Optimasi Produksi Menggunakan Algoritma Fuzzy Linear Programming (Studi Kasus : Produksi Tas UKM Cantik Souvenir)

Lia Primadani
Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Surakarta
primdanilia@student.uns.ac.id

YS.Palgunadi
Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Surakarta
palgunadi@uns.ac.id

Bambang Harjito
Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Surakarta
bambang.harjito@staff.uns.ac.id

ABSTRAK
Effisiensi produksi dan pengoptimalan kinerja dalam suatu perusahanan dapat dicapai dengan menggunakan model optimasi. Model optimasi dapat dituliskan dalam sebuah fungsi persamaan dan pertidaksamaan yang dikenal dengan nama Program Linier. Program Linier dapat dikombinasikan dengan nilai *fuzzy* untuk menyesuaikan model permasalahan produksi yang sangat bergantung pada permintaan pasar yang berubah-ubah. Pemodelan ini dikenal dengan nama *Fuzzy Linear Programming.*

Menggunakan *Fuzzy Linear Programming*, permasalahan produksi UKM Cantik Souvenir dianalisis dan dipecahkan dengan bantuan program simulasi. Penyelesaian *Fuzzy Linear Programming* menggunakan metode Simpleks *fuzzy*. Penyelesain dengan metode Simpleks *fuzzy* terdiri dari beberapa langkah yaitu menghitung batas bawah dan batas atas optimal dengan metode simpleks maksimasi, memodifikasi persamaan awal dengan menambahkan variabel λ, dan menyelesaikannya dengan metode simpleks dua fase. Hasil penyelesaian dengan program simulasi menunjukkan jumlah perkiraan profit menggunakan persamaan Program Linier Rp 8.740.375,00 dan menggunakan persamaan *Fuzzy Linear Programming* sebesar Rp 9.510.003, 00 dengan nilai fungsi keanggotaan *fuzzy* sebesar 0,5.

Keywords
Model Matematika,Fuzzy Linear Programming, Jadwal Produksi Induk, Metode Simpleks Fuzzy Linear Programming.

1. PENDAHULUAN
Optimasi adalah sarana untuk mengekpresikan model yang bertujuan untuk memecahkan masalah dengan cara terbaik [1]. Model optimasi yang ada digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam pemerintahan, bisnis, teknik ekonomi, ilmu-ilmu fisika dan sosial yang terkait dengan adanya keterbatasan pengalokasian sumber daya [2]. Salah satu contoh pemanfaatan analisa optimasi dalam bisnis adalah untuk melakukan penentuan jumlah produksi paling optimal dengan persedian bahan baku yang terbatas. Pengoptimalan dapat dilakukan dengan menggunakan Jadwal Produksi Induk dalam model matematis [3],

Penjadwalan induk Produksi dimanfaat untuk menganalisa permasalahan atau kendala yang dihadapi selama proses produksi berlangsung. Kendala proses produksi diantaranya adalah kapasitas produksi, jam kerja, dan jumlah permintaan yang bersifat tidak stabil [4]. Permasalahan seperti ini sering kita jumpai pada UKM (Usaha Kecil Menengah) yang masih mengadopsi sistem pengerjaan tradisional dimana semua proses dikerjakan secara manual mengandalkan tenaga manusia sehingga hasil atau *ouput* produksi terkadang tidak mampu menyesuaikan permintaan pasar. Oleh sebab itu diperlukan satu pengendalian dan perencaanaan produksi yang dapat mengendalikan *input* dan *output* produksi sesuai dengan permintaan pasar [3].

Perencanaan dapat dilakukan dengan membuat sebuah model yang merepresentasikan setiap permasalahan yang ada dengan tujuan untuk memudahkan dalam proses analisa yaitu dengan menggunakan model matematis [5]. Permasalahan diubah dalam model optimasi berupa persamaan linier yang lebih dikenal dengan permasamaan Program Linier.

Pada penelitian sebelumnya [6], Program Linier dikombinasikan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy trapezoidal* dan diselesaikan menggunakan bantuan metode simpleks serta fungsi ranking. Fungsi ranking tersebut digunakan untuk mengurutkan bilangan *fuzzy* sehingga diperoleh bilangan real dan dapat dibandingkan, kemudian diterapkan dalam penentuan jumlah produksi dua jenis obat yaitu fluon dan fluin. Pemanfaatan fungsi keanggotaan *trapezoidal* yang sama pada penelitian sebelumnya dibandingkan dengan penggunaan fungsi keangootaan dengan kurva S termodifikasi untuk melakukan analisa penilian kinerja karyawan [7] merujuk pada penelitian [8] diperoleh hasil penilaian kinerja dengan penggunaan fungsi keangggotaan *trapezoidal* pada Program Linier lebih baik dibandingkan dengan fungsi kenggotaan kurva S. Namun dalam penelitian-penelitian yang ada, belum ditemui bentuk pengubahan persamaan Program Linier ke dalam bentuk persamaan *Fuzzy Linear Programming* serta hasil perhitungan menggunakan metode Simpleks *Fuzzy Linear Programming*. Oleh Sebab itu dalam penelitian ini, akan dibahas tentang pembentukan model persamaan *Fuzzy Linear Programming* dengan contoh studi kasus produksi tas di UKM Cantik Souvenir dan pencarian hasil penyelesaiaan menggunakan sebuah program simulasi yang dibangun dengan bahasa pemrograman PHP.

2. PENELITIAN TERKAIT
Algoritma *Fuzzy Linear Programming* sebelumnya pernah digunakan pada beberapa penelitian seperti yang dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terkait

No	Penulis	Tujuan	Metode	Kelebihan	Kelemahan
1	Purba Rivelson, 2012 [1]	Mengetahui peranan fuzzy dalam menyelesaikan program linier *fuzzy* dan membandingkan program linier *fuzzy* dan program linier biasa	Simpleks dua fase	Dapat mengetahui model *defuzzifikasi* pada permasalahan *Fuzzy Linear Programming*	Variabel keputusan dan batasan tidak relevan.
2	Iveline Anne Marei, Eriyanto, Yandra Arkeman, & Dadan Umar Diahani, 2011 [3]	Pemanfaatan Jadwal Produksi Induk untuk Perencanaan produksi	*Fuzzy Linier Programming* dengan fungsi keanggotaan *fuzzy kurva–S* yang dimodifikasi	penggunaan dua fungsi tujuan sekaligus dalam satu kasus, dapat membuat jadwal produksi induk dalam model matematis *Fuzzy Linear Programming*	- Model persamaan *Fuzzy Linear Programming* tidak ada - Perolehan nilai *fuzzy* tidak ada
3	Effati S. & Abbasiyan H., 2009 [5]	Modifikasi metode *subgradient,* penentuan daerah layak, memodifikasi metode untuk penentuan daerah yang layak dengan memperkenalkan metode baru yaitu fuzzy decisive set method	Fuzzy Linier Programming, Augmented Lagrangian penalty method, fuzzy decisive set method	Dapat mengetahui model Fuzzy pada nilai koefisien ruas kanan	Lebih berfokus pada menanikkan nilai fungsi keanggotaan fuzzy bukan pada pencarian hasil optimal variabel tujuan.
4	Astuti Irma Suryani, Lilik Linawati, Hanna A. Parhusip ,2014 [8]	Penggunaan *Fuzzy Linear Programming* dengan fungsi keanggotaan kurva-S pada Penilaian Kinerja Karyawan	FLP dengan fungsi kenggotaan *fuzzy* kurva-S termodifikasi	Berfokus pada perbanding penggunaan fungsi keanggotaan *fuzzy* pada PL, mana yang feasible ketika ditambahkan pada PL	penggunaan fungsi kenggotaan *fuzzy* kurva S tidak cocok untuk menyelesaikan kasus penilaiaan seleksi tenaga kerja
5	Barkha Sharma & Rajendra Dubey, 2012 [9]	Menjelaskan tentang penyelesaain permasalahan program linier dalam bentuk *fully fuzzy* menggunakan simulasi perhitungan sederhana	Fungsi *ranking*, metode simpleks	Fungsi *ranking* digunakan untuk menentukan urutan dari bilangan *fuzzy,* metode simpleks Big M, adanya penjelasan tentang cara penyelesaian masalah *fully fuzzy* dengan metode big M	Penyelesaian dengan elimanasi *gauss* tidak cocok untuk menyelesaiakan kasus dengan jumlah batasan dan variabel tujuan dalam jumlah banyak

