

# Optimasi Produksi Roti Di Grace Bakery Dengan Menggunakan *Integer Goal Programming*

Joshua Apriano Lumanaw<sup>1, a)</sup>, James Uriel Livingstone Mangobi<sup>1, b)</sup>, dan Marvel Grace Maukar<sup>1, c)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado

<sup>a)</sup>email: [joshua.lumanaw@gmail.com](mailto:joshua.lumanaw@gmail.com)

<sup>b)</sup>email: [jamesmangobi@unima.ac.id](mailto:jamesmangobi@unima.ac.id)

<sup>c)</sup>email: [marvelgracem@unima.ac.id](mailto:marvelgracem@unima.ac.id)

## Abstrak

Grace bakery merupakan industri rumahan dalam membuat roti. Permasalahan yang dialami oleh Grace bakery adalah pihak Grace bakery belum merencanakan optimasi produksi roti, hal ini menyebabkan kerugian bagi Grace bakery dan penjualan belum maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model matematik optimasi produksi roti dengan menggunakan *integer goal programming* dan untuk memperoleh hasil optimasi perencanaan produksi roti dengan menggunakan *integer goal programming* berbantuan aplikasi Lingo. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *integer goal programming* ini adalah *branch and bound*. Dengan menggunakan *integer goal programming*, metode *branch and bound* dan berbantuan aplikasi Lingo, hasil penelitian menunjukkan bahwa Grace Bakery harus memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju, dan 4237 roti moka setiap bulannya sehingga Grace Bakery akan memperoleh pendapatan maksimal sebanyak Rp. 17.280.000. Pendapatan akan mencapai hasil optimal jika semua roti habis terjual dan tidak ada kenaikan bahan baku. Grace bakery juga dapat mengurangi biaya produksi menjadi Rp. 11.670.092,5 setiap bulan.

*Kata kunci: Integer Goal Programming, branch and bound, optimasi, Lingo*

## Abstract

Grace bakery is a home industry in making bread. The problem experienced by Grace Bakery is that Grace Bakery has not planned to optimize bread production, this has caused losses for Grace Bakery and sales have not been maximized. This research aims to formulate a mathematical model for optimizing bread production using integer goal programming and to obtain optimization results for bread production planning using integer goal programming with the help of the Lingo application. The method used to solve this integer goal programming problem is branch and bound. By using integer goal programming, the branch and bound method and with the help of the Lingo application, the research results show that Grace Bakery must produce 3993 chocolate breads, 1334 cheese breads and 4237 mocha breads every month so that Grace Bakery will earn a maximum income of Rp. 17.280.000. Revenue will reach optimal results if all the bread is sold out and there is no increase in raw materials. Grace bakery can also reduce production costs to Rp. 11.670.092,5 every month.

*Keywords: Integer Goal Programming, branch and bound, optimization, Lingo*

## Pendahuluan

Perencanaan produksi adalah aktivitas awal yang dilakukan oleh pengusaha untuk menetapkan jumlah produk yang diproduksi dan jumlah bahan baku yang dibutuhkan. Menurut Fajrah, dkk [1] perencanaan produksi adalah suatu proses dalam memproduksi barang pada suatu waktu tertentu seperti yang dijadwalkan dengan mengorganisasikan sumber daya berupa tenaga kerja, bahan baku, mesin dan juga peralatannya. Ketika menyusun perencanaan produksi memiliki pertimbangan seperti mengoptimalkan produksi dengan biaya rendah. Optimasi adalah pencarian nilai maksimal dan minimal dari berbagai kasus dengan menggunakan matematika secara sistematis [2]. Menurut Saputra [3] Optimasi adalah usaha untuk memperoleh hasil terbaik yang diinginkan dengan cara memperbaiki apa yang telah ada, atau merancang kembali untuk mendapat hasil yang efisien dan efektif. Sedangkan Optimasi menurut Anthony [4] adalah mencari hasil yang optimal dan terbaik dengan menggunakan suatu metode. Optimasi produksi adalah menggunakan faktor produksi seadanya dengan sebaik mungkin. Faktor-faktor produksi yang dimaksud yakni modal, mesin, alat, bahan baku, bahan pelengkap/pembantu dan tenaga kerja [5].

