total kontribusi margin optimal pada perusahaan

Produk	CM	TCM Sebenarnya		TCM Optimal		Selisih	
		Unit	Rp	Unit	Rp	Unit	Rp
X <sub>1</sub>	520	145	75400	150.6432	78332,8	5.6432	2934.464
X <sub>2</sub>	855	468	400140	517	442035	49	41895
X <sub>3</sub>	750	416	312000	524	393000	108	81000
X <sub>4</sub>	1170	186	217620	253	296010	67	78390

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisa perhitungan-perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan metode simpleks adalah sebagai berikut :

- Penggunaan metode simpleks dapat menghasilkan kombinasi produk secara optimal dan mengakibatkan keuntungan yang optimal pula.
- Dari analisa perhitungan-perhitungan dengan menggunakan metode simpleks diperoleh sebagai berikut kombinasi produk sebagai berikut : jenis I diproduksi sebanyak 150.6432 unit; jenis II diproduksi sebanyak 517 unit, jenis III diproduksi sebanyak 524 unit, jenis IV diproduksi sebanyak 253 unit.
- Total kontribusi margin yang diperoleh adalah Rp 1.209.379,45

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subagyo Pangestu,SE. M.B.A,dkk., "Dasar-dasar Operations Research",BPFE-Yogyakarta
- [2] Asri, M dan W. Widayat, "Linier Programming", BPEE- UGM, Yogyakarta
- [3] T. Hani Handoko, Drs. "Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi ", BPFE, Yogyakarta.
- [4] Dimiyati, T dan Dimiyati, A, "Operations Research", Bandung, Sinar Baru Algennsindo, 2005
- [5] Haryadi Sarjono, "Aplikasi Riset Operasi", Salemba Empat, 2010
- [6] Adinur Prasetyo dan Kurniawan, " Program Aplikasi QM for Windows Versi 3.0", Elex Media, 2009.