

Optimasi Produk Mebel Menggunakan Teknik Dua Fase dan Analisis Sensitivitas

Vera Devani¹, Syafridho^{*2}

^{1,2} Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl.HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: ¹veradevani@gmail.com, ²syafridho01@gmail.com

Abstrak

UMKM ini bergerak di bidang industri mebel. UMKM ini melakukan produksi untuk berbagai macam produk mebel seperti lemari pakaian 2 pintu, meja tamu, pintu, kursi tamu dan kereta dorong. Metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah Teknik Dua Fase dan Analisis Sensitivitas dengan memperhatikan sumber daya dalam proses produksi. *Linier programming* berhubungan pada masalah mengenai nilai optimum dimana ini berhubungan dengan nilai maksimum atau minimum sebuah fungsi linear pada suatu sistem pertidaksamaan linear. Teknik dua fase adalah suatu metode yang digunakan untuk melakukan pendekatan terhadap variabel semu. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis produk yang dibuat, kebutuhan bahan baku, waktu yang diperlukan untuk tiap proses, target produk, tenaga kerja, keuntungan yang didapatkan serta menentukan nilai sensitivitas terhadap solusi optimum yang dicapai. Dari hasil penelitian diperoleh keuntungan maksimal perusahaan dalam seminggu sebesar Rp2.800.000 dimana target perusahaan dapat memproduksi 20 unit produk mebel. Kebutuhan waktu untuk setiap proses produksi adalah pengukuran 345 menit, pemotongan 340 menit, perakitan 407,5 menit. Kebutuhan bahan baku kayu yang dibutuhkan untuk memproduksi mebel adalah sebanyak 30,75 batang dan tenaga kerja sebanyak 7 orang. UMKM tidak perlu memproduksi produk baru yaitu kursi santai karena tidak mempengaruhi solusi optimum yang dicapai.

Kata kunci: Analisis Sensitivitas, Linier Programming, Teknik Dua Fase

Abstract

MSME is engaged in the furniture industry. This MSME produces various kinds of furniture products such as 2-door wardrobes, guest tables, doors, guest chairs and strollers. The method used in this study is the Two-Phase Technique and Sensitivity Analysis by taking into account the resources in the production process. Linear programming deals with the problem of optimum value where it relates to the maximum or minimum value of a linear function in a system of linear inequalities. Two-phase technique is a method used to approach the quasi-variables. This research aims to determine the type of product made, the need for raw materials, the time required for each process, product targets, labor, profits and determine the sensitivity value to the optimum solution achieved. From the results of the research, the company's maximum profit in a week is Rp2,800,000 where the company's target is to produce 20 units of furniture products. The time required for each production process is 345 minutes of measurement, 340 minutes of cutting, 407.5 minutes of assembly. The need for wood raw materials needed to produce furniture is 30.75 sticks and a workforce of 7 people. MSMEs do not need to produce new products, namely lounge chairs because they do not affect the optimum solution achieved.

Keywords: Linier Programming, Sensitivity Analysis, Two-Phase Technique

1. Pendahuluan

Perencanaan salah satu hal penting di dalam suatu kegiatan, salah satunya terdapat dalam penentuan dari banyaknya produksi suatu produk. Pada UMKM (Usaha Mandiri Kecil Menengah) perlu untuk dilaksanakan, tetapi untuk sekarang keputusan dari jumlah produk yang diproduksi belum dilakukan pertimbangan terhadap keterbatasan dari perusahaan tersebut mengenai kapasitas dari jumlah tenaga kerja, lama dari waktu memproduksi produk dan ketersediaan dari bahan baku secara optimal.

UMKM merupakan sebuah perusahaan bergerak pada industri mebel yang melakukan pengolahan bahan baku kayu menjadi produk-produk perabotan rumah tangga. UMKM memproduksi berbagai macam mebel diantaranya lemari 2 pintu, meja tamu, pintu, kursi tamu dan kereta dorong. UMKM dalam melakukan produksi mebel tidak dimulai dengan perencanaan awal yang baik. Hal tersebut menyebabkan produk yang diproduksi sering tidak laku terjual. Dalam mengatasi permasalahan tersebut UMKM perlu mengoptimalkan sumber