Permasalahan pada proses produksi sering terjadi pada setiap usaha, tak terkecuali pada Grace *bakery*. Grace *bakery* merupakan suatu UMKM yang termasuk dalam usaha mikro yang memproduksi roti dengan berbagai varian rasa yakni roti coklat, roti keju, roti coklat keju, roti coklat kacang, dan roti moka. Grace *bakery* berlokasi di Kel. Tondangow, Kota Tomohon.

Dalam proses produksi selama ini, Grace *bakery* membutuhkan modal sebesar Rp 11.670.200 per bulan. Modal tersebut dikeluarkan Grace *bakery* untuk membiayai tenaga kerja dan bahan baku. Bahan baku meliputi semua bahan yang dimiliki perusahaan dan digunakan dalam proses produksi [6]. Dengan mempertimbangkan modal yang harus dikeluarkan tersebut, maka Grace *bakery* harus merencanakan proses produksi dengan matang agar tidak mengalami kerugian.

Modal Grace *bakery* sebesar Rp. 11.670.200 dan dengan modal tersebut Grace *bakery* selalu memproduksi roti sebanyak 9.600 roti setiap bulan dan tidak memperhitungkan permintaan produk, 9.600 roti tersebut tidak selalu habis terjual karena ketahanan roti hanya 1 minggu, roti yang tidak laku dikembalikan lagi pada pihak Grace *bakery*. Hal ini mengakibatkan kerugian bagi Grace *bakery*. Belum lagi ketika naiknya harga bahan baku dan harga jual masih sama pastinya keuntungan akan berkurang dari sebelumnya. Oleh karena itu, perencanaan produksi sangatlah penting dilakukan oleh Grace *bakery* yang di dalamnya harus mempertimbangkan biaya produksi, pendapatan dan kondisi pasar agar dapat memenuhi permintaan pasar. Produksi juga terus dilakukan selama pemilik mendapatkan keuntungan meskipun keuntungannya hanya sedikit. agar dapat mengembangkan dan mempertahankan usaha maka diperlukan tujuan yang optimal yakni meminimalkan biaya produksi dan keuntungan yang maksimal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mandalika mengenai optimasi keuntungan pada home industry Aryady bakery menggunakan linear programming diperoleh hasil optimasi keuntungan sebanyak Rp 3.600.460 dengan memproduksi sebanyak 4260 roti coklat, 1200 roti coklat keju dan 500 roti moka setiap bulannya [7]. Penelitian yang dilakukan Safitri berjudul Penyelesaian Goal Programming menggunakan Metode Simpleks Direvisi dalam Memaksimalkan Keuntungan pada Home Industri Upik Padang Panjang, Sumatera Barat menemukan bahwa jumlah produksi pada *home industry upik* untuk sanjai original ( $x_1$ ) sebanyak 30,67 kg, sanjai kunyit ( $x_4$ ) sebanyak 18 kg dan tusuk gigi ( $x_5$ ) sebanyak 18 kg dengan keuntungan sebesar Rp. 1.000.050.- [8]. Safitri dengan judul penelitiannya Optimasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi pada Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur

Melambai Pelangai menggunakan Metode *Kuhn Tucker* berkesimpulan untuk mendapatkan biaya minimum tidak perlu menyediakan pupuk KCL dan hanya perlu menyediakan pupuk SP-36 sebanyak 1 karung, pupuk urea sebanyak 3 karung dan pupuk phonska sebanyak 16 karung dengan biaya minimum Rp. 2.710.000 [9].