Berdasarkan penelitian terkait pada tabel 1, dalam penelitian ini akan membahas bagaimana membuat sebuah model optimasi produksi tas pada UKM Cantik Souvenir dengan mengimplementasikan Algoritma *Fuzzy Linear Programming* dalam sebuah program simulasi yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP.

3. *Fuzzy Linear Programming* pada Produksi Induk

Model matematika *Fuzzy Linear Programming* pada Produksi Induk merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memodelkan hasil analisa Jadwal Induk Produksi dalam sebuah fungsi pertidaksamaan dan persamaan Program Linier dengan variabel *fuzzy*.

Hasil analisa dari Jadwal Produksi Induk berupa perencanaan jumlah produksi dari analisis faktor produksi, diantaranya adalah jumlah permintaan, *status inventory*, pengalokasi sumber daya, pembelian yang dikeluarkan, dan ketersediaan *stock*. Kemudian dari hasil analisa jadwal produksi induk tersebut dilakukan pembentukan model ke dalam sebuah persamaan dan pertidaksamaan matematika dengan menggabungkan konsep logika *fuzzy* pada permasalahan Program Linier yang dikenal dengan *Fuzzy Linear Programming*.

Fuzzy Linear Programming merupakan penggambungan sebuah konsep logika *fuzzy* dalam sebuah permasalahan Program Linear. Konsep *fuzzy* dalam Program Linear pertama kali dikemukakan oleh Tanaka et al, dalam sebuah kerangka pengambilan keputusan *fuzzy* oleh Bellman dan Zadeh. Sedangkan formulasi pertama dari FLP dikemukakan oleh Zimmermann [9].

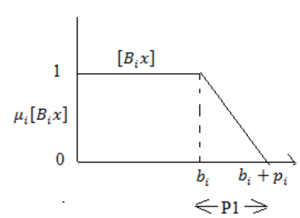
Berikut adalah bentuk matematika dari Kasus Program Linier yang telah diberikan nilai *fuzzy* pada bagian sumber daya atau koefisien ruas kanan dan ruas kiri fungsi tujuan:

$$\textit{Fungsi tujuan } \tilde{Z} = maximize \sum_{j=1}^{n} C_j x_j$$
$$\textit{Kendala/batasan:} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le \tilde{b}_i, 1 \le i \le m$$
$$x_j \ge 0, 1 \le j \le n \qquad \text{.......................... (1)}$$

Dimana x_j adalah vektor variabel keputusan, a_{ij} adalah penggunaan sumberdaya masing-masing item, dan $\tilde{b}_i$ adalah nilai *fuzzy* (mewakili jumlah sumber daya yang tersedia) dengan fungsi keanggotaan linier sebagai berikut:

$$\mu_{\tilde{b}_i} \begin{cases} 1, x < b_i \\ \frac{b_i + p_i - x}{p_i}, & b_i \le x \le b_i + p_i, \\ 0, \ x \ge b_i + p_i, \end{cases} \qquad \text{....... (2)}$$

Jika digambarkan dalam sebuah grafik membentuk gambar grafik seperti gambar 1.



Gambar 1. Fungsi Kenggotaan *Fuzzy Trapezoidal* [1]

Dimana p_i menyatakan jumlah penambahan sumber daya yang diberikan untuk menaikkan nilai profit produksi [5] dengan jumlah sesedikit mungkin. Nilai $p_i > 0$ untuk $i = 1, \dots, m$ dan dapat diperoleh dengan menggunakan menghitung simpangan atau rentang perubahan nilai dalam penggunaan bahan (sumber daya) dalam satu kali produksi sebagai berikut:

$$p_i = t_i \times b_i \qquad \text{.................... (3)}$$

Dimana b_i merupakan sumber daya dan t_i adalah prosentase perubahan penggunaan bahan dalam satu kali produksi.

$$t_i = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}} \times 100\% \qquad \text{.................... (4)}$$

X_i= data sampel indeks ke – i , i =1,2,3,...,n
$\bar{X}$ = nilai rata – rata untuk seluruh data sampel. Nilai rata-rata diperoleh dengan $\frac{\sum x_i}{n}$
n = jumlah data sampel yang diambil.
Kemudian untuk mencari penyelesaiaan optimal diperlukan dua tahapan, yaitu menghitung batas bawah nilai optimal (Z_l) dan batas atas nilai atas optimal (Z_u). Nilai optimal Z_l dan Z_u dapat dicari menggunakan penyelesaian program linier dengan mengasumsikan permasalahan yang ada sebagai berikut:

$$Z_l = Maximize \sum_{j=1}^{n} C_j x_j$$

$$\textit{Kendala: } \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i,\ 1 \le i \le m \qquad \text{.................................. (5)}$$
$$x_j \ge 0, 1 \le j \le n$$

dan

$$Z_u = Maximize \sum_{j=1}^{n} C_j x_j$$

$$\textit{Kendala: } \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i + p_i,\ 1 \le i \le m \qquad \text{.................... (6)}$$
$$x_j \ge 0, 1 \le j \le n$$

Nilai dari fungsi tujuan berada diantara Z_l dan Z_u yang mana nilai dari koefisien ruas kanan berada diantara b_i dan $b_i + p_i$. Kemudian nilai dari keanggotaan *fuzzy* optimal adalah G, yang merupakan subset dari R^n yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_G(x) \begin{cases} 0, & \sum_{j=1}^{n} c_j x_j < Z_l \\ \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{Z_u - Z_l}, & Z_l \le \sum_{j=1}^{n} c_j x_j < Z_u \\ 1, & \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \ge Z_u \end{cases} \qquad \text{........................ (7)}$$