daya yang tersedia. Dengan itu perlu dilakukan penelitian agar jumlah produksi produk mebel dapat menjadi lebih optimal dan memperoleh keuntungan.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di PT. Usaha Angga Parabot yang bergerak pada usaha industri kayu. Pada penelitian ini menggunakan model *linear Programming* dengan metode simplek. Dimana hasil laba pada produk tempat tidur yaitu Rp494.836.200 dengan jumlah tempat tidur yang diproduksi sebanyak 1.099,636 unit (nilai optimal 1.099,636), kemudian pada lemari dan meja rias tidak menghasilkan nilai optimal [1].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan di PT. Indopal Harapan Murni yang bergerak di industri kayu. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui keuntungan optimal yang dapat didapatkan oleh PT. Indopal Harapan Murni (IHM) dengan penerapan *linear programming* dengan memperhatikan keterbatasan dari sumberdaya yang digunakan dan jumlah dari permintaan. Dapat diartikan bahwa jumlah keuntungan yang diperoleh PT. Indopal Harapan Murni telah optimal sebesar Rp872.210.000 per bulan [2].

Penelitian berkaitan dengan perencanaan terhadap persediaan dari produk *sodium hypochlorite* yang memiliki *lifetime* sebentar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan perencanaan terhadap persediaan setelah hari raya Idul Fitri dengan metode yang digunakan adalah *linier programming*. Hasil penelitian menjelaskan bahwa tidak diperlukan pembuatan tangki baru. Penerapan dari *linier programming* [3].

Penelitian terkait pengaplikasian *Linear Programming* pada masalah pengambilan keputusan dalam menentukan jumlah roti yang harus diproduksi dalam sehari untuk memaksimalkan keuntungan. Solusi yang diperoleh dari satu iterasi menunjukkan bahwa 667 unit roti ekstra besar harus diproduksi perhari bagi perusahaan untuk mencapai keuntungan harian maksimum 100.000. Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perusahaan harus berkonsentrasi lebih pada produksi roti ekstra besar untuk mendapatkan keuntungan maksimum 100.000 per hari [4].

Penelitian terkait penerapan prinsip optimasi dalam optimasi keuntungan dari industri produksi menggunakan *Linear Programming* untuk memeriksa produksi biaya dan menentukan keuntungan optimalnya. Solusinya diperoleh bahwa unit toko roti Landmark harus lebih berkonsentrasi pada produksi 14.000 roti *Family Loaf* dan 10.571 Roti Cokelat sementara tipe lain harus diproduksi lebih sedikit karena nilainya berubah menjadi nol secara berurutan untuk mencapai keuntungan bulanan maksimum N 1.860.000. Dari analisis diketahui bahwa *Family loaf* dan roti Cokelat berkontribusi secara objektif terhadap laba. Oleh karena itu, diperlukan lebih banyak *Family Loaf* dan Roti Cokelat yang diproduksi dan dijual untuk memaksimalkan keuntungan [5].

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis produk yang dibuat, kebutuhan bahan baku, waktu yang diperlukan untuk masing-masing proses, target produk, tenaga kerja, dan keuntungan yang didapatkan serta menentukan nilai sensitivitas terhadap solusi optimum yang dicapai.

Mebel merupakan suatu perlengkapan rumah tangga seperti kursi, meja, dan lemari. Mebel diambil dari sebuah kata yaitu *movable*, yang berarti dapat bergerak. Sedangkan untuk kata dari furniture diambil dari bahasa Prancis *furniture* 1520-30 Masehi. Sehingga dapat diartikan bahwasanya mebel atau furnitur merupakan setiap benda yang berada di rumah dan dapat dipergunakan ataupun dapat menyimpan setiap benda kecil maupun besar [6].

Linier programming adalah bentuk dari persamaan linear yang berhubungan dengan permasalahan di dalam pertidaksamaan linier. Sistem pertidaksamaan *linier programming* dapat diselesaikan dengan menggunakan metode grafik, metode simpleks maupun dengan menggunakan *software* POM QM for windows versi 5. Penggunaan dari metode grafik dibatasi oleh dua variabel dikarenakan pada grafik hanya memiliki sumbu vertikal dan horisontal. Kemudian untuk metode simpleks berfungsi untuk penyelesaian permasalahan pada program linier dengan jumlah tiga variabel atau lebih [7].