Untuk menyelesaikan masalah mengoptimalkan perencanaan produksi dapat memanfaatkan ilmu matematika dalam hal ini *Integer Goal Programming*. *Integer Goal programming* merupakan metode pengoptimalan yang nilai keputusannya berupa bilangan bulat, *integer goal programming* dapat mengoptimalkan tujuan yang lebih dari satu dan memiliki prioritas dalam pengoptimalannya [10]. Menurut Hillier dan Lieberman [11] *integer goal programming* adalah untuk menentukan suatu tujuan yang diinterpretasikan dengan angka untuk setiap tujuan, merumuskan fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian yang meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari fungsi tujuan terhadap tujuan masing-masing. Tujuan yang ingin dicapai dalam proses produksi *Grace bakery* adalah keuntungan yang maksimal dan biaya produksi yang minimum. Biaya produksi dapat diartikan juga sebagai akumulasi pengeluaran yang diperlukan oleh perusahaan untuk bisa memproses bahan baku hingga menjadi produk [12]. Karena memiliki 2 tujuan dan hasil harus bilangan bulat maka dapat menggunakan *Integer Goal Programming* dalam menyelesaikan masalah yang ada, dapat diselesaikan dengan bantuan aplikasi *Lingo* agar lebih cepat dalam perhitungan matematis dan lebih praktis. *Lingo* adalah aplikasi sederhana yang digunakan untuk optimasi linear maupun non linear dan untuk menghitung banyak masalah dengan ringkas, memecahkan masalah dan menganalisa masalah tersebut dengan cepat [13]. *Lingo* digunakan juga untuk mengambil keputusan dalam perencanaan produksi, keuangan, alokasi saham, transportasi, inventarisasi, alokasi daya, pengaturan model, dan sebagainya [14]. Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk menggunakan aplikasi *lingo*, yaitu: Merumuskan masalah dalam kerangka program linear, Menuliskan dalam persamaan matematika, Merumuskan rumusan ke dalam *Lingo* dan menyelesaikannya, dan Interpretasi keluaran *Lingo* [15].

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah merumuskan model matematik optimasi produksi roti dengan menggunakan *integer goal programming* dan mendapatkan hasil optimasi perencanaan produksi roti dengan menggunakan *Integer Goal Programming* berbantuan aplikasi *Lingo*.

## Metode

Langkah-langkah yang dilakukan untuk penelitian ini adalah:

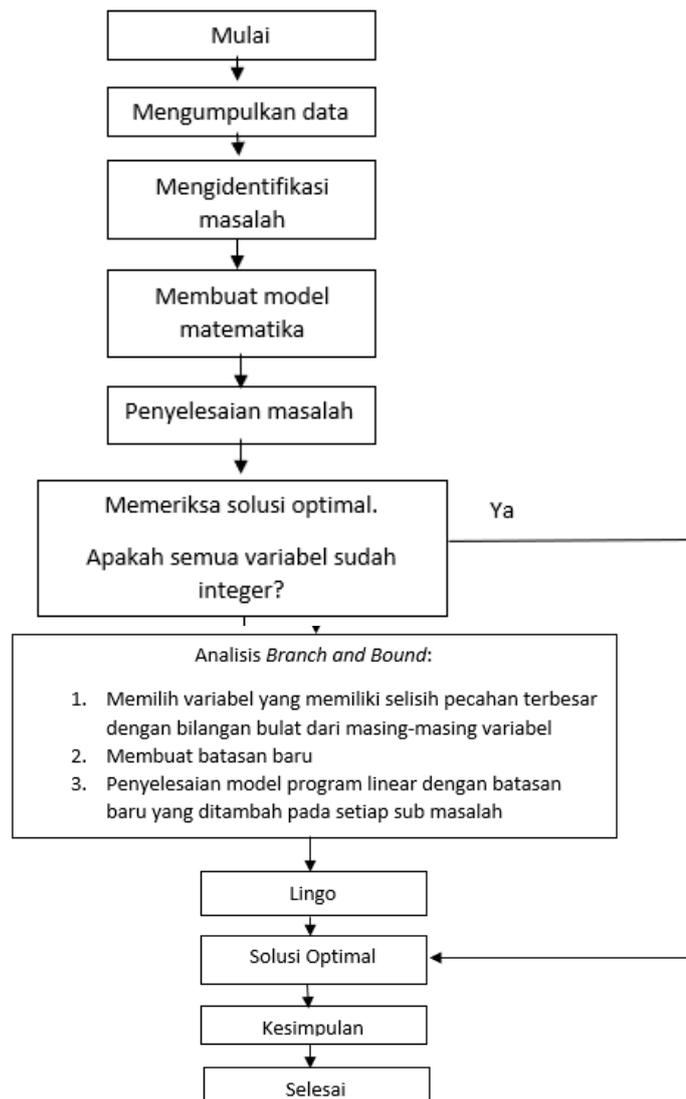
- a. Pengumpulan Data : dalam proses pengolahan data sangat diperlukan untuk pada penelitian ini. Data yang diperlukan diperoleh dari wawancara langsung dengan narasumber. Data tersebut adalah produk yang dijual, ketersediaan bahan baku, waktu proses pembuatan produk, biaya produksi, kebutuhan bahan baku, harga jual produk, ketersediaan jam kerja mesin, anggaran perusahaan, data penjualan.
- b. Membuat model matematika yakni *integer goal programming*. Di dalamnya terdapat fungsi kendala (bahan baku, listrik, gas, transportasi, kemasan, oven, *mixer*, dan jam tenaga kerja) dan fungsi tujuan yakni memaksimalkan pendapatan, meminimumkan biaya produksi, memaksimalkan penggunaan mesin, dan memaksimalkan jam tenaga kerja.
- c. Perhitungan dengan menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan aplikasi *Lingo*. Metode *branch and bound* membatasi solusi optimal pada hasil bilangan pecahan/desimal dengan membuat cabang atas dan bawah untuk setiap variabel