Kemudian untuk *fuzzy set* i pada batasan c_i, yang merupakan subset dari R^n yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{c_i}(x) \begin{cases} 0, & b_i < \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \\ \frac{b_i - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j}{p_i}, & \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i < \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + p_i \\ 1, & b_i \ge \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + p_i \end{cases} \qquad \text{............. (8)}$$

Fungsi tujuan *Fuzzy* [6] didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_D(x) = \min\left(\mu_G(x), min_i(\mu_{c_i}(x))\right) \qquad \text{...................................... (9)}$$

Persamaan tersebut dapat diubah kebentuk penyelesaian untuk kasus optimasi sebagai berikut:

$$max_{x \ge 0} \mu_D(x) = max_{x \ge 0} \min\left(\mu_G(x), min_i(\mu_{c_i}(x))\right) \qquad \text{........ (10)}$$

Sehingga persamaan 1 dapat diubah kebentuk penyelesaian optimal sebagai berikut:

Fungsi Tujuan : Maximize λ

Batasan: $\mu_G(x) \ge \lambda$

$$\mu_{c_i}(x) \ge \lambda, 1 \le i \le m$$
$$x \ge 0$$
$$0 \le \lambda \le 1 \qquad \text{...................... (11)}$$

Persamaan 7, 8 dan 11 dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\lambda(Z_u - Z_l) - \sum_{j=1}^{n} C_j x_j + Z_l \le 0$$
$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + \lambda p_i \le b_i + p_i, \text{dimana } 1 \le i \le m$$
$$x \ge 0, 0 \le \lambda \le 1 \qquad \text{......................... (12)}$$

4. Metode Simpleks untuk Fuzzy Linear Programming

Metode Simpleks *Fuzzy Linear Programming* merupakan metode gabungan simpleks dan Simpleks dua fase untuk menyelesaikan permasalahan *Fuzzy Linear Programming* menggunakan sebuah tabel yang dikenal dengan *tablo simplex*. Bentuk tabel ekuivalen dengan bentuk persamaan aljabar, sehingga memudahkan dalam proses perhitungan atau penyelesaian dalam bentuk komputasi [2] yang dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Tablo Simpleks

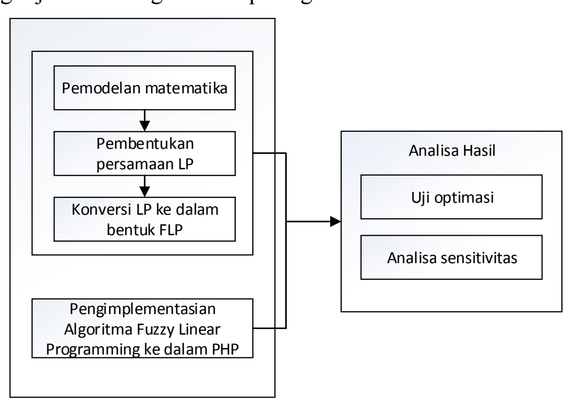
Variabel Dasar	Koefisien Dari							RHS
	Z	x_1	...	x_n	S_1	...	S_n	

Adapun alur penyelesaian permasalahan *Fuzzy Linear Programming* adalah sebagai berikut [11]:

1. *Fuzzifikasi* , mengubah persamaan PL ke bentuk FLP
2. *Defuzzifikasi* , mencari nilai batas atas optimal dan batas bawah optimal. Menggunakan dua metode yaitu simpleks dan simpleks dua fase.

5. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diselesaikan dengan beberapa tahapan seperti yang dijelaskan diagram alur pada gambar 2.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

5.1 Model Matematika dan Parameternya

Model matematika dari persamaan PL ditunjukkan pada persamaan 13.

Fungsi tujuan : $Z = Maximize \sum_{j=1}^{n} C_j x_j$

Kendala: $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \leq b_i,\ 1 \leq i \leq m$ .... (13)

$x_j \geq 0, 1 \leq j \leq n$

Model persamaan 13 disusun dengan menggunakan beberapa parameter input, diantaranya adalah:

i. Variabel tujuan (Obj)

Dilambangkan dengan x_i seperti yang ada pada tabel 3.

Tabel 3. Variabel Tujuan

Obj	Keterangan
x_1	jumlah produksi optimum tas dengan kode ELL
x_2	jumlah produksi optimum tas dengan kode DO
x_3	jumlah produksi optimum tas dengan kode DAM
x_4	jumlah produksi optimum tas dengan kode DD
x_5	jumlah produksi optimum tas dengan kode DS
x_6	jumlah produksi optimum tas dengan kode RJ1
x_7	jumlah produksi optimum tas dengan kode RJ2
x_8	jumlah produksi optimum tas dengan kode AW

ii. Tujuan, masksimasi profit produksi.

iii. Penentuan fungsi batasan, dijabarkan pada tabel 4 dan 5

Tabel 4. Fungsi Batasan

Batasan	Nomer	Keterangan
Lama Waktu Produksi	1	Penggambaran dan pemotongan pola
	2	Penyablonan
	3	Penjahitan
	4	Pemasangan kancing knop
	5	Pemasangan tali dan stopper
	6	Pengguntingan pinggir
	7	Perapian benang dan pengepakan
Kapasitas produksi per-bulan	8	Jumlah produksi maksimum ELL
	9	Jumlah produksi maksimum DO
	10	Jumlah produksi maksimum DAM
	11	Jumlah produksi maksimum DD
	12	Jumlah produksi maksimum DS
	13	Jumlah produksi maksimum RJ1
	14	Jumlah produksi maksimum RJ2
	15	Jumlah produksi maksimum AW
Penggunaan Bahan	16	Penggunaan kain spunbond polos
	17	Penggunaan kain spunbond motif
	18	Penggunaan kain D600
	19	Penggunaan perekat atau kaitan
	20	Penggunaan Puring
	21	Penggunaan tali
	22	Penggunaan plastik transparan
	23	Penggunaan kancing stopper
	24	Penggunaan kancing knop

5.2 Pengubahan Bentuk Persamaan PL ke FLP

Pengubahan bentuk persamaan PL ke bentuk FLP dilakukan dengan manambahkan fungsi keanggotaan fuzzy. Sehingga diperoleh untuk ruas kanan mendekati/lebih dari/sama dengan b_i seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1.

5.3 Pengimplementasian Algoritma *Fuzzy Linear Programming*

Pengimplementasian Algoritma *Fuzzy Linear Programming* menggunakan bahasa pemrograman PHP yang dijelaskan pada *pseudocode* gambar 3, 4, dan 5.