Ketika merancang suatu model pada kasus *linier programming* ditentukan variabel oleh:

1. Variabel keputusan
Variabel keputusan adalah setiap nilai dari keputusan yang dilakukan. Dalam hal ini variabel keputusan dinyatakan dalam bentuk $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$.
2. Fungsi Tujuan
Fungsi tujuan adalah fungsi yang berasal dari variabel keputusan yang akan dimaksimalkan atau diminimumkan.
3. Fungsi Pembatas

Fungsi pembatas adalah beberapa kendala yang perlu dihadapi sehingga nilai pada variabel keputusan tersebut harganya tidak ditetapkan secara sembarangan.

4. Pembatas tanda digunakan untuk menentukan nilai variabel keputusannya bernilai positif atau negatif (tidak terbatas dalam tanda).

[9] Istilah yang biasa digunakan pada model *linier programming* adalah sebagai berikut:

1. Fungsi yang dimaksimumkan, yaitu $\dots, C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$, disebut sebagai fungsi tujuan.
2. Pembatas-pembatas atau konstrain.
3. Sebanyak m buah konstrain pertama disebut sebagai konstrain fungsional atau pembatas.
4. Pembatas $X_j \geq 0$ disebut sebagai konstrain nonnegatif.
5. Variabel X_j adalah variabel keputusan.
6. Konstanta a_{ij} , b_i dan c_j adalah parameter-parameter model.

Teknik Dua Fase adalah suatu metode yang digunakan untuk melakukan pendekatan terhadap variabel semu. Persoalan *Linear Programming* dipecahkan dengan dua tahapan. Pada tahap Fase 1 dilakukan pengujian untuk mencari apakah suatu solusi visibel atau tidak dengan cara meminimumkan variabel semu menjadi bernilai nol. Pada tahap Fase 2 dilakukan setelah mendapatkan solusi fisibel dari Fase 1, tahap ini berisi pengolahan metode simpleks dengan koefisien fungsi tujuan kembali ke semula [8], [9].

Analisis sensitivitas menjelaskan tingkat dari keputusan yang ditetapkan apakah keputusan tersebut cukup kuat terhadap perubahan pada faktor-faktor atau setiap parameter yang mempengaruhinya. Analisis sensitivitas di praktikkan dengan melakukan perubahan pada suatu parameter yang kemudian dilihat seberapa besar dampaknya terhadap akseptabilitas dari alternatif investasi. Parameter yang dapat berganti dimana pergantiannya dapat berpengaruh terhadap keputusan di dalam ekonomi teknik seperti biaya investasi, aliran kas, nilai sisa, tingkat bunga, tingkat pajak, dan lain sebagainya [10], [11].

Analisis sensitivitas adalah suatu teknik yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap dampak dari ketidakpastian suatu investasi dengan menetapkan tingkat dari profitabilitas tersebut menjadi bervariasi dikarenakan adanya pada parameter sensitivitas terjadi perubahan. Analisis sensitivitas menurut variabelnya dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu analisis sensitivitas probabilitas dan analisis sensitivitas deterministik. Analisis sensitivitas probabilitas adalah suatu analisis sensitivitas yang dilakukan dengan cara perubahan pada beberapa variabel yang berpengaruh. kemudian analisis sensitivitas deterministik, adalah suatu metode yang dilakukan dengan cara merubah salah satu dari parameter investasi dengan parameter lainnya diasumsikan tetap [8].

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berasal dari proses produksi dan lama waktu pada proses produksi mebel. Data sekunder meliputi profil dari perusahaan, target produksi yang ingin dicapai, kebutuhan terhadap bahan baku mebel, harga jual mebel, harga jual produk, persediaan maksimum dari bahan baku mebel, dan persediaan maksimum dari waktu produksi. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan variabel
Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:
 X_1 = Lemari pakaian 2 pintu
 X_2 = Meja Tamu
 X_3 = Pintu
 X_4 = Kursi Tamu
 X_5 = Kereta Dorong
2. Menentukan fungsi tujuan
Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah maksimasi keuntungan, dengan ini diperoleh fungsi tujuan sebagai berikut:
Ft Maksimasi:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4 + C_5X_5$$