keputusan bernilai pecahan/desimal sedemikian rupa sehingga memperoleh nilai bilangan bulat sehingga setiap batasan akan membuat cabang baru [16]. Branching adalah proses pembagian masalah-masalah menjadi subproblem yang kemungkinan mengarah ke solusi, Bounding merupakan proses mencari/menghitung batas atas dan batas bawah untuk mendapatkan solusi optimal terhadap submasalah yang mengarah pada solusi tersebut [17]. Metode *Branch and Bound* adalah variasi modifikasi dari teknik solusi yang sama yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *Integer goal programming* [18]. Metode Branch and Bound (cabang dan batas) adalah metode yang kerap kali digunakan untuk memperoleh hasil penyelesaian optimum pada program linear dan hasilnya merupakan bilangan bulat [19].

Langkah-langkah penyelesaian suatu masalah memaksimalkan dengan metode *branch and bound*.

1. Formulasi permasalahan dalam metode matematika, menentukan fungsi tujuan dan kendalanya
  2. Ubah model matematika tersebut ke dalam bentuk standar
  3. Selesaikan masalah *goal programming* menggunakan modifikasi metode simpleks
  4. Jika hasil yang ditemukan sudah berupa bilangan bulat, maka solusi optimum sudah didapatkan. Akan tetapi, apabila hasil yang didapat belum berupa bilangan bulat, maka lanjut pada langkah selanjutnya.
  5. Pilih variabel keputusan *non-integer* dengan pecahan terbesar dan kembangkan. "kendala absolut" untuk mengikat variabel keputusan.
  6. Pecahkan dua masalah pemrograman tujuan baru secara terpisah. Jika keduanya menghasilkan solusi bilangan bulat, pilih salah satu yang memberikan pencapaian tujuan terbesar. Jika hanya satu yang layak, cabang itu selesai karena kendala pengikatan tambahan hanya akan menghasilkan solusi yang kurang optimal. Solusi *infeasible* lain harus disesuaikan dengan penambahan kendala yang lebih mengikat pada variabel keputusan lain yang telah menjadi *non-integer* melanjutkan ke langkah berikutnya.
  7. Ulangi langkah yang ke 5 dan 6 untuk setia solusi yang memiliki variabel keputusan yang *non-integer*
  8. Selanjutnya ulangi langkah ke 7 sampai ada solusi yang layak atau solusi tidak sesuai dengan prioritas yang lebih tinggi akan diamati di akhir setiap cabang.
  9. Solusi optimal dapat dipilih untuk semua solusi layak di basis dari penyelesaian tujuan.
- d. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan optimasi perencanaan produksi pada Grace *bakery* dengan aplikasi *Lingo*.