5.3.1 Metode simpleks

Pseudocode metode simplek dijelaskan pada gambar 3.

```
input : ruas_kiri, jml_var=8, jml_cons=24
output : z,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8
proses :
1.  $var← 8
2.  $cons←24
3.  initial array $ruas_kiri
4.  $ruas_kiri[0][0]←1
5.  for m=1 to m<=8
    5.1    $ruas_kiri[$m][0]←0
    5.2    endfor
6.  for m=1 to m=24
    6.1    $n=$m+8;
    6.2    $ruas_kiri[0][$n]←0
    6.3    endfor
7.  for 1 to $var
    7.1   $ruas_kiri[0][$m]←$profit[$m]*(-1)
    7.2   endfor
8.  function    simplex_maksimasi($ruas_kiri,$var,
    $cons)
9.  for 1 to $var
    11.1   $sort=select   minimum   value   of
           $ruas_kiri[0][$m]
    11.2   endfor
    11.3   find column of $sort and set value as
           $column_pivot
10. for 0 to 24
    12.1   if $column_pivot[$l]<=0
    12.2   set value $rasio[$l] = 'error'
    12.3   else
    12.4   $rasio[$l]←$ruas_kiri[$l]['nk']/$colu
           mn_pivot[$l]
    12.5   endif
    12.6   endfor
11. for 0 to $cons
    13.1   $rasio=select min value of $rasio[$l]
    13.2   endfor
    13.3   find  row  of  $rasio  and  set  value  as
           $row_pivot
12. $cek←$ruas_kiri[0][$column]
13. while ($cek<0)do
    15.1   $temp_ruas_kir←$ruas_kiri
    15.2   for 1 to $cons
    15.3   if ($temp_ruas_kiri[$row]=$row_pivot)
    15.4   update $row=$row_pivot/$column_pivot
    15.5   else
    15.6   update  $row  =  value  of  $row[$l]-
           ($temp_ruas_kiri[$column]*temp_ruas_ki
           ri[$row]
    15.7   endif
    15.8   endfor
14.  back to step 12
```

Gambar 3. *Pseudocode Program* metode Simpleks (lanjutan)

Berikut langkah-langkah untuk mencari nilai batas atas dan batas bawah dengan metode simpleks yang dituliskan dalam bentuk *code* gambar 3:

a. Membuat matriks ruas kiri dengan dimensi *cons*var*

b. Menentukan variabel input, ditentukan dengan mengecek nilai matriks ruas kiri baris pada baris 1. Pilih kolom dengan nilai matriks ruas kiri[0][1] sampai ruas kiri[0][8] dengan nilai paling kecil (negatif terbesar) selanjutnya disebut dengan *column pivot*

c. Menghitung nilai rasio yaitu dengan membagi nilai ruas kiri[1][8] sampai ruas kiri [8][8] dengan *column pivot* . Rasio dengan nilai positif terkecil selanjutnya tandai baris dengan rasio terkecil sebagai *row_pivot*. Selanjutnya menentukan *key*. *Key* diambil dari nilai irisan matriks *column pivot* dengan *row pivot*.

d. Memperbarui nilai *row*, jika *row=row pivot*, *update row* dengan *value of row/value of key*. Selain itu *update row* dengan nilai *row* dari kolom dikurangi (nilai *row* lama*angka *column pivot* di baris yang sama).

e. Lakukan hal yang sama sampai dengan nilai koeffisien ruas kiri[0][1] sampai ruas kiri[0][8] lebih dari atau sama dengan 0

5.3.2 Metode Simplek Dua Fase

Metode ini dibagi dalam dua fase, yaitu fase minimasi dan maksimasi. Berikut algoritma untuk perhitungan minimasi dijelaskan pada gambar 4.

```
Input:ruas_kiri,   x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8,var=8,
cons=24
Output :lamda
Proses :
##fase 1 => minimasi
1.  function  simplex_minimasi($ruas_kiri,  $var,
    $cons)
2.  $two_var=8+1=9
3.  $two_cons=24+1=25
4.  for 1 to 9
5.  $sort=   select   max   value   of   array
    $ruas_kiri[0][$m]
6.  endfor
7.  Find column of $sort and set value as as
    column_pivot
8.  for 0 to $cons do
     8.1   if $column_pivot[$l]<=0
     8.2   set value $rasio[$l] = 'error'
     8.3   else
     8.4   $rasio[$l]←$ruas_kiri[$l]['nk']/$colum
           n_pivot[$l]
     8.5   endif
     8.6   endfor
9.  for 0 to $cons
     9.1   $rasio=select min value of $rasio[$l]
     9.2   endfor
     9.3   Find row of $rasio and set valus as
           $row_pivot
10. $cek←$ruas_kiri[0][$column]
11. while ($cek>0)do
     11.1  $temp_ruas_kir←$ruas_kiri
     11.2  for 1 to $cons
     11.3  if ($temp_ruas_kiri[$row]=$row_pivot)
     11.4  update $row=$row_pivot/$column_pivot
     11.5  else
     11.6  update  $row  =  value  of  $row[$l]-
           ($temp_ruas_kiri[$column]*temp_ruas_kir
           i[$row]
     11.7  endif
     11.8  endfor
12. back to step 4
## fase 2 => maksimasi
13. call  function  simplex_maksimasi($ruas_kiri,
    $two_var, $two_cons)
```

Gambar 4. *Pseudocode* Program untuk Minimasi

Pada fase satu akan dilakukan perhitungan penyelesaiaan dalam bentuk minimasi. Tujuan dari fase satu adalah menghilangkan *artificial variable*. Secara umum langkah untuk penyelesaiaan bentuk minimasi sebagai berikut:

a. Melakukan inisiasi nilai *var* dan *cons* dimana nilai *two_cons two_var* merupakan nilai *cons* dan *var* ditambah dengan 1.

b. Medefinisikan *array* ruas kiri dengan dimensi *two_cons*two_var*

c. Selanjutnya menentukan variabel input dengan mencari nilai absolut positif terbesar dari arrau ruas kiri [0][1] sampai ruas kiri[0][8], selanjutnya simpan nilai dari ruas kiri kolom dengan nilai absolut terbesar sebagai *column pivot*.

d. Menentukan *row pivot* dengan mencari baris ruas kiri dengan nilai *rasio* terkecil. *Rasio* terkecil diperoleh dengan membandingkan nilai dari *column pivot* dengan ruas kiri[1][8] sampai ruas kiri[8][8]

e. Memperbarui nilai *row*, jika *row=row pivot*, update *row* dengan value of *row/* value of *key*. Selain itu *update row* dengan nilai row dari kolom – (nilai row lama*angka colum pivot di baris yang sama).

f. Lakukan hal yang sama untuk nilai koeffisien ruas kiri[0][1] sampai ruas kiri[0][8] kurang dari atau sama dengan 0

g. Kemudian melanjutkan pada fase 2 yaitu fase maksimasi untuk mencari nilai fungsi keanggotaan *fuzzy* dengan memanggil fungsi simplex_maksimasi.