3. Menentukan fungsi pembatas
 Fungsi pembatas yang digunakan pada penelitian ini berupa bahan baku (kayu), waktu produksi (proses pengukuran, proses pemotongan, dan proses perakitan), target produksi, dan tenaga kerja.
4. Membuat model matematika *linier programming* fase 1 dengan fungsi tujuan minimasi
5. Membuat model matematika *linier programming* fase 2 dengan fungsi tujuan maksimasi
6. Menentukan solusi optimum program linier teknik 2 fase menggunakan *software QM for Windows V5*.
7. Melakukan analisis sensitivitas
 - 1) Analisis Terhadap Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan untuk Variabel Nonbasis
 - 2) Analisis Terhadap Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan untuk Variabel Basis
 - 3) Analisis Terhadap Perubahan pada Ruas Kanan Pembatas
 - 4) Analisis Terhadap Perubahan Kolom Variabel Nonbasis
 - 5) Analisis Terhadap Penambahan Suatu Aktivitas Baru
 - 6) Analisis Terhadap Penambahan Pembatas Baru

3. Hasil dan Analisa

Berikut adalah keuntungan dari berbagai produk yang ada di UMKM:

Lemari Pakaian 2 Pintu (X_1)	= 800.000
Meja Tamu (X_2)	= 500.000
Pintu (X_3)	= 300.000
Kursi Tamu (X_4)	= 200.000
Kereta Dorong (X_5)	= 400.000

Model *linier programming* untuk optimasi produksi mebel adalah:

Ft Maksimasi:

$$Z = 800.000X_1 + 500.000X_2 + 300.000X_3 + 200.000X_4 + 400.000X_5$$

Bentuk Kanonik

Ft Maksimasi:

$$Z = 800.000X_1 + 500.000X_2 + 300.000X_3 + 200.000X_4 + 400.000X_5 + S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 - MR_5 - MR_6$$

Kendala:

$$\begin{aligned} 19X_1 + 7X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + S_1 &= 122 \\ 80X_1 + 40X_2 + 20X_3 + 30X_4 + 50X_5 + S_2 &= 2880 \\ 60X_1 + 40X_2 + 20X_3 + 30X_4 + 50X_5 + S_3 &= 2880 \\ 70X_1 + 50X_2 + 30X_3 + 40X_4 + 60X_5 + S_4 &= 2880 \\ 2X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 3X_4 + 3X_5 - S_5 + R_5 &= 20 \\ 2X_1 + 2X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + R_6 &= 7 \\ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, R_5, R_6 &\geq 0 \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned} R_5 &= 20 - 2X_1 - 2X_2 - 4X_3 - 3X_4 - 3X_5 + S_5 \\ R_6 &= 7 - 2X_1 - 2X_2 - X_3 - X_4 - X_5 \end{aligned}$$

Fase 1

Ft Minimasi:

$$\begin{aligned} r &= R_5 + R_6 \\ r + 4X_1 + 4X_2 + 5X_3 + 4X_4 + 4X_5 - S_5 &= 27 \end{aligned}$$

Kendala:

$$\begin{aligned} 19X_1 + 7X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + S_1 &= 122 \\ 80X_1 + 40X_2 + 20X_3 + 30X_4 + 50X_5 + S_2 &= 2880 \\ 60X_1 + 40X_2 + 20X_3 + 30X_4 + 50X_5 + S_3 &= 2880 \\ 70X_1 + 50X_2 + 30X_3 + 40X_4 + 60X_5 + S_4 &= 2880 \\ 2X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 3X_4 + 3X_5 - S_5 + R_5 &= 20 \\ 2X_1 + 2X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + R_6 &= 7 \\ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, R_5, R_6 &\geq 0 \end{aligned}$$

Cj	Basic Variables	Quantity	800000 lemari	500000 meja tamu	300000 pintu	200000 kursi tamu	400000 kereta	200000 kursi santai	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3	0 slack 4	0 artifcl 5	0 surplus 5	0 artifcl 6	0 slack 7
Iteration 3																
0	slack 1	83.6667	0	-12	0	-1.1667	-1.1667	-2.1667	1	0	0	0	2.1667	-2.1667	-11.6667	0
0	slack 2	2.686.6667	0	-40	0	3.3333	23.3333	-1.6667	0	1	0	0	6.6667	-6.6667	-46.6667	0
0	slack 3	2.713.3333	0	-20	0	6.6667	26.6667	6.6667	0	0	1	0	3.3333	-3.3333	-33.3333	0
0	slack 4	2.656.6667	0	-20	0	8.3333	28.3333	3.3333	0	0	0	1	1.6667	-1.6667	-36.6667	0
0	pintu	4.3333	0	0	1	0.6667	0.6667	0.6667	0	0	0	0	0.3333	-0.3333	-0.3333	0
0	lemari	1.3333	1	1	0	0.1667	0.1667	0.1667	0	0	0	0	-0.1667	0.1667	0.6667	0
0	slack 7	2.726.6667	0	-15	0	8.3333	13.3333	-1.6667	0	0	0	0	1.6667	-1.6667	-26.6667	1
	zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
	cj-zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0

Gambar 1. Iterasi Fase 1

Berdasarkan Gambar 1 pada baris cj-zj memiliki nilai basis 0 dan -1, maka dapat dilanjutkan ke fase 2.

