

OPTIMASI PRODUKSI TAS MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY LINIER PROGRAMMING (STUDI KASUS: UKM.CANTIK SAUVENIR)

YS. Palgunadi ¹⁾ Lia Primadani ²⁾

¹⁾ Informatika, FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Surakarta
email : ¹⁾palgunadi@uns.ac.id ²⁾primadanilia@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Optimization is a means for companies to improve the performance and efficiency of production for analyzing trade of market needed. Because amount of demand is different, companies should perform production planning in order to cover the number of production that can provide a maximum profit. Production Planning is used to manage the production that applied on fuzzy linear programming. This Algorithm changes mathematical problems with linear membership function becomes non linear, so that decision of problem can be considered to unstable situation. Using the method, UKM. Cantik Sauvenir can analyze optimization of product in June based number of available materials and times of production. Therefore we get optimize solution is 1470, 682, 392, 282, 167, 522, 980 and 980 for kind of bag ELL, DO, DAM, DD, DS, RJ1, RJ2, and AW with Rp. 8.905.880,00 profit of productions.

Key words

Fuzzy Linear Programming Algorithm, Two-Phase Simplex Method, Master project Scheduling, Optimization.

1. Pendahuluan

Optimasi adalah sarana untuk mengekspresikan 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 persediaan bahan baku yang terbatas. Penentuan jumlah produksi dapat dikatakan sebagai pengambilan keputusan dan tentunya pengambilan keputusan tidaklah

diambil hanya dengan perkiraan saja. Oleh sebab itu dalam pengambilan keputusan produksi dapat digabungkan dengan metode Penjadwalan Induk Produksi atau yang lebih dikenal dengan *Master Project Scheduling*.

Penjadwalan induk Produksi dimanfaatkan 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[3]. 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 perencanaan produksi yang dapat mengendalikan *input* dan *output* produksi sesuai dengan permintaan pasar [4].

Perencanaan dapat dilakukan dengan membuat sebuah model yang merepresentasikan setiap permasalahan yang ada. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merepresentasikan permasalahan agar memudahkan dalam proses analisa adalah menggunakan model matematis [5]. Permasalahan diubah dalam model optimasi berupa persamaan linier yang dapat diselesaikan menggunakan Algoritma Program Linier.

Pada penelitian sebelumnya[6], Program Linier dikombinasikan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk menyelesaikan permasalahan dengan kasus non linier yaitu dengan mengadopsi pemanfaatan fungsi keanggotaan bahu menurun. Pemanfaatan fungsi keanggotaan bahu ini dimanfaatkan untuk melakukan analisa terhadap penerimaan karyawan.

Berdasarkan hal tersebut dilakukan pengkajian penerapan fungsi keanggotaan bahu untuk memaksimalkan profit produksi dan mengetahui besar ukuran optimum setiap item yang diproduksi oleh UKM. Cantik Sauvenir. Tujuan dari optimasi tersebut adalah

mencapai tujuan perusahaan yaitu pengelolaan produksi agar diperoleh profit paling optimal.

2. Dasar Teori

2.1 Jadwal Produksi Induk

Jadwal Produksi Induk (MPS) adalah suatu set perencanaan mengidentifikasi kuantitas dari item tertentu yang dapat dan akan dibuat oleh suatu perusahaan manufaktur (dalam satuan waktu)[7]. Sedangkan menurut [8], Jadwal Produksi Induk merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merencanakan jumlah produksi output berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu.

Jadwal induk produksi atau *Master Production Scheduling* disingkat dengan MPS membutuhkan input utama sebagai berikut :

- Data permintaan total yang berkaitan dengan *sales forecast*(ramalan penjualan) dan pesanan atau orders.
- Status inventori yang berkaitan dengan ketersediaan *stock*, pengalokasian penggunaan *stock*, pesanan-pesanan produksi dan pembelian yang dikeluarkan, dan perancangan perencanaan pesanan.
- Perencanaan produksi untuk menentukan jumlah tingkat produksi, inventori dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi.

2.2 Model Matematis

Model matematis merupakan ungkapan suatu masalah dalam bahasa matematika. Suatu model matematika menggambarkan masalah dengan cara yang lebih singkat dengan menerjemahkan setiap masalah yang dihadapi ke dalam simbol-simbol dan ungkapan matematika dengan tujuan untuk menjembatani penyelesaian dengan teknik matematika dan komputer dalam menganalisa satu masalah[2].