Alur di atas dapat disajikan seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Alur metode penelitian

## Hasil dan Diskusi

Home industry Grace bakery terletak di Kelurahan Tondangow, Kota Tomohon, Sulawesi Utara. Grace bakery adalah usaha rumahan yang bergerak pada bidang pembuatan roti. Grace bakery didirikan oleh orang tua bapak Heng Wawoh pada tahun 2009. Grace bakery telah memproduksi beberapa jenis roti yaitu roti coklat, roti keju, roti coklat keju, roti coklat kacang dan roti moka. Setiap bulannya, Grace bakery dapat memproduksi roti coklat sebanyak 2400 buah/bulan serta roti keju, roti coklat keju, roti coklat kacang, dan roti moka masing-masing sebanyak 1800 buah/bulan. Dengan setiap jenis roti mempunyai harga jual yang sama yaitu Rp.1800 per roti.

Grace *bakery* akan memproduksi lima jenis roti yaitu roti coklat, roti keju, roti coklat keju, roti coklat kacang dan roti moka seperti yang terdapat pada Tabel 1, berikut ini:

**Tabel 1 Bahan baku per roti**

Kendala yang Ditemukan	Jenis Roti				
	Coklat	Keju	Coklat Keju	Coklat Kacang	Moka
Air (gr)	10	10	10	10	10
Mentega (gr)	3.125	3.125	3.125	3.125	6.63
Gula (gr)	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
Terigu (gr)	25	25	25	25	25
Ragi (gr)	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
Susu (ml)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
Telur (ml)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Garam (gr)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Filo Coklat (gr)	15	-	7.5	7.5	-
Filo Keju (gr)	-	15	7.5	-	-
Perasa Moka (gr)	-	-	-	-	0.17
Kacang (gr)	-	-	-	6	-
Listrik (Rp)	83	83	83	83	83
Kemasan (Rp)	100	100	100	100	100
Gas (Rp)	78.125	78.125	78.125	78.125	78.125
Transportasi (Rp)	26.04	26.04	26.04	26.04	26.04
Oven (detik)	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375
Mixer (detik)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Jam Tenaga Kerja (detik)	60	60	90	90	80

Grace bakery hanya memiliki air kurang dari 114 liter, mentega kurang dari 40 kg, gula kurang dari 50 kg, terigu kurang dari 250 kg, ragi kurang dari 4 kg, susu kurang dari 3.7 liter, telur kurang dari 240 butir, garam kurang dari 500 gr, filo coklat kurang dari 40 kg, filo keju kurang dari 20 kg, perasa moka kurang dari 300 ml, kacang kurang dari 10 kg, kemasan kurang dari 9600 buah. Biaya penggunaan gas Rp. 750.000/bulan. Biaya transportasi sebesar Rp. 250.000/bulan. Pembayaran listrik untuk mesin mixer adalah Rp. 800.000/bulan, kapasitas jam kerja mesin dalam sebulan kurang dari 1.000 menit/bulan dan kapasitas jam tenaga kerja dalam sebulan kurang dari 160 jam/bulan.

Untuk memperoleh hasil optimasi dengan *integer goal programming* maka dilakukan beberapa Langkah berikut:

- Menentukan variabel yang digunakan dalam perumusan *integer goal programming*:
  - $x_1$  : Jumlah produksi roti coklat
  - $x_2$  : Jumlah produksi roti keju
  - $x_3$  : Jumlah produksi roti coklat keju
  - $x_4$  : Jumlah produksi roti coklat kacang
  - $x_5$  : Jumlah produksi roti moka
  - $d_i^-$  : Nilai penyimpangan negatif
  - $d_i^+$  : Nilai penyimpangan positif
- Menentukan kendala-kendala dalam memecahkan masalah program linear. Kendala-kendala dapat ditulis sebagai berikut:
  - Air:  $10x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 10x_4 + 10x_5 \leq 114000$
  - Mentega :  $3.125x_1 + 3.125x_2 + 3.125x_3 + 3.125x_4 + 6.63x_5 \leq 45000$
  - Gula:  $5.21x_1 + 5.21x_2 + 5.21x_3 + 5.21x_4 + 5.21x_5 \leq 50000$