Fase 2

Ft Maksimasi:

$$Z = 2.366.666,66X_1 - 300.000X_2 - 133.333,33X_4 + 66.666,66X_5 - 33.333,33S_5$$

Kendala:

$$\begin{aligned} -12X_2 - 1,16X_4 - 1,16X_5 + S_1 - 2,16S_5 &= 83,66 \\ -40X_2 + 3,3X_4 - 26,66X_5 + S_2 - 6,67S_5 &= 2.686,66 \\ -20X_2 + 6,67X_4 + 26,66X_5 + S_3 - 3,33S_5 &= 2.713,33 \\ -20X_2 + 8,33X_4 + 28,33X_5 + S_4 - 1,66S_5 &= 2.656,66 \\ X_3 + 0,66X_4 + 0,66X_5 + 0,33S_5 &= 4,33 \\ X_1 + X_2 + 0,16X_4 + 0,16X_5 + 0,16S_5 &= 1,33 \end{aligned}$$

Cj	Basic Variables	Quantity	800000	500000 meja tamu	300000 pintu	200000 kursi tamu	400000 kereta	200000 kursi santai	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3	0 slack 4	0 artifcl 5	0 surplus 5	0 artifcl 6	0 slack 7
Iteration 5																
0	slack 1	91.25	0	-12	1.75	0	0	-1	1	0	0	0	2.75	-2.75	-12.25	0
0	slack 2	2.535	0	-40	-35	-20	0	-25	0	1	0	0	-5.0	5.0	-35	0
0	slack 3	2.540	0	-20	-40	-20	0	-20	0	0	1	0	-10.0	10.0	-20.0	0
0	slack 4	2.472.5	0	-20	-42.5	-20	0	-25	0	0	0	1	-12.5	12.5	-22.5	0
400000	kereta	6.5	0	0	1.5	1	1	1	0	0	0	0	0.5	-0.5	-0.5	0
800000	lemari	0.25	1	1	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	-0.25	0.25	0.75	0
0	slack 7	2.640	0	-15	-20	-5	0	-15	0	0	0	0	-5.0	5.0	-20.0	1
	zj	2.800.000	800000	800000	400000	400000	400000	400000	0	0	0	0	0	0	400000	0
	cj-zj	0	-300.000	-100.000.0	-200.000	0	-200.000	0	0	0	0	0	0	0	-400.000.0	0

Gambar 2. Iterasi fase 2

Kebutuhan dari sumber daya dalam waktu 1 minggu adalah kebutuhan kayu sebanyak 30,75 batang, waktu proses pengukuran selama 345 menit, kebutuhan pemotongan selama 340 menit, kebutuhan perakitan selama 407,5 menit, target produksi sebanyak 20 unit, dan tenaga kerja 7 orang.

Analisis Sensitivitas

Ft Maksimasi:

$$Z = 800.000X_1 + 500.000X_2 + 300.000X_3 + 200.000X_4 + 400.000X_5$$

Dapat dilihat BV dan NBV adalah sebagai berikut:

$$BV = (S_1, S_2, S_3, S_4, X_5, X_1), NBV = (X_2, X_3, X_4, S_5)$$

$$X_{BV} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ X_5 \\ X_1 \end{bmatrix}; X_{NBV} = [X_2, X_3, X_4, S_5]$$

$$B^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -2,75 & -12,25 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 5 & -35 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 10 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 12,50 & -22,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,50 & -0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,75 \end{bmatrix}$$

$$C_{BV}B^{-1} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000 \ 800.000] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -2,75 & -12,25 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 5 & -35 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 10 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 12,50 & -22,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,50 & -0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,75 \end{bmatrix}$$

$$= [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000]$$

Analisis Terhadap Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan untuk Variabel Nonbasis

- Perubahan koefisien fungsi tujuan untuk variabel non basis X_2 (Meja Tamu).
 Koefisien dari fungsi tujuan untuk X_2 adalah $c_2 = 500.000$ perubahan c_2 dari 500.000 menjadi $(500.000 + \Delta)$.

$$\hat{C}_2 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000] \begin{bmatrix} 7 \\ 40 \\ 40 \\ 50 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix} - (500.000 + \Delta) = 300.000 - \Delta$$

Agar $\hat{C}_2 \geq 0$ dan BV tetap optimal, maka $\Delta \leq 300.000$. Sehingga keuntungan maksimal yang di peroleh dari produksi meja tamu adalah Rp800.000.