Selanjutnya menghitung nilai profit produksi. Perhitungan profit produksi dijelaskan dengan *pseudocode* pada gambar 5.

```
Input : nilai_lamda, ruas_kiri
Output :Z
Proses :
function hitung_profit($ruas_kiri, $nilai_lamda)
initial $Z=0
for $m=1 to $m<=8 do
  $nilai=$ruas_kiri[1][$m]*$nilai_lamda[$m];
  $Z=sum total value of($nilai)
endfor
```

Gambar 5. Code Program Perhitungan Total Profit

Perhitungan total profit (Z) produksi menggunakan langkah-langka sebagai berikut:

a. Menginisiasi nilai dari Z dengan nilai 0
b. Mengalikan nilai dari matriks ruas kiri[1][1] sampai ruas_kiri[1][8] dengan matriks nilai_lamda[1] sampai nilai_lamda[8] secara bergantian
c. Menjumlahkan seluruh hasil perkalian pada langkah b

5.4 Analisa Hasil

Pada tahapan analisa hasil dilakukan uji optimasi dan analisa sensitivitas. Uji optimal digunakan untuk mengetahui hasil penyelesaian persamaan pada model persamaan PL dan FLP optimal atau tidak. Penyelesaian dikatakan optimal menurut [11] dan [2] adalah:

5.4.1 Persamaan dengan Penyelesaian Metode Simpleks

a. bentuk penyelesaiaan minimasi dikatakan optimal jika dan hanya jika nilai dari seluruh koeffisien ruas kiri fungsi tujuan kurang dari atau sama dengan 0.
b. bentuk maksimasi dikatakan optimal jika dan hanya jika nilai dari seluruh koeffisien ruas kiri fungsi tujuan lebih dari atau sama dengan 0

5.4.2 Persamaan dengan Penyelesaian Simpleks Dua Fase

a. Pada fase 1 dikatakan optimal jika nilai dari R atau *artificial variable* sama dengan 0 dan seluruh nilai ruas kiri pada fungsi tujuan sama dengan 0
b. Pada fase 2 sama dengan syarat optimal pada penyelesaian dengan metode Simpleks

5.4.3 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas digunakan untuk mengetahui faktor-faktor dari produksi yang paling berpengaruh terhadap pennyelesaiaan optimal, sehingga diperoleh faktor atau kendala yang mengikat kenaikan profit produksi.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini akan disajikan hasil penyelesaiaan dan langkah-langkah memperoleh penyelesaiaan model persamaan FLP serta diikuti analisa hasil yang terdiri dari uji optimasi dan analisa sensitivitas.

6.1 Mencari Nilai Koefisien Fungsi Tujuan dan Batasan

Terdapat 8 variabel tujuan yaitu x_1 sampai x_8 dengan keterangan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. Kemudian menyusun persamaan fungsi tujuan. Pada tahap berikutnya akan dilakukan perhitungan profit produksi untuk setiap item. Nilai profit tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai koefisien ruas kiri dari fungsi tujuan (c_j). Berikut contoh perhitungan profit produksi untuk tas dengan kode ELL:

$$bp_{ELL} = \frac{(420000\times1)+(26000\times1)+(150\times1000)+(250\times1000)+(25000\times1)}{1000}$$

$$bp_{ELL} = \frac{871000}{1000} = 871$$

$$profit_{ELL} = harga\ jual - bp_{ELL} \quad \text{.......................................} (14)$$

$$profit_{ELL} = 1709 - 871 = 838$$

Menggunakan cara yang sama dilakukan perhitungan profit produksi untuk tas dengan kode DO, DAM, DD, DS, RJ1, RJ2, dan AW seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Profit Produksi

Kode	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
Profit	838	1980	750	1682	2392	1626	1590	2805

Kemudian dilakukan pembentukan fungsi batasan terhadap hasil analisa jadwal induk produksi yang dijelaskan pada tabel 5. Selanjutnya pada tabel 6 tersedia data jumlah permintaan untuk bulan Januari–Mei yang digunakan untuk menentukan nilai maksimum dan minimum produksi, sehingga dari data tersebut dapat ditentukan berapa kapasitas maksimal produksi dalam satu kali produksi. Kemudian menyusun dalam bentuk persamaan batasan nomer 8 sampai nomer 15 (pada tabel 4).

Tabel 6. Data Permintaan Bulan Januari-Mei

BULAN	JENIS TAS							
	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
Januari	1200	623	400	300	157	500	800	0
Februari	1000	500	300	200	150	500	800	0
Maret	1000	500	300	200	150	500	800	0
April	1500	696	313	137	171	500	600	550
Mei	1200	448	400	122	148	0	0	450

Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan waktu untuk setiap proses produksi. Sebagai contoh perhitungan untuk proses penggambaran dan pemotongan pola untuk tas kode ELL:

$$proses1_{ELL} = \frac{total\ produksi}{waktu\ produksi\ (menit)} \quad \text{..............................} (15)$$

$$proses1_{ELL} = \frac{1000}{4{,}5*60} = 3{,}7037 \approx 3{,}70$$

Menggunakan cara yang sama untuk proses 2 sampai dengan proses 7 dengan hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan pada tabel 7.

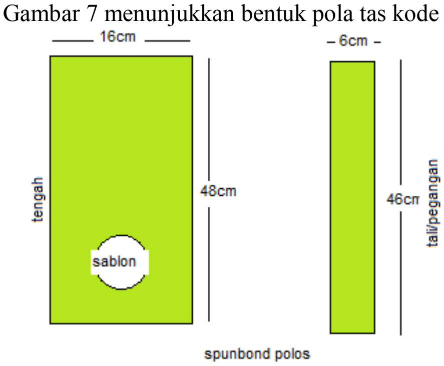
Tabel 7. Perhitungan Waktu Produksi

Proses	JENIS TAS							
	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
1	3,70	0,97	2	0,95	0,83	1,67	1,43	1,51
2	2,38	1,67	0	1,67	1,67	0	0	2,38
3	0,36	2	0,32	0,18	0,19	0,15	0,19	0,22
4	0	0	0	1,67	0	1,67	0	0
5	0	0,53	0	0	5	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	1,67	0
7	0,73	1,96	1,06	1,87	1,29	1,29	1,96	1,29

Data perhitungan pada tabel 7 digunakan untuk menyusun persamaan fungsi batasan nomer 1 sampai 7. Kemudian dilakukan perhitungan penggunaan bahan baku. Sebagai contoh adalah penggunaan kain spunbond polos untuk tas dengan kode ELL.

a. Bentuk Pola

Gambar 7 menunjukkan bentuk pola tas kode ELL.



Gambar 6. Pola Tas Jenis ELL

b. Perhitungan pola

$$bahansp_{ELL} = \frac{kebutuhan\ pola}{luasan\ tersedia} \quad \text{.......................................} (16)$$

$$bahansp_{ELL} = \frac{(48*6)+(48*16)}{1600000} = 0{,}00066$$

Karena hasil pembagian menunjukkan nilai mendekati null maka dikalikan dengan 10^5 begitu pula dengan nilai dari koefisien ruas kanan. Lakukan hal yang sama untuk seluruh jenis seperti yang ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Penggunaan Bahan Baku

Bahan baku	JENIS TAS							
	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
1	66	110,8	7,75	29,25	0	70,96	128,9	0
2	0	9,67	5,33	0	0	1,83	1,23	0
3	0	0	0	12	9,43	0	0	0
4	8	0	0	0	10,67	0	0	0
5	0	1,04	0	0	0	0	0	0
6	0	2,5	0	0	0	2	0	0
7	0	0	0	0	0	8,76	20,44	0
8	0	1	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	1	0	0	1	0

Selanjutnya pada tabel 9 menjelaskan tentang jumlah bahan baku pada bulan Juni. Ketersediaan bahan baku tersebut digunakan sebagai nilai *Righthand Side Ranges*(RHS) pada fungsi batasan nomer 16 sampai 24.