$$\text{Terigu : } 25x_1 + 25x_2 + 25x_3 + 25x_4 + 25x_5 \leq 250000$$

$$\text{Ragi: } 0.375x_1 + 0.375x_2 + 0.375x_3 + 0.375x_4 + 0.375x_5 \leq 4000$$

$$\text{Susu: } 0.39x_1 + 0.39x_2 + 0.39x_3 + 0.39x_4 + 0.39x_5 \leq 3700$$

$$\text{Telur: } 1.3x_1 + 1.3x_2 + 1.3x_3 + 1.3x_4 + 1.3x_5 \leq 12480$$

$$\text{Garam: } 0.05x_1 + 0.05x_2 + 0.05x_3 + 0.05x_4 + 0.05x_5 \leq 500$$

$$\text{Plastik kemasan : } 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 100x_4 + 100x_5 \leq 960000$$

$$\text{Filo coklat : } 15x_1 + 7.5x_3 + 7.5x_4 \leq 40000$$

$$\text{Filo keju : } 15x_2 + 7.5x_3 \leq 20000$$

$$\text{Kacang : } 6x_4 \leq 10000$$

$$\text{Perisa moka : } 0.17x_5 \leq 300$$

$$\text{Listrik: } 83x_1 + 83x_2 + 83x_3 + 83x_4 + 83x_5 \leq 800000$$

$$\text{Gas: } 78.125x_1 + 78.125x_2 + 78.125x_3 + 78.125x_4 + 78.125x_5 \leq 750000$$

$$\text{Transportasi : } 26.04x_1 + 26.04x_2 + 26.04x_3 + 26.04x_4 + 26.04x_5 \leq 250000$$

$$\text{Oven: } 9.375x_1 + 9.375x_2 + 9.375x_3 + 9.375x_4 + 9.375x_5 \leq 600$$

$$\text{Mixer: } 2.5x_1 + 2.5x_2 + 2.5x_3 + 2.5x_4 + 2.5x_5 \leq 400$$

$$\text{Jam tenaga kerja : } 60x_1 + 60x_2 + 90x_3 + 90x_4 + 80x_5 \leq 576000$$

$$\text{Roti coklat : } x_1 \geq 0$$

$$\text{Roti keju : } x_2 \geq 0$$

$$\text{Roti coklat keju : } x_3 \geq 0$$

$$\text{Roti coklat kacang : } x_4 \geq 0$$

$$\text{Roti moka : } x_5 \geq 0$$

- c. Menentukan fungsi tujuan. Perumusan fungsi tujuan dalam *integer goal programming* sebagai berikut:

Memaksimalkan pendapatan

$$1800x_1 + 1800x_2 + 1800x_3 + 1800x_4 + 1800x_5 + d_1^- - d_1^+ = 17280000$$

Karena pihak Grace *bakery* memaksimalkan pendapatan maka diharapkan penyimpangan negatif (tidak memperoleh keuntungan, pendapatan penjualan di bawah modal yang dikeluarkan) diusahakan nol. Sehingga fungsi tujuan adalah:

$$\text{Min } Z = d_1^-$$

Meminimumkan biaya produksi

$$1276.885x_1 + 1310.425x_2 + 1306.675x_3 + 1245.175x_4 + 1128.805x_5 + d_2^- - d_2^+ = 11670200$$

Karena pihak Grace *bakery* meminimumkan biaya produksi maka penyimpangan positif (kelebihan bahan produksi) diusahakan nol. Fungsi tujuan adalah:

$$\text{Min } Z = d_2^+$$

Memaksimalkan penggunaan mesin

$$6.25x_1 + 6.25x_2 + 6.25x_3 + 6.25x_4 + 6.25x_5 + d_3^- - d_3^+ = 60000$$

Karena pihak Grace *bakery* ingin memaksimalkan penggunaan mesin maka diharapkan penyimpangan positif (kelebihan jam penggunaan mesin) diusahