

**OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI MENGGUNAKAN MODEL
DE NOVO PROGRAMMING DENGAN PENDEKATAN GOAL
PROGRAMMING PADA PRODUKSI PEMBUATAN ROTI****Joko Susetyo¹, Endang Widuri Asih², Endrina Manullang³**^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan Yogyakarta 55222

E-mail : joko_sty@akprind.ac.id, endang.akprind@gmail.com,
endrinalinda@gmail.com**Abstrak**

Tifa Bakery adalah sebuah perusahaan dalam Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak dalam memproduksi roti. Perusahaan bertujuan untuk melakukan perencanaan produksi untuk mengoptimalkan anggaran bahan baku dan waktu produksi sehingga perusahaan dapat memperkirakan keuntungan yang didapat. Berkaitan dengan tujuan tersebut, maka dibentuk model program linear multi objektif De Novo dan dalam menyelesaikan model ini digunakan pendekatan Goal Programming. Berdasarkan hasil pengolahan, didapatkan perencanaan produksi untuk empat jenis roti yaitu roti manis, coklat-keju, coklat-pisang, dan donat dalam enam bulan kedepan yaitu roti manis dengan produksi 101.584 pcs, coklat-keju 34.602 pcs, coklat-pisang 2.217 pcs, dan donat 2.214 pcs. Efisiensi anggaran persediaan biaya bahan baku yang dibutuhkan untuk enam bulan sebesar 56% dari biaya aktual setiap bulan. Efisiensi perencanaan waktu produksi yang dibutuhkan untuk enam bulan sebesar 42% dari waktu produksi sebelumnya. Sehingga perusahaan dapat memperkirakan keuntungan yang akan didapat dalam perencanaan produksi dalam enam bulan kedepan yaitu sebesar Rp 77.377.642,-

Kata kunci: *De Novo Programming, Goal Programming, Perencanaan Produksi*

PENDAHULUAN

Perusahaan yang berhasil adalah perusahaan yang dapat memenuhi kebutuhan pasar dan memberikan keuntungan besar bagi perusahaannya. Perusahaan harus mampu membuat keputusan mengenai rencana produksi yang sesuai agar dapat menggunakan biaya yang minimum. Tifa Bakery merupakan salah satu usaha kecil menengah (UKM) dibidang makanan ringan khususnya roti dengan berbagai jenis dan rasa. Usaha ini sering dihadapkan dengan suatu keadaan dimana adanya ketidaksesuaian produksi dengan banyaknya permintaan yang bersifat fluktuatif atau berubah-ubah.

Perusahaan Tifa Bakery ingin memaksimalkan keuntungan dan waktu produksi sehingga perlu adanya modifikasi *Linear Programming* dengan tujuan ganda atau Program Linier Tujuan Ganda (PLTG) karena ada dua tujuan yang akan dicapai yaitu memperoleh keuntungan dengan jumlah produksi yang maksimal. Masalah PLTG dibedakan menjadi dua model yaitu model *de novo programming* dan *goal programming*. Model *de novo programming* bertujuan untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan pendekatan secara total, artinya menentukan kombinasi terbaik yang optimal terhadap *outputnya*. Pada metode *de novo programming*

kendala sumber daya (bahan baku) akan disusun seefisien mungkin sehingga tidak menghasilkan sisa (Sagita, 2010). *De novo programming* sebuah program yang mengemukakan suatu cara untuk melihat sistem dimana selain mengoptimalkan sistem yang telah ada, dapat juga memberikan perancangan suatu sistem yang optimal. Perancangan ini menitikberatkan pada membuat suatu desain yang optimal terhadap sistem dengan produktivitas tinggi yang memiliki beberapa kriteria (*multiple criteria*). Pendekatan *De Novo Programming* dalam menyelesaikan masalah optimasi dilakukan pendekatan sistem secara total. Formulasi pendekatan *De Novo Programming* (DNP) adalah sebagai berikut (Iriani, 2012) :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimasi atau Minimasi : } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

Batasan – Batasan :

$$\text{Kendala: } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = X_{n+1}$$

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

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = X_{n+m} \quad (2)$$

$$p_1X_{n+1} + p_2X_{n+2} + \dots + p_mX_{n+m} \leq B \quad (3)$$

$$X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m} \geq 0$$

Keterangan:

X_{n+1} : variabel-variabel keputusan yang menggambarkan jumlah dari sumber i yang harus dibeli

p_i : harga per unit dari sumber i

B : total anggaran (*budget*) yang tersedia

Dari formulasi *De Novo Programming* di atas dapat disederhanakan menjadi suatu persamaan sebagai berikut :

$$p_1a_{1j} + p_2a_{2j} + \dots + p_ma_{mj} = v_j \quad \text{untuk semua } j \quad (4)$$

Keterangan:

v_j = variabel *cost* untuk membuat satu unit produk j, ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

a_{mj} = koefisien teknologis untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Dari persamaan di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

$$\text{Untuk : } v_n = p_1a_{1n} + p_2a_{2n} + \dots + p_ma_{mn}$$

Apabila dari persamaan (3) disubstitusikan ke persamaan (4) maka diperoleh :

$$p_1(a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n) + p_2(a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n) + \dots + p_m(a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n) \leq B \quad (5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4) dengan persamaan (5) di atas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$v_1X_1 + v_2X_2 + \dots + v_nX_n \leq B \quad (6)$$

Sehingga formulasi *De Novo Programming* menjadi :

$$\text{Maksimasi } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

$$\text{Kendala : } v_1X_1 + v_2X_2 + \dots + v_nX_n \leq B$$

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

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Selanjutnya dikembangkan pendekatan *Goal Programming* untuk menyelesaikan masalah program linear multi objektif *De Novo*. *Goal Programming* merupakan salah satu metode yang tepat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mencapai tujuan–tujuan yang bertentangan di dalam batasan-batasan dalam perencanaan produksi (Muslich, 2009). Adapun model model program linier multi objektif *De Novo* dengan pendekatan *Goal Programming* adalah sebagai berikut (Lestari, 2014) :

$$\begin{aligned}
 & \text{Meminimumkan } d \\
 & \text{dengan kendala :} \\
 & Z_k + n_k - p_k = Z_k^* \\
 & \alpha_k \frac{n_k}{t_k} \leq d \\
 & W_s + n_s - p_s = W_s^* \\
 & \beta_s \frac{p_s}{t_s} \leq d \\
 & V_x \leq B
 \end{aligned} \tag{7}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 k &= 1,2,3,\dots,l \\
 s &= 1,2,3,\dots,r \\
 d &= \text{maksimum } \alpha_k \text{ dan } \beta_s \\
 t_k &= Z_k^+ - Z_k^- \\
 t_s &= W_s^+ - W_s^-
 \end{aligned}$$

Solusi model di atas menggambarkan seberapa besar deviasi fungsi tujuan terhadap solusi ideal. Laju deviasi disimbolkan sebagai d dengan nilai $0 \leq d \leq 1$. Nilai d sama dengan nol artinya nilai fungsi tujuan dicapai pada nilai ideal positif. Sedangkan jika nilai d sama dengan satu artinya nilai fungsi tujuan dicapai pada nilai ideal negatif. Dengan kata lain nilai d berarti menunjukkan persentase nilai pencapaian fungsi tujuan terhadap nilai solusi ideal.

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Model program linear multi objektif *De Novo* akan diaplikasikan pada perencanaan produksi di sebuah perusahaan roti. Dalam hal ini perhitungan keuntungan diasumsikan tidak menyertakan biaya tenaga. *Output* dari model berupa solusi optimum yaitu jumlah kombinasi produk yang direncanakan untuk diproduksi sehingga menghasilkan keuntungan maksimal dan meminimalkan biaya produksi. Dalam permasalahan yang akan diteliti ini variabel–variabel yang digunakan adalah variabel terikat yaitu keuntungan perusahaan, dan variabel bebas yaitu jumlah produk yang akan ditentukan dalam perencanaan produksi untuk mengetahui seberapa banyak produk yang harus diproduksi agar tercapai optimasi produksi. Adapun variabel keputusan dalam perencanaan produksi ini adalah sebagai berikut (dalam satuan produksi) : 1) Jumlah pcs roti manis 2) Jumlah pcs roti coklat-keju 3) Jumlah pcs roti coklat-pisang 4) Jumlah pcs donat pada bulan Juli 2019-Desember 2019. 5) Keuntungan produksi roti manis 6) Keuntungan produksi roti coklat-keju 7) Keuntungan produksi roti coklat-pisang 8) Keuntungan produksi donat. 9) Total anggaran (*budget*) yang dibutuhkan., 10) Jumlah permintaan produk dalam satuan pcs.

HASIL DAN ANALISIS

1. Data Penjualan Juli 2018-Juni 2019

Tabel 1. Data Penjualan Roti Tifa Bakery bulan Juli 2018 – Juni 2019

Bulan	Produk (pcs)				TOTAL (pcs)
	R. Manis	Coklat-Keju	Coklat-Pisang	Donat	
Juli	17548	5876	435	320	24179
Agustus	17109	5653	305	384	23451
September	21962	7325	390	390	30067
Oktober	26832	9069	384	448	36733
November	27744	9206	320	352	37622
Desember	20180	6788	375	288	27631
Januari	13451	4438	400	384	18673
Februari	21490	7083	288	320	29181
Maret	22416	7513	315	448	30692
April	22640	7637	448	390	31115
Mei	18088	6015	336	384	24823
Juni	11533	3839	416	320	16108
Total	240993	80442	4412	4428	321435

2. Perhitungan Keuntungan Produksi Rill Perusahaan

$$\begin{aligned} \text{Total Keuntungan (Z)} &= C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \\ &= \text{Rp } 553X_1 + \text{Rp } 540X_2 + \text{Rp } 502X_3 + \text{Rp } 634X_4 \end{aligned}$$

Berdasarkan formulasi keuntungan di atas, maka total keuntungan yang diperoleh perusahaan pada bulan Juli 2017 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Keuntungan (Z)} &= C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \\ &= \text{Rp } 553X_1 + \text{Rp } 540X_2 + \text{Rp } 502X_3 + \text{Rp } 634X_4 \\ &= \text{Rp } 553(17548) + \text{Rp } 540(5876) + \text{Rp } 502(435) + \\ &\quad \text{Rp } 634(320) \\ &= \text{Rp } 13.298.334,- \end{aligned}$$

3. Peramalan Produksi Juli 2018-Desember 2018

Peramalan dilakukan selama satu tahun yaitu produksi pada bulan Juli 2018-Juni 2019. Data bersifat pola siklus musiman, sehingga metode yang digunakan yaitu *single exponential smoothing with trend* (SEST), *double exponential smoothing* (DES), *linear regression* (LR), dan *Holt-Winters Additive Algorithm* (HWA). Peramalan dilakukan untuk perencanaan produksi selama enam bulan kedepan. Adapun hasil peramalan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Peramalan Produksi per Jenis Roti

Bulan	Hasil Peramalan (pcs)			
	Roti Manis	Coklat-Keju	Coklat-Pisang	Donat
Juli 2019	17806	6022	369	369
Agustus 2018	17456	5920	369	369
September 2019	17106	5818	369	369
Oktober 2019	16756	5716	370	369
November 2019	16405	5614	370	369
Desember 2019	16055	5512	370	369

4. Penyelesaian Model De Novo Programming

Fungsi Tujuan :

$$\begin{aligned} \text{Max : } Z_1 &= 553X_1 + 540X_2 + 502X_3 + 634X_4 \quad (\text{keuntungan}) \\ Z_2 &= X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \quad (\text{kapasitas produksi}) \end{aligned}$$

Fungsi Kendala :

Biaya Bahan Baku

$$507X_1 + 520X_2 + 2158X_3 + 426X_4 \leq 28.825.500$$

Ketersediaan Jam Kerja Bulan Juli 2018

$$15X_1 + 19,2X_2 + 24X_3 + 18,6X_4 \leq 655.200$$

Permintaan Produk Bulan Juli 2018

$$X_1 \leq 17806$$

$$X_2 \leq 6022$$

$$X_3 \leq 369$$

$$X_4 \leq 369$$

Kendala Non Negatif

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

$$X_3 \geq 0$$

$$X_4 \geq 0$$

Hasil formulasi di atas dapat dihitung berdasarkan masing-masing fungsi tujuan dan fungsi kendalanya dengan menggunakan *software* LINGO 11 untuk menentukan produksi optimal untuk masing-masing jenis produk. Maka didapatkan hasil optimal yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Variable	Value	Reduced Cost
X1	17806.00	0.000000
X2	6022.0000	0.000000
X3	369.00000	0.000000
X4	369.00000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1351778E+08	1.000000
2	0.1571292E+08	0.000000
3	256768.2	0.000000
4	0.000000	553.0000
5	0.000000	540.0000
6	0.000000	502.0000
7	0.000000	634.0000

Gambar 1. *Optimization Output* bulan Juli 2019

Langkah penyelesaian dengan *De Novo Programming* maupun menggunakan program LINGO 11 diperoleh hasil rencana produksi untuk Roti Manis sebanyak 17806 pcs, Roti Coklat-Keju sebanyak 6022 pcs, Roti Coklat-Pisang sebanyak 369 pcs, Donat sebanyak 369 pcs dan keuntungan yang diperoleh sebanyak Rp 13.517.780,-

Tabel 3. Hasil Solusi Optimum untuk Bulan Juli 2019

Variabel Keputusan	Z1*	Z2*
X ₁	17806	17806
X ₂	6022	6022
X ₃	369	369
X ₄	369	369
	13.517.780	24566

Dengan melakukan perhitungan di bawah ini akan diketahui keuntungan yang didapat dari perencanaan produksi dengan menggunakan metode *De Novo Programming* sebagai berikut :

$$Z = \text{Rp } 553X_1 + \text{Rp } 540X_2 + \text{Rp } 502X_3 + \text{Rp } 634X_4$$

$$= \text{Rp } 553(17806) + \text{Rp } 540(6022) + \text{Rp } 502(369) + \text{Rp } 634(369)$$

$$= \text{Rp } 13.517.780,-$$

Adapun solusi ideal positif dan solusi ideal negatif yaitu :

$$I^+ = (13.517.780 ; 24566)$$

$$I^- = (12.274.580 ; 22306)$$

5. Penyelesaian dengan Metode *De Novo Goal Programming*

Fungsi Tujuan :

$$\text{Min } d$$

Fungsi Kendala :

$$553X_1 + 540X_2 + 502X_3 + 634X_4 + n_1 - p_1 = 13.517.780$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + n_2 - p_2 = 24.566$$

$$0,000000804n_1 \leq d$$

$$0,000442n_2 \leq d$$

$$507X_1 + 520X_2 + 2158X_3 + 426X_4 \leq 28.825.500$$

$$15X_1 + 19,2X_2 + 24X_3 + 18,6X_4 \leq 655.200$$

$$X_1 \leq 17806$$

$$X_2 \leq 6022$$

$$X_3 \leq 369$$

$$X_4 \leq 369$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

Hasil formulasi model *De Novo Goal Programming* yang telah diolah, dapat dihitung berdasarkan masing-masing fungsi tujuan dan fungsi kendalanya dengan menggunakan *software* LINGO 11 untuk menentukan produksi optimal untuk masing-masing jenis produk. Maka didapatkan hasil optimal yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Variable	Value	Reduced Cost
D	0,000000	0,000000
X1	17806,00	0,000000
X2	6022,0000	0,000000
X3	369,0000	0,000000
X4	369,0000	0,000000
N1	0,000000	0,000000
P1	2,000000	0,000000
N2	0,000000	0,4420000E-04
P2	0,000000	0,000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0,000000	-1,000000
2	0,000000	0,000000
3	0,000000	0,000000
4	0,000000	0,000000
5	0,000000	1,000000
6	0,1571292E+08	0,000000
7	288788,2	0,000000
8	0,000000	0,000000
9	0,000000	0,000000
10	0,000000	0,000000
11	0,000000	0,000000

Gambar 2. *Optimal Solution De Novo Goal Programming* Bulan Juli 2019

Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan program LINGO 11, didapat bahwa nilai d sebesar 0,000000 yang menyatakan bahwa persentase penyimpangan pada nilai fungsi tujuan terhadap solusi ideal positif sebesar 0,0000% atau nilai fungsi tujuan dicapai pada nilai ideal positif.