Pada intinya ungkapan-ungkapan matematika tersebut menggambarkan inti pokok masalah untuk kemudian dicari nilai dari penyelesaiannya. Jadi jika ada n keputusan yang dinyatakan sebagai variabel keputusan (misalnya x_1, x_2, \dots, x_n) yang nilainya harus ditentukan, kemudian ukuran kinerja yang sesuai (misalnya, keuntungan) dinyatakan dalam fungsi matematis dari variabel keputusan ini (misalnya, $P = 3x_1 + 2x_2 + \dots + 5x_n$). Fungsi ini dikenal dengan fungsi tujuan. Setiap batasan terhadap nilai-nilai yang diberikan kepada variabel-variabel keputusan ini juga dinyatakan secara matematis, secara khas dengan ketidaksamaan atau kesamaan (misalnya, $x_1 + 3x_1x_2 + 2x_3 \leq 10$). Ungkapan matematis demikian bagi batasan-batasan dinamakan

kendala. Konstanta-konstanta (koefisien atau ruas kanan) dalam kendala-kendala dan fungsi tujuan dinamakan parameter model.

2.3 Algoritma Program Linier

Pemrograman Linier[2] merupakan suatu perencanaan kegiatan-kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal menggunakan model matematis diantara semua alternatif yang mungkin dengan keterbatasan sumber daya yang ada.

Model matematis untuk masalah umum alokasi sumber daya didefinisikan sebagai berikut :

Max/Min $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \dots\dots\dots (1)$
dengan batasan :

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \dots\dots\dots (2)$$

2.4 Permasalahan Program Linier dengan Nilai Ruas Kanan Fuzzy

Bentuk permasalahan dengan nilai ruas kanan fuzzy sebagai berikut :

$$Fungsi\ tujuan \tilde{Z} = maximize \sum_{j=1}^n C_j x_j$$

$$Kendala/batasan: \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq \tilde{b}_i, 1 \leq i \leq m \dots\dots\dots (3)$$

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

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:

$$\mu_{\tilde{b}_i} \begin{cases} 1, & x < b_i \\ \frac{b_i + p_i - x}{p_i}, & b_i \leq x \leq b_i + p_i, \dots\dots (4) \\ 0, & x \geq b_i + p_i, \end{cases}$$

Dimana p_i menyatakan nilai toleransi yang diberikan untuk proses produksi. Nilai toleransi yang diberikan digunakan untuk meningkatkan profit produksi dengan [9]jumlah pemberian toleransi sesedikit mungkin. Nilai $p_i > 0$ untuk $i = 1, \dots, m$. Untuk mencari penyelesaian optimal permasalahan dengan nilai ruas kanan negatif diperlukan proses *defuzzifikasi*, yaitu dengan menghitung batas bawah nilai optimal (Z_l) dan batas atas nilai optimal (Z_u). Nilai optimal Z_l dan Z_u dapat dicari menggunakan penyelesaian program linier dengan mengasumsikan permasalahan yang ada sebagai berikut:

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

Kendala: $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, 1 \leq i \leq m$ (5)
 $x_j \geq 0, 1 \leq j \leq n$

dan

$Z_u = \text{Maximize } \sum_{j=1}^n C_j x_j$
 Kendala: $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i + p_i, 1 \leq i \leq m$ (6)
 $x_j \geq 0, 1 \leq j \leq n$

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:

$$\mu_G(x) \begin{cases} 0, \sum_{j=1}^n c_j x_j < Z_l \\ \frac{\sum_{j=1}^n c_j x_j}{Z_u - Z_l}, Z_l \leq \sum_{j=1}^n c_j x_j < Z_u \\ 1, \sum_{j=1}^n c_j x_j \geq Z_u \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

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

$$\mu_{c_i}(x) \begin{cases} 0, b_i < \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \\ \frac{b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j}{p_i}, \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i < \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + p_i \\ 1, b_i \geq \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + p_i \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

Fungsi tujuan Fuzzy [6] didefinisikan sebagai berikut :

$\mu_D(x) = \min(\mu_G(x), \min_i(\mu_{c_i}(x)))$ (9)

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

$\max_{x \geq 0} \mu_D(x) = \max_{x \geq 0} \min(\mu_G(x), \min_i(\mu_{c_i}(x)))$ (10)

Sehingga persamaan 1 dapat diubah kebentuk penyelesaian optimal sebagai berikut:

Fungsi Tujuan : Maximize λ

Batasan:

$$\begin{aligned} \mu_G(x) &\geq \lambda \\ \mu_{c_i}(x) &\geq \lambda, 1 \leq i \leq m \dots\dots\dots (11) \\ x &\geq 0 \\ 0 &\leq \lambda \leq 1 \end{aligned}$$

Persamaan 7, 8 dan 11 dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \lambda(Z_u - Z_l) - \sum_{j=1}^n C_j x_j + Z_l &\leq 0 \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + \lambda p_i &\leq b_i + p_i, \text{dimana } 1 \leq i \leq m \\ x &\geq 0, 0 \leq \lambda \leq 1 \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

2.5 Pemberian Nilai Toleransi (p_i)

Proses produksi dalam menghasilkan produk setiap bulan kadang mengalami penambahan dan pengurangan,

oleh sebab itu untuk mengetahui jumlah kenaikan dan penurunan produksi yang erat kaitannya dengan penambahan dan pengurangan jumlah kebutuhan bahan baku diperlukan pemberian toleransi.

Nilai toleransi ini digunakan untuk membantu proses produksi dalam mentolerir kendala-kendala demi mencapai jumlah produksi yang optimal dengan keuntungan maksimal. Perhitungan nilai toleransi dapat dilakukan dengan mencari nilai simpangan untuk penambahan dan pengurangan produksi yang didefinisikan sebagai berikut:

$$t_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n-1}}}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

dimana :

t_i = prosentase nilai toleransi penambahan dan pengurangan penggunaan bahan

X_i = data sampel indeks ke - i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$

\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 nilai dari p_i (nilai toleransi) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$p_i = t_i \times b_i \dots\dots\dots (14)$$

dimana nilai b_i sama dengan nilai sumber daya yang tersedia.

2.6 Metode Simpleks

Metode simpleks digunakan untuk menyelesaikan permasalahan program linier dalam bentuk grafik atau menggunakan tablo simpleks. Tablo simpleks digunakan untuk mengubah persamaan fungsi batasan dan tujuan dalam bentuk tabel yang ekuivalen dengan bentuk aljabar.

Tabel 1 Bentuk Penyelesaian Tablo Simpleks

Variabel Dasar	Koefisien Dari					Ruas Kanan
	Z	x_1	x_2	...	x_n	

Tabel 1 menunjukkan tentang susunan bentuk tabel dari tablo simpleks. Kemudian untuk penyelesaian menggunakan tablo simpleks adalah sebagai berikut[2] :

- Mengubah persamaan dalam bentuk tabel 1
- Menambahkan *slack variable*
- Mencari variabel dasar masuk dan variabel dasar keluar. Variabel dasar masuk sebagai *lajur pivot* yang dipilih berdasarkan nilai lajur dibawah koefisien persamaan Z dengan nilai absolut negatif terbesar, sedangkan variabel dasar keluar merupakan *baris pivot* yang dipilih berdasarkan nilai perbandingan

rasio ruas kanan dibagi dengan nilai *lajur pivot* masing-masing kolom dengan nilai perbandingan positif terkecil. Sedangkan perpotongan dari *lajur pivot* dan *baris pivot* dikenal sebagai *angka pivot*.

- d. Menentukan penyelesaian layak dasar baru dengan membuat tablo simpleks baru dengan mengubah *baris pivot* baru menggunakan:

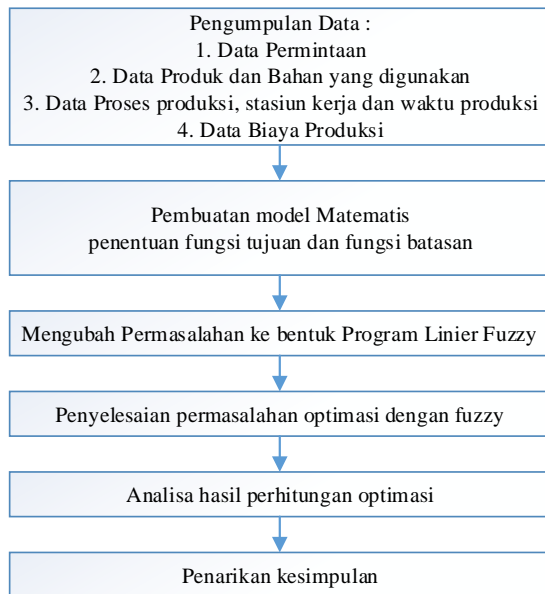
$$baris\ pivot\ baru = \frac{baris\ pivot\ baru}{angka\ pivot} \dots\dots\dots (15)$$

dan mengubah baris yang lainnya dengan baris lama dikurangi perkalian antara koefisien *lajur pivot* dengan *baris pivot* baru.