- Perubahan koefisien fungsi tujuan untuk variabel non basis X_3 (Pintu)
 Koefisien dari fungsi tujuan untuk X_3 adalah $C_3 = 300.000$ perubahan c_3 dari 300.000 menjadi $(300.000 + \Delta)$.

$$\hat{C}_3 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000] \begin{bmatrix} 3 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} - (300.000 + \Delta) = -100.000 - \Delta$$

Agar $\hat{C}_3 \geq 0$ dan BV tetap optimal, maka $\Delta \leq -100.000$. Sehingga keuntungan maksimal yang di peroleh dari produksi pintu adalah Rp200.000.

- Perubahan koefisien fungsi tujuan untuk variabel non basis X_4 (Kursi Tamu).
 Koefisien dari fungsi tujuan untuk X_4 adalah $C_4 = 200.000$ perubahan c_4 dari 200.000 menjadi $(200.000 + \Delta)$.

$$\hat{C}_4 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000] \begin{bmatrix} 4 \\ 30 \\ 30 \\ 40 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} - (200.000 + \Delta) = 200.000 - \Delta$$

Agar $\hat{C}_4 \geq 0$ dan BV tetap optimal, maka $\Delta \leq 200.000$. Sehingga keuntungan maksimal yang di peroleh dari produksi kursi tamu adalah Rp400.000.

Analisis Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan untuk Variabel Basis

- Perubahan C_5 (Kereta Dorong)
 Keuntungan kereta dorong (C_5) berubah dari 400.000 menjadi $(560.000 + \Delta)$. maka C_{BV} yang baru adalah $[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 560.000 + \Delta \ 0]$ sehingga:

$$C_{BV}B^{-1} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 560.000 + \Delta \ 0] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -2,75 & -12,25 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 5 & -35 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 10 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 12,50 & -22,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,50 & -0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,75 \end{bmatrix}$$

$$= [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ -280.000-0,5\Delta \ -280.000 \ -0,5\Delta]$$

Kofisien baris 0 menjadi:

- $\hat{C}_2 = C_{BV} B^{-1} a_2 - c_2 = -1.620.000 - 2 \Delta$
- $\hat{C}_3 = C_{BV} B^{-1} a_3 - c_3 = -1.740.000 + \frac{5}{2} \Delta$
- $\hat{C}_4 = C_{BV} B^{-1} a_4 - c_4 = -1.320.000 - 2 \Delta$
- $\hat{C}_{s5} = C_{BV} B^{-1} a_{s5} - c_{s5} = 280.000 + 0,5 \Delta$

Agar C_5 akan tetap optimal maka $\Delta \leq -400.000$. Sehingga keuntungan maksimal yang di peroleh dari produksi kursi kereta dorong adalah Rp160.000.

2. Perubahan C_1 (Lemari 2 Pintu)

Keuntungan lemari 2 pintu (C_1) berubah dari 800.000 menjadi $(800.000 + \Delta)$. maka C_{BV} yang baru adalah $[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 800.000 + \Delta]$ sehingga:

$$C_{BV}B^{-1} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 800.000 + \Delta \ 0] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -2,75 & -12,25 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 5 & -35 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 10 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 12,50 & -22,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,50 & -0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,75 \end{bmatrix}$$

$$= [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 200.000 + 0,25 \Delta \ 600.000 + 0,75 \Delta]$$

Kofisien baris 0 menjadi:

- $1.100.000 + 2 \Delta \geq 0$ atau $\Delta \geq -550.000$
- $1.100.000 + \frac{7}{4} \Delta \geq 0$ atau $\Delta \geq -628.571,42$
- $1.000.000 + \frac{3}{2} \Delta \geq 0$ atau $\Delta \geq -666.666,66$
- $-200.000 - \frac{1}{4} \Delta \geq 0$ atau $\Delta \geq -800.000$

Agar C_1 akan tetap optimal maka $\Delta \leq -550.000$. Sehingga keuntungan maksimal yang di peroleh dari produksi kursi lemari 2 pintu adalah Rp250.000.

Analisis Terhadap Perubahan pada Ruas Kanan Pembatas

Dalam proses pembuatan perabot rumah tangga olahan kayu ini, perusahaan membutuhkan penambahan waktu perakitan, agar produk yang dihasilkan lebih bagus dan lebih baik. B_6 yaitu (jumlah tenaga kerja) dari 7 menjadi $(7 + \Delta)$, maka perhitungan ruas kanan menjadi:

$$B^{-1}b = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -2,75 & -12,25 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 5 & -35 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 10 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 12,50 & -22,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,50 & -0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,75 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 122 \\ 2880 \\ 2880 \\ 2880 \\ 20 \\ 7 + \Delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 18,5 - 12,25 \Delta \\ 2735 - 35 \Delta \\ 2940 - 20 \Delta \\ 2972,5 - 22,5 \Delta \\ -13,5 - 0,5 \Delta \\ 10,25 + 0,75 \Delta \end{bmatrix}$$

Solusi akan tetap optimal, jika $-16 \leq \Delta \leq 8$. Dengan demikian, b_6 (jumlah tenaga kerja) tetap optimal sepanjang $(7 - 16) \leq \Delta \leq (7 + 8)$ atau $0 \leq b_6 \leq 15$. Maka jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan paling banyak 15 orang.

Analisis Terhadap Perubahan Kolom Variabel Non Basis

1. Perubahan kolom pada X_2 (Meja Tamu)

Penambahan waktu pada proses pengukuran dari 40 menit menjadi 45 menit.

$$a_2 = \begin{bmatrix} 7 \\ 40 \\ 40 \\ 150 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ diubah menjadi } a_2 = \begin{bmatrix} 8 \\ 45 \\ 40 \\ 150 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}$$

maka: $C_2 = C_{BV} B^{-1} a_2 - c_2 = 1.900.000$. Karena $c_2 \geq 0$ maka solusi basis saat ini optimal.

2. Perubahan kolom pada X_3 (Pintu)

Penambahan waktu pada proses pengukuran dari 20 menit menjadi 25 menit.

$$a_3 = \begin{bmatrix} 3 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ diubah menjadi } a_3 = \begin{bmatrix} 4 \\ 25 \\ 20 \\ 30 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}$$

maka: $C_3 = C_{BV} B^{-1} a_3 - c_3 = 2.100.000$. Karena $C_3 \geq 0$ maka solusi basis saat ini optimal.

3. Perubahan kolom pada X_4 (Kursi Tamu)

Penambahan waktu pada proses pengukuran dari 30 menit menjadi 35 menit.

$$a_4 = \begin{bmatrix} 4 \\ 30 \\ 30 \\ 40 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ diubah menjadi } a_4 = \begin{bmatrix} 4 \\ 35 \\ 30 \\ 40 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

maka: $C_4 = C_{BV} B^{-1} a_4 - c_4 = 1.800.000$. Karena $c_4 \geq 0$ maka solusi basis saat ini optimal.

Analisis Terhadap Penambahan Suatu Aktivitas Baru

Penambahan suatu aktivitas baru yang dilakukan yaitu menambah produk ke-6 yaitu kursi santai.

Ft Maksimasi:

$$Z = 800.000X_1 + 500.000X_2 + 300.000X_3 + 200.000X_4 + 400.000X_5 + 200.000X_6$$

$$\hat{C}_6 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 400.000 \ 800.000] \begin{bmatrix} 3 \\ 25 \\ 30 \\ 35 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} - 200.000 = 11.800.000$$

Karena $\hat{C}_6 \geq 0$ maka solusi basis ini tidak optimal. Sehingga produk ke-6 yaitu kursi santai tidak perlu ditambahkan. Karena produk kursi santai yang di produksi perusahaan akan mengeluarkan ongkos sebesar Rp11.800.000.

Analisis Terhadap Penambahan Pembatas Baru

Penambahan pembatas baru yang dilakukan yaitu menambah proses pengecatan sehingga formulasinya menjadi:

Ft Maksimasi:

$$Z = 800.000X_1 + 500.000X_2 + 300.000X_3 + 200.000X_4 + 400.000X_5$$

Variable	Status	Value
lemari	Basic	25
meja tamu	NONBasic	0
pintu	NONBasic	0
kursi tamu	NONBasic	0
kereta dorong	Basic	6.5
slack 1	Basic	91.25
slack 2	Basic	2535
slack 3	Basic	2540
slack 4	Basic	2472.5
surplus 5	NONBasic	0
artfcl 6	NONBasic	0
slack 7	Basic	2640
Optimal Value (Z)		2800000

Gambar 3. Solution List Penambahan Aktivitas Baru

Jadi, dengan penambahan pembatas baru tidak akan merubah solusi yang ada, karena tidak menambah keuntungan dan jenis produk yang diproduksi sama yaitu lemari dan kereta dorong.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa keuntungan optimum yang diperoleh dari produksi mebel adalah sebesar Rp2.800.000 dengan kebutuhan kayu sebanyak 30,75 batang/minggu. Selain itu dibutuhkan waktu untuk proses pengukuran 345 menit/minggu, proses pemotongan 340 menit/minggu, proses perakitan 407,5 menit/minggu. Target produksi 20 unit/minggu dan 7 orang jumlah tenaga kerja.

Berdasarkan analisis sensitivitas terhadap perubahan koefisien fungsi tujuan untuk variabel nonbasis solusi akan tetap optimal jika Rp800.000 untuk meja tamu, Rp200.000 untuk pintu, dan Rp400.000 untuk kursi tamu. Berdasarkan perubahan koefisien fungsi tujuan untuk variable basis menghasilkan solusi optimal jika Rp160.000 untuk kereta dorong dan untuk lemari 2 pintu adalah Rp250.000. Perubahan pada ruas kanan pembatas menghasilkan solusi optimal jika jumlah tenaga kerja yang ditambah paling banyak adalah 15 orang, perubahan kolom variabel nonbasis dapat membuat solusi menjadi optimal, penambahan suatu aktivitas baru tidak perlu ditambahkan, karena produk kursi santai yang di produksi perusahaan akan mengeluarkan ongkos sebesar Rp11.800.000, serta penambahan pembatas baru tidak akan mengubah solusi awal.

Referensi:

- [1] Indah, D.R., & Sari, P. (2020). Penerapan Model Linear Programming Untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi Dalam Memperoleh Keuntungan Maksimal (Studi Kasus pada Usaha Angga Perabot). *Jurnal Manajemen Inovasi*, 10(2).
- [2] Aprilyanti, S. (2019). Optimasi keuntungan produksi pada industri kayu PT. Indopal Harapan Murni menggunakan linear programming. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 13(1), 1-8.
- [3] Abidin, R. Z., Sudarto, S., & Hasibuan, S. (2020). Optimalisasi Persediaan Produk Sodium Hypochlorite Menggunakan Pendekatan Linier Programming. *Jurnal Iintech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(2), 177-182.
- [4] Oluwaseyi, K. O., Elizabeth, A., & Olaoluwa, O. E. (2020). Profit Maximization in a Product Mix Bakery Using Linear Programming Technique. *Journal of investment and Management*, 9(1), 27-30.
- [5] Oladejo, N. K., Abolarinwa, A., Salawu, S. O., & Lukman, A. F. (2019). Optimazation Principle And Its'application In Optimizinglandmark University Bakery Production Using Linier Programming. *International journal of civil engineering and technology (IJCIET)*, 10(2), 183-190.
- [6] Risdianto, R., & Setiawan, A. P. (2018). Perancangan Mebel Multifungsi Untuk Apartemen Tipe Studio. *Intra*, 6(2), 835-839.
- [7] Astutik, E. P. (2021). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Program Linier dengan Metode Simpleks. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 781-788.

- [8] Hilman, M. (2019). Optimasi Jumlah Produksi Produk Furniture Pada Pd. Surya Mebel Di Kecamatan Cipaku Dengan Metode Linier Programming.
- [9] Darmawan Yudhanegara, S. T. (2021). Riset Operasi Manajemen Transportasi. Ahlimedia Book.
- [10] Hasugian, I. A., Ingrid, F., & Wardana, K. (2020). Analisis Kelayakan Dan Sensitivitas: Studi Kasus UKM Mochi Kecamatan Medan Selayang. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 159-164.
- [11] Zakri, R. S., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Sensitivitas Deterministik Investasi Pengadaan Alat Berat di Perusahaan Pertambangan Batubara dengan Metode NPV. *Bina Tambang*, 4(3), 395-405.