6. Penentuan Solusi Optimum

Berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan, penentuan solusi optimum perencanaan produksi untuk bulan Juli 2019–Desember 2019 dapat diperoleh dengan cara yang sama, maka rekapitulasi perencanaan produksi roti Juli – Desember 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perencanaan Produksi Juli – Desember 2019

Bulan	Produk Roti (pcs)				Biaya Bahan Baku (Rp)	Jam Kerja (detik)	Keuntungan (Rp)
	Roti Manis	Coklat-Keju	Coklat-Pisang	Donat			
Juli	17806	6022	369	369	13.112.578	398.431,8	13.517.782
Agustus	17456	5920	369	369	12.882.088	391.223,4	13.269.152
September	17106	5818	369	369	12.651.598	384.015	13.020.522
Oktober	16756	5716	370	369	12.423.266	376.830,6	12.772.394
November	16405	5614	370	369	12.192.269	369.607,2	12.523.211
Desember	16055	5512	370	369	11.961.779	362.398,8	12.274.581

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Jumlah permintaan produk untuk jenis roti manis pada bulan Juli 2019 – Desember 2019 yaitu 17806 pcs, 17456 pcs, 17106 pcs, 16756 pcs, 16405 pcs, dan 16055 pcs. Untuk jumlah permintaan produk untuk jenis roti coklat-keju pada bulan Juli 2019 – Desember 2019 yaitu 6022 pcs, 5920 pcs, 5818 pcs, 5716 pcs, 5614 pcs, dan 5512 pcs. Untuk jumlah permintaan produk untuk jenis roti coklat-pisang pada bulan Juli 2019 – Desember 2018 yaitu 369 pcs, 369 pcs, 369 pcs, 370 pcs, 370 pcs, dan 370 pcs. Untuk jumlah permintaan produk untuk jenis donat pada bulan Juli 2019 – Desember 2019 yaitu sebanyak 369 pcs.
2. Kebutuhan sumber daya untuk biaya bahan baku pada bulan Juli 2019 – Desember 2019 yaitu sebesar Rp 13.112.578,- , Rp 12.882.088,- , Rp 12.651.598,-, Rp 12.423.266,- , Rp 12.192.269,- , dan Rp 11.961.779,- Untuk penggunaan waktu produksi pada bulan Juli 2019 – Desember 2019 yaitu selama 110,67 jam, 108,67 jam, 106,67 jam, 104,67 jam, 102,67 jam, dan 100,67 jam.
3. Keuntungan yang diperoleh berdasarkan perencanaan produksi yang akan diterima, didapat keuntungan pada bulan Juli 2019 sebesar Rp 13.517.782,- , pada bulan Agustus 2018 sebesar Rp 13.269.152,- , pada bulan September 2019 sebesar Rp 13.020.522,- , pada bulan Oktober 2019 sebesar Rp 12.772.394,- , pada bulan November 2019 sebesar Rp 12.523.211,- , dan pada bulan Desember 2019 sebesar Rp 12.274.581,-.

DAFTAR PUSTAKA

1. Iriani, (2012), *Efektivitas Perencanaan Produksi dengan Pendekatan De Novo Programming*, Surabaya. Universitas Pembangunan Nasional VETERAN, Surabaya, Jawa Timur.
2. Lestari, (2014), *Optimisasi Perencanaan Produksi Model Program Linear Multi Objektif De Novo Dengan Pendekatan Goal Programming*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
3. Muslich M, (2009), *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
4. Sagita B, (2010), *Perencanaan Produksi dengan Metode De Novo Programming untuk Mengoptimalkan Keuntungan Perusahaan di PT. Varia Usaha Beton Waru–Sidoarjo*, Universitas Pembangunan Nasional VETERAN, Surabaya, Jawa Timur.