- e. Menguji penyelesaian layak dasar apakah sudah optimal. Dikatakan optimal jika semua nilai koefisien dari Z tidak negatif (≥ 0). Jika negatif kembali ke langkah d.

3. Metodologi Penelitian

Gambar 1 merupakan gambar penyelesaian optimasi untuk menentukan optimal profit dan penentuan jumlah optimal produksi setiap item di UKM. Cantik Souvenir.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

4. Hasil Percobaan

UKM. Cantik Souvenir merupakan usaha kecil menengah yang bergerak dibidang industri tas. Saat ini terdapat 8 jenis tas yang diproduksi diantaranya adalah tas dengan kode ELL, DO, DAM, DD, DS, RJ1, RJ2, dan AW. Setiap bulannya jumlah tas yang diproduksi berbeda-

beda. Proses bisnis dari UKM. Cantik Souvenir diawali dengan melakukan pembuatan tas berdasarkan taksiran sementara oleh pemilik. Kemudian tas tersebut digunakan sebagai *stock* untuk pemesanan pada bulan berikutnya. Kemudian semua jumlah persediaan tersebut dikirimkan ke rumah sakit, toko kecil, dan klinik kecantikan berdasarkan jumlah pemesanan pada bulan sebelumnya. Dengan turut mempertimbangkan jumlah pemesanan pada bulan sebelumnya yaitu bulan Mei dan jumlah *fixed order* pada bulan Juli (1000 tas) untuk tas RJ1, RJ2 dan AW. Kemudian dilakukan perhitungan jadwal induk produksi untuk menentukan jumlah item produksi dari 5 jenis tas lainnya dengan jumlah ketersediaan bahan baku dan waktu kerja yang terbatas. Untuk itu diberikan sebuah contoh perhitungan penentuan dari jadwal induk produksi salah satu periode dengan profit produksi, kebutuhan waktu produksi, jumlah permintaan, dan kebutuhan bahan baku sehingga diperoleh jumlah optimal produksi setiap item dan profit maksimum.

Tabel 2. 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

Tabel 2 menunjukkan jumlah permintaan aktual untuk bulan Januari sampai dengan Mei. Dari data permintaan tersebut dapat diketahui jumlah maksimum dan minimum permintaan setiap item.

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

$$proses1_{ELL} = \frac{total\ produksi}{waktu\ produksi\ (menit)} \dots\dots\dots (16)$$

$$proses1_{ELL} = \frac{1000}{4,5 * 60}$$

$$proses1_{ELL} = 3,7037$$

Menggunakan cara yang sama untuk proses 2 dan seterusnya dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Waktu Produksi Tas Setiap Menit

Nomer Proses	JENIS TAS (tas/menit)							
	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
1	3,7	0,97	2	0,9	0,83	1,67	1,43	1,51
2	2,38	1,67	-	1,67	1,67	-	-	2,38
3	0,36	2	0,32	0,18	0,19	0,15	0,19	0,22
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6	0,73	1,9	1,06	1,9	1,3	1,3	1,96	1,29

^a (proses 1=penggambaran dan pemotongan pola, 2=penyablonan, 3=penjahitan, smpai dengan proses 6=perapian benang dan pengepakan)

Selanjutnya dilakukan proses perhitungan penggunaan bahan baku untuk setiap item yang diproduksi. Sebagai contoh perhitungan bahan spunbond untuk pembuatan tas dengan kode ELL sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{bahan1}_{ELL} &= \frac{\text{total penggunaan bahan}}{\text{bahan tersedia}} \dots\dots\dots (17) \\
 \text{bahan1}_{ELL} &= \frac{\text{pegangan} + \text{tengah}}{\text{luasan tersedia}} \\
 \text{bahan1}_{ELL} &= \frac{(48 * 6) + (48 * 16)}{1600000} \\
 \text{bahan1}_{ELL} &= 0,00066
 \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam perhitungan bentuk desimal tersebut dikalikan dengan 10⁵ begitu pula untuk perhitungan yang lainnya sehingga diperoleh hasil perhitungan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Penggunaan Bahan

Bahan baku	JENIS TAS							
	ELL	DO	DAM	DD	DS	RJ1	RJ2	AW
1	66	110,8	7,75	29,25		70,96	128,9	
2	-	-	-	-	-	-	-	200
3	9,67	5,3	-	-	1,83	-	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	-	-	-	-	8,75	20,44	-	-
8	-	1	-	-	-	1	-	-
9	-	-	-	1	-	-	1	-

b. (penggunaan bahan = luasan bahan yang dibutuhkan/luasan bahan tersedia)

Selanjutnya melakukan perhitungan profit produksi yang digunakan sebagai fungsi tujuan seperti yang ditunjukkan pada tabel 5 diikuti dengan tabel persediaan bahan baku untuk bulan Juni pada tabel 6.

Tabel 5. Profit Produksi

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

Tabel 6. Persediaan Bahan Baku Bulan Juni

Bulan	Jumlah Persediaan Bahan								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Juni	8	2	1,5	1,13	50	21	3	1	2

c. (1 = kain spunbond polos, 2= kain psunbond motif, 3=kain D600, 4=puring, 5=tali, 6=kancing knop, 7=Stoper,8=plastik, dan 9=perekat)

Pemecahan kasus optimasi dilakukan dengan membuat persamaan linier dari kendala dan fungsi tujuan yang ada diawali dengan mendefinisikan variabel fungsi tujuan yaitu sebagai berikut:

- x_1 = jumlah tas kode ELL yang diproduksi
- x_2 = jumlah tas kode DO yang diproduksi
- x_3 = jumlah tas kode DAM yang diproduksi
- x_4 = jumlah tas kode DD yang diproduksi
- x_5 = jumlah tas kode DS yang diproduksi
- x_6 = jumlah tas kode RJ1 yang diproduksi

- x_7 = jumlah tas kode RJ2 yang diproduksi
- x_8 = jumlah tas kode AW yang diproduksi

Selanjutnya dilakukan pembuatan persamaan dalam bentuk *Fuzzy Linear Programming* sebagai berikut:

a. Fungsi tujuan:
 $\max \tilde{Z} = 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590x_7 + 2805x_8 \dots\dots\dots (18)$

- b. Fungsi Batasan:
- 1) $37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16.67x_6 + 14.29x_7 + 15.15x_8 \leq 80660$
 - 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) $5x_2 + 5x_5 \leq 34460$
 - 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) $66x_1 + 110.75x_2 + 7.75x_3 \leq 200000$
 - 17) $2x_8 \leq 2000$
 - 18) $29.25x_4 + 70.97x_6 + 128.88x_7 \leq 400000$
 - 19) $9.67x_2 + 5.33x_3 + 1.83x_6 + 1.23x_7 \leq 20000$
 - 20) $12x_4 + 9.43x_5 \leq 5000$
 - 21) $8x_1 + 10.67x_3 \leq 20000$
 - 22) $1.04x_2 \leq 1000$
 - 23) $2.5x_2 + 2x_6 \leq 3000$
 - 24) $8,76x_7 + 20,44x_8 \leq 100000$
 - 25) $x_2 + x_6 \leq 1500$
 - 26) $x_4 + x_7 \leq 3024 \dots\dots\dots (19)$

Selanjutnya dilakukan proses perhitungan p_i atau nilai toleransi untuk penambahan dan pengurangan jumlah produksi setiap periode sebagai berikut:

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

$$t_i = 0,1763 \times 100\%$$

$t_i = 17,63\%$

Kemudian melakukan perhitungan parameter fuzzy untuk ketersediaan bahan baku atau ruas kanan seperti yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Parameter Fuzzy Bahan Baku (Ruas Kanan)

No. Batasan	b_{ij}	$p_{ij} = (t_i * b_{ij})$	$b_{ij} + p_{ij}$
1	80660	14219	94879
2	80660	14219	94879
3	80660	14219	94879
4	2144	378	2522
5	34460	6075	40535
6	50000	881	5881
7	80660	14219	94879
8	1500	264	1764
9	696	123	819
10	400	71	471
11	300	53	353
12	171	30	201
13	1000	176	1176
14	1000	176	1176
15	1000	176	1176
16	200000	35256	235256
17	20000	3526	23526
18	400000	70513	470513
19	20000	3526	23526
20	5000	881	5881
21	20000	3526	23526
22	1000	1763	11763
23	3000	5288	35288
24	100000	17628	117628
25	1500	264	1764
26	3024	533	3557

Selanjutnya dilakukan proses perhitungan batas atas dan batas bawah optimal untuk mencari nilai dari fungsi keanggotaan fuzzy dengan metode simpleks menggunakan software TORA. Berikut contoh perhitungan dari batas atas (Z_u) dan 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:

$$37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16.67x_6 + 14.29x_7 + 15.15x_8 \leq 80660$$

$$23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23.81x_8 \leq 80660$$

⋮

$$x_4 + x_7 \leq 3024 \dots\dots\dots (20)$$

dan

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

dengan batasan:

$$37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16.67x_6 + 14.29x_7 + 15.15x_8 \leq 94879$$

$$23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23.81x_8 \leq 94879$$

⋮

$$x_4 + x_7 \leq 3557 \dots\dots\dots (21)$$

Sehingga diperoleh nilai perhitungan (Z_u) dan (Z_l) serta nilai sub problem dari x1 sampai x8 seperti yang ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 8. Nilai Optimal Subproblem

Z_l	8740375			Z_u	10279653		
x_1	555	x_5	171	x_1	654	x_5	201
x_2	696	x_6	804	x_2	819	x_6	804
x_3	400	x_7	1000	x_3	471	x_7	1176
x_4	288	x_8	1000	x_4	339	x_8	1176

Kemudian mencari nilai fungsi keanggotaan fuzzy untuk menentukan jumlah profit sebenarnya menggunakan metode simpleks dua fase. Penyelesaian perhitungan dilakukan menggunakan software TORA.

Hasil penyelesaian subproblem pada persamaan 20 dan 21 ekuivalen dengan bentuk persamaan 22 sebagai berikut:

Fungsi tujuan: *maximize* λ

dengan batasan:

$$-1539278\lambda + 838x_1 + 1980x_2 + 750x_3 + 1682x_4 + 2392x_5 + 1626x_6 + 1590 + 2805x_8 \geq 80660$$

$$14219\lambda + 37.04x_1 + 9.71x_2 + 20x_3 + 9.52x_4 + 8.33x_5 + 16.67x_6 + 14.29x_7 + 15.15x_8 \leq 80660$$

$$14219\lambda + 23.81x_1 + 16.67x_2 + 16.67x_4 + 16.67x_5 + 23.81x_8 \leq 80660$$

⋮

$$533\lambda + x_4 + x_7 \leq 3024 \dots\dots\dots (22)$$

Hasil perhitungan penyelesaian optimal untuk persamaan 22 untuk nilai Z adalah 8905880 dengan masing-masing jumlah tas yang diproduksi untuk x1 sampai dengan x8 antara lain 1470, 682, 392, 282, 167, 522, 980 dan 980 dengan fungsi keanggotaan fuzzy sebesar 0,11.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan pada bagian 4 dapat kita simpulkan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku pada bulan Juni untuk kain spunbond polos sebanyak 8 roll, spunbond motif sebanyak 2 roll, kain D600 sebanyak 1,5 roll, puring sebanyak 1,13 roll, tali sepanjang 800 meter, 21 pack kancing knop, 3 pack stoper, 1 roll plastik, dan 2 roll perekat dapat menghasilkan jumlah tas untuk kode ELL sebanyak 1470, DO sebanyak 682, DAM sebanyak 392, DD sebanyak 282, DS sebanyak 167, RJ1 sebanyak 522, RJ2 sebanyak 980, dan AW

sebanyak 980 dengan profit maksimum sebesar Rp. 8.905.880,-.

2. Fungsi keanggotaan bahu atau trapezoidal dapat diterapkan dengan baik untuk menyelesaikan permasalahan produksi tas dengan nilai fungsi keanggotaan *fuzzy* sebesar 0,11.

REFERENSI

- [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] 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)," December 2014, pp. 1–7, 2014.
- [4] 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.
- [5] Suparno, "Penyelesaian Program Linear Dengan Menggunakan Algoritma Titik Interior," 2009.
- [6] B. Sharma and R. Dubey, "Optimum Solution of Fuzzy Linear Programming," vol. 3, no. 7, pp. 268–276, 2012.
- [7] G. Vincent, "Jadwal Induk Produksi," in *Production Planning and Inventory Control (PPIC)*, 1998.
- [8] Fogarty and D. W., *Production & Inventory Management*. USA: South-Westren Publishing Co, 1991.
- [9] E. S and A. H, "Solving Fuzzy Linear Programming Problems with Linear Membership Functions," vol. 26, no. 2, pp. 375 – 396, 2002.

YS. Palgunadi, memperoleh gelar Drs. dari Pendidikan Matematika, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Kemudian 1989 memperoleh gelar M.Sc dari University of New Brunswick, Canada. Saat ini sebagai Staf Pengajarprogram studi Informatika dan D3 Teknik Informatika Universitas Sebelas Maret Surakarta