Tabel 9. Persediaan Bahan Baku Bulan Juni

Bulan	Jumlah Persediaan Bahan								
	sp	sm	D600	puring	tali	knop	st	pl	pr
Juni	8	2	1,5	1,13	50	21	3	1	2

Keterangan:

sp :spunbond polos pl : plastik st : kancing stopper
sm : spunbond motif pr : perekat

6.2 Menyusun Persamaan PL

Pada Tahapan ini dilakukan proses penyusunan bentuk persamaan Program Linier sebagai berikut:

a. Pembentukan fungsi tujuan.

Pembentukan fungsi tujuan menggunakan tabel 4 yang disesuaikan dengan bentuk persamaan program linier pada bagian 3, sehingga diperoleh bentuk persamaan 17 dan 18:

$$Max\ Z = 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590x_7 + 2805x_8 \quad \text{...... (17)}$$

b. Pembentukan fungsi batasan

Menyusun tabel 5,6,dan 7 ke dalam bentuk persamaan 13, sehingga diperoleh bentuk persamaan fungsi batasan sebagai berikut :

1) $37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16{,}67x_6 + 14{,}29x_7 + 15{,}15x_8 \leq 80660$
2) $23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23{,}81x_8 \leq 80660$
3) $3.63x_1 + 2x_2 + 3.17x_3 + 1.87x_4 + 1.93x_5 + 1{,}52x_6 + 1{,}97x_7 + 2{,}17x_8 \leq 80660$
4) $1.67x_4 + 1{,}67x_6 \leq 2144$
5) $5{,}33x_2 + 5x_5 \leq 34460$
6) $1x_6 + 1{,}67x_7 \leq 5000$
7) $7.27x_1 + 19.56x_2 + 10.56x_3 + 18.67x_4 + 12.89x_5 + 12.89x_6 + 19{,}56x_7 + 12.89x_8 \leq 80660$
8) $x_1 \leq 1500$
9) $x_2 \leq 696$
10) $x_3 \leq 400$
11) $x_4 \leq 300$
12) $x_5 \leq 171$
13) $x_6 \leq 1000$
14) $x_7 \leq 1000$
15) $x_8 \leq 1000$
16) $66x_1 + 110.75x_2 + 7.75x_3 + 29.25x_4 + 70{,}97x_6 + 128{,}88x_7 + 200x_8 \leq 800000$
17) $9.67x_2 + 5.33x_3 + 1{,}83x_6 + 1{,}23x_7 \leq 20000$
18) $12x_4 + 9.43x_5 \leq 5000$
19) $8x_1 + 10.67x_3 \leq 20000$
20) $1.04x_2 \leq 1000$
21) $2.5x_2 + 2x_6 \leq 3000$
22) $8{,}76x_7 + 20{,}44x_8 \leq 100000$
23) $x_2 + x_6 \leq 1500$
24) $x_4 + x_7 \leq 3024$ ...... (18)

6.3 Persamaan FLP

Mengubah bentuk persamaan 17 dan 18 dalam bentuk persamaan 1, sehingga diperoleh bentuk persamaan 19 dan 20 sebagai berikut:

a. Fungsi tujuan:

$$Max\ \tilde{Z} = 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590x_7 + 2805x_8 \quad \text{...... (19)}$$

b. Fungsi batasan:

1) $37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16{,}67x_6 + 14{,}29x_7 + 15{,}15x_8 \leq \widetilde{80660}$
2) $23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23{,}81x_8 \leq \widetilde{80660}$
3) $3.63x_1 + 2x_2 + 3.17x_3 + 1.87x_4 + 1.93x_5 + 1{,}52x_6 + 1{,}97x_7 + 2{,}17x_8 \leq \widetilde{80660}$
4) $1.67x_4 + 1{,}67x_6 \leq \widetilde{2144}$
5) $5{,}33x_2 + 5x_5 \leq \widetilde{34460}$
6) $1x_6 + 1{,}67x_7 \leq \widetilde{5000}$
7) $7.27x_1 + 19.56x_2 + 10.56x_3 + 18.67x_4 + 12.89x_5 + 12.89x_6 + 19{,}56x_7 + 12.89x_8 \leq \widetilde{80660}$
8) $x_1 \leq \widetilde{1500}$
9) $x_2 \leq \widetilde{696}$
10) $x_3 \leq \widetilde{400}$
11) $x_4 \leq \widetilde{300}$
12) $x_5 \leq \widetilde{171}$
13) $x_6 \leq \widetilde{1000}$
14) $x_7 \leq \widetilde{1000}$
15) $x_8 \leq \widetilde{1000}$
16) $66x_1 + 110.75x_2 + 7.75x_3 + 29.25x_4 + 70{,}97x_6 + 128{,}88x_7 + 200x_8 \leq \widetilde{800000}$
17) $9.67x_2 + 5.33x_3 + 1{,}83x_6 + 1{,}23x_7 \leq \widetilde{20000}$
18) $12x_4 + 9.43x_5 \leq \widetilde{5000}$
19) $8x_1 + 10.67x_3 \leq \widetilde{20000}$
20) $1.04x_2 \leq \widetilde{1000}$
21) $2.5x_2 + 2x_6 \leq \widetilde{3000}$
22) $8{,}76x_7 + 20{,}44x_8 \leq \widetilde{100000}$
23) $x_2 + x_6 \leq \widetilde{1500}$
24) $x_4 + x_7 \leq \widetilde{3024}$ ...... (20)

Kemudian menghitung penambahan atau pengurangan sumberdaya yang tersedia pada koefisien ruas kanan fungsi batasan untuk menentukan nilai parameter *fuzzy*.

i. Penambahan-pengurangan bahan

$$t_i = \frac{\sqrt{\frac{(294)^2 + (-220)^2 + (-136)^2 + (880)^2 + (-818)^2}{5-1}}}{3586} \times 100\%$$

$$t_i = 0{,}1763 \times 100\% = 17{,}63\%$$

ii. Parameter *fuzzy*

Pada tabel 10 akan dijelaskan tentang perhitungan nilai parameter *fuzzy* dari koefisien ruas kanan.

Tabel 10. Parameter *Fuzzy*

Batasan	b_{ij}	p_{ij} (t_i*b_{ij})	$b_{ij} + p_{ij}$
1	80660	12718	93378
2	80660	12718	93378
3	80660	12718	93378
4	2144	338	2482
5	34460	5433	39893
6	50000	788	5788
7	80660	12718	93378
8	1500	237	1737
9	696	110	806
10	400	63	463
11	300	47	347
12	171	27	198
13	1000	158	1158
14	1000	158	1158
15	1000	158	1158
16	800000	141026	941026
17	20000	3153	23153
18	5000	788	5788
19	20000	3153	23153
20	1000	158	1158
21	3000	473	3473
22	100000	15767	115767
23	1500	237	1737
24	3024	477	3501

Proses defuzzifikasi lMencari nilai batas bawah optimal dan batas atas optimal dengan program simulasi.

1) Batas bawah optimal (Z_l)

$Z_l = \max 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590$
$+2805x_8$

dengan batasan:

$$37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16{,}67x_6 + 14{,}29x_7 + 15{,}15x_8 \le 80660$$
$$23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23{,}81x_8 \le 80660$$
$$\vdots$$
$$x_4 + x_7 \le 3024 \qquad \text{.......................} \ (21)$$

2) Batas atas optimal (Z_u)

$Z_u = \max 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590$
$+2805x_8$

dengan batasan:

$$37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16{,}67x_6 + 14{,}29x_7 + 15{,}15$$
$$23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23{,}81x_8 \le 94879$$
$$\vdots$$
$$x_4 + x_7 \le 3557 \qquad \text{......................} \ (22)$$

Diperoleh hasil penyelesaian subproblem menggunakan program simulasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Penyelesaian Subproblem

Variabel	Lower	Upper
Z	8740375,9	10279653,26
X1	555,9	654,11
X2	696	819
X3	400	471

Tabel 11. Penyelesaian Subproblem (Lanjutan)

Variabel	Lower	Upper
X4	288,42	339,33
X5	171	201
X6	804	945
X7	1000	1176
X8	1000	1176

a. Nilai fungsi keanggotaan *fuzzy*

Nilai fungsi keanggotan *fuzzy* diperoleh dengan memodifikasi persamaan PL yaitu menambahkan variabel baru yang mewakili nilai fungsi keanggotaan *fuzzy* (λ). Tujuan dari pencarian nilai keanggotaan *fuzzy* adalah untuk menguji syarat kelayakan dari penambahan angka *fuzzy* dalam sebuah persamaan PL dengan bentuk persamaan 22.

Fungsi tujuan : Max λ

Fungsi batasan :

1) $-1575277\lambda + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590x_7 + 2805x_8 \ge 8704376$

2) $14219\lambda + 37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16{,}67x_6 + 14{,}29x_7 + 15{,}15x_8 \le 98479$

3) $14219\lambda + 23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23{,}81x_8 \le 98479$

4) $14219\lambda + 3.63x_1 + 2x_2 + 3.17x_3 + 1.87x_4 + 1.93x_5 + 1{,}52x_6 + 1{,}97x_7 + 2{,}17x_8 \le 98479$

5) $378\lambda + 1.67x_4 + 1{,}67x_6 \le 2522$
6) $6075\lambda + 5{,}33x_2 + 5x_5 \le 40535$
7) $881\lambda + 1x_6 + 1{,}67x_7 \le 5881$
8) $14219\lambda + 7.27x_1 + 19.56x_2 + 10.56x_3 + 18.67x_4 + 12.89x_5 + 12.89x_6 + 19{,}56x_7 + 12.89x_8 \le 98479$
9) $264\lambda + x_1 \le 1764$
10) $123\lambda + x_2 \le 819$
11) $71\lambda + x_3 \le 471$
12) $53\lambda + x_4 \le 353$
13) $30\lambda + x_5 \le 201$
14) $176\lambda + x_6 \le 1176$
15) $176\lambda + x_7 \le 1176$
16) $176\lambda + x_8 \le 1176$
17) $141026\lambda + 66x_1 + 110.75x_2 + 7.75x_3 + 29.25x_4 + 70{,}97x_6 + 128{,}88x_7 + 200x_8 \le 941026$
$3526\lambda + 9.67x_2 + 5.33x_3 + 1{,}83x_6 + 1{,}23x_7 \le 23526$
18) $881\lambda + 12x_4 + 9.43x_5 \le 5881$
19) $3526\lambda + 8x_1 + 10.67x_3 \le 23526$
20) $176\lambda + 1.04x_2 \le 1176$
21) $529\lambda + 2.5x_2 + 2x_6 \le 3529$
22) $17628\lambda + 8{,}76x_7 + 20{,}44x_8 \le 117628$
23) $264\lambda + x_2 + x_6 \le 1764$
24) $533\lambda + x_4 + x_7 \le 3557$ .... (23)

Persamaan 22 dapat diselesaikan dengan metode simpleks dua fase dan diperoleh hasil penyelesaian menggunakan program simulasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Penyelesaian Bentuk FLP

Nilai Koefisien							
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
605	757	435	313	186	874	1088	1088
Z = 9510003							

6.4 Analisa Uji Optimal

Tabel 13 menjelaskan tentang hasil uji optimasi persamaan Program Linier dan ada tabel 14 menujukkan hasil perhitungan optimal dari persamaan PL yang termodifikasi (yang telah ditambahka nilai fungsi keanggotaan *fuzzy*).

Tabel 13. Uji Optimasi Hasil Penyelesaiaan Subproblem

i	in	out	C								Δy	Z	
			1	2	3	4	5	6	7	8		lower	upper
1	-	-	-838	-1980	-750	-1682	-2392	-1626	-1590	-2805	0	0	0
2	c8	s15	-838	-1980	-750	-1682	-2392	-1626	-1590	0	2465,27	2805000	3298680
3	c5	s12	-838	-1980	-750	-1682	0	-1626	-1590	0	1102,189	3214032	3779472
4	c2	s9	-838	0	-750	-1682	0	-1626	-1590	0	512,54	4592112	5401092
5	c4	s18	-838	0	-750	0	0	-1626	-1590	0	123,18	5077229	5971850
6	c6	s23	-838	0	-750	0	0	0	-1590	0	1263,62	6384533	7508420,67
7	c7	s14	-838	0	-750	0	0	0	0	0	1272,919	7974533	9378260,67
8	c1	s1	0	-297,027	0	0	0	0	0	0	22,64864	8621565	10139753,53
9	c3	s10	0	0	0	0	0	0	0	0	297,027	8740376	10279653,26

Tabel 14. Uji Optimasi Penyelesaiaan FLP

fase	iterasi	*in*	*out*	C									Z
				λ	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	0	0	-1539277	838	1980	750	1682	2392	1626	159 0	280 5	8740375,9
1	2	c9	s16	-2032957	838	1980	750	1682	2392	1626	159 0	0	5441695,9
1	3	c6	s13	-2104717	838	1980	750	1682	0	1626	159 0	0	4960903,9
1	4	c3	s10	-2348257	838	0	750	1682	0	1626	159 0	0	3339283
1	5	c5	s19	-243389,8	838	0	750	0	0	1626	159 0	0	2768525,2
1	6	c7	s24	- 2663164,8	838	0	750	0	0	0	159 0	0	1231955,2
1	7	c8	R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8	-	-	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9	c1	s15	1	0	-0,0002847	0	-0,0002548	0	0	0	0	0,2167
2	10	c2	s24	1	0	0	0	-9,7148	0	0	0	0	0,45769
2	11	c4	s11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5

Pada tabel hasil uji 13 dan 14 dapat kita ketahui bahwa hasil penyelesaiaan dari persamaan PL dan FLP memenuhi syarat optimal seperti yang dijelaskan pada bagian 5.5.

6.5 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh pada proses produksi (mencari *binding constraint dan unbinding constraint*) ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Analisa Sensitivitas Fungsi Batasan

Batasan	RHS	Surplus	Min RHS	Max RHS	Dual Prices
1.	80660	0	60091,75	115591,8	17
2.	80660	26387,664	54272,34	*infinity*	0
3.	980660	72136,89	8523,11	*infinity*	0
4.	2144	1051,58	1092,42	*infinity*	0

Tabel 15. Analisa Sensitivitas Fungsi Batasan (Lanjutan)

Batasan	RHS	Surplus	Min RHS	Max RHS	Dual Prices
5.	34460	30125	4335	*infinity*	0
6.	5000	3196	1804	*infinity*	0
7.	80660	11653,21	69006,79	*infinity*	0
8.	15000	994,1	55,9	*infinity*	0
9.	696	0	500	1000	463
10.	400	0	0	1428	410
11.	300	11,58	288,42	*Infinity*	0
12.	171	0	155,56	555,56	1253
13.	1000	196	804	Infinit	0
14.	1000	0	0	1712,68	1353
15.	1000	0	0	2271,88	2550

Tabel 15. Analisa Sensitivitas Fungsi Batasan (Lanjutan)

Batasan	RHS	Surplus	Min RHS	Max RHS	Dual Prices
16.	800000	291306	508693,39	*Infinity*	0
17.	20000	9932	10068	*Infinity*	0
18.	5000	0	1539	5139	111,4
19.	20000	13842,811	6157	*Infinity*	0
20.	1000	304	696	*Infinity*	0
21.	3000	0	3000	*Infinity*	682
22.	100000	73568	26432	*Infinity*	0
23.	1500	0	696	1696	0
24.	3024	1735,9	1288	*infinity*	0

Tabel 16. Analisisis Sensitivitas Fungsi Tujuan

Obj Coeff	Min Obj Coeff	Max Obj Coeff	Reduced Cost
838	0	1387,5	0
1980	1467,46	*infinity*	0
750	452,97	*infinity*	0
1682	203,84	3151,59	0
2392	1289,81	*Infinity*	0
1626	362,38	2138,54	0
1590	317,08	*infinity*	0
2805	339,73	*infinity*	0

Nilai 0 dari variabel Surplus pada tabel 16 menunjukkan bahwa batasan (*constraint)* tersebut merupakan *binding constraint* atau batasan yang mengikat profit Z. Sehingga jika nilai dari sumberdaya atau bahan baku dari batasan tersebut dinaikkan akan meningkatkan profit produksi sejumlah nilai dari *Dual Prices*.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Persamaan Fuzzy Proglin dapat diselesaikan menggunbakan metode Simpleks Fuzzy, bereda dengan persamaan Proglin yang diselesaikan dengan metode Simpleks. Penyelesaian dengan metode Simpleks Fuzzy merupakan penggabungan penyelesaian fuzzy dengan metode simpleks biasa diikut dengan metode simpleks dua fase. Secara singkat penyelesaian dari metode Simpleks Fuzzy sebagai berikut:

1. Mencari nilai batas atas dan batas bawah optimal dengan metode simpleks fuzzy
2. Menghitung parameter fuzzy kemudian menyusun bentuk persamaan baru untuk menghitung nilai fungsi keanggotaan fuzzy dan menyelesaikannya dengan metode simpleks dua fase.

Menggunakan program simulasi diperoleh hasil perkiraan nilai profit produksi optimal untuk Program Linier sebesar Rp Rp 8.740.375,00 dan menggunakan persamaan *Fuzzy Linear Programming* sebesar Rp 9.510.003,00 dengan nilai fungsi keanggotaan fuzzy sebesar 0,5. Nilai 0,5 dari fungsi keanggotaan *fuzzy trapezoidal* menunjukkan bahwa penambahan nilai *fuzzy* pada ruas kanan dari permasalahan PL dapat diterapkan untuk menyesaiakan permasalahan produksi UKM Cantik Souvenir. Nilai 0,5 dari fungsi keanggotaan *fuzzy* memenuhi syarat veasible penggunaan nilai *fuzzy* dalam persamaan PL yaitu berada direntang 0 sampai dengan 1.

Pada penelitian selanjutnya akan lebih baik lagi jika ditambahkan nilai koefisien *fuzzy* pada fungsi tujuan dan menyelesaikan perhitungan optimasi dengan *fungsi ranking*.

8. DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Purba, “Penerapan Logika Fuzzy Pada Program Linear,” in *Kontribusi Pendidikan Matematika dan Matematika dalam Membangun Karakter Guru dan Siswa*, 2012, pp. 101–114.

[2] F. S.Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction to Operation Research*, 5th ed. McGraw-Hill, 1990.

[3] I. A. Marie, Y. Arkeman, and D. U. Daihani, “Penentuan Jumlah Produksi Menggunakan Model Fuzzy Multi Objective Linear Programming Pada Industri Pangan (Studi Kasus Pada Industri Roti PT NIC),” pp. 38–46, 2011.

[4] D. Cahaya N., I. Santoso, and M. Effendi, “Perencanaan Produksi Keripik Kentang Menggunakan Metode Fuzzy Linear Programming (FLP) (Studi Kasus di UKM Agronas Gizi Food Kota Batu),” no. December 2014, pp. 1–7, 2014.

5] S. Effati. and H. Abbasiyan., “Solving Fuzzy Linear Programming Problems with Linear Membership Functions,” *Appl. Appl. Math. An Int. J.*, vol. 26, no. 2, pp. 375 – 396, 2002.

[6] A. T. Afriani, N. Kusumastuti, and B. Prihandono, “Metode simpleks fuzzy untuk permasalahan pemrograman linear dengan variabel trapezoidal fuzzy,” vol. 01, no. 1, pp. 23–30, 2012.

[7] A. I. Suryani, L. Linawati, and H. A. Parhusip, “Fuzzy Linear Programming dengan Fungsi Keanggotaan Kurva-S untuk Penilaian Kinerja Karyawan,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Pendidik. Sains VIII UKSW*, pp. 431–436, 2014.

[8] A. I. Suryani, L. Linawati, and H. A. Parhusip, “Analisis Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Fuzzy Linear Programming (FLP),” *Pros. Semin. Nas. Penelitian, Pendidik. dan Penerapan MIPA UNY,* 2013.

[9] B. Sharma and R. Dubey, “Optimum Solution of Fuzzy Linear Programming,” vol. 3, no. 7, pp. 268–276, 2012.

[10] A. Indrasari and J. Gunawan, “Menentukan Jumlah Produksi Menggunakan Logika Fuzzy Linier Programming Pada Industri Roti (Studi Kasus Pada PO. Mungil),” *J. Ilm. Tek. Ind. dan Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–27, 2014.

[11] W. L. Winston, *Operations Research Applications and Algorithms*, 3rd ed. United States of America, 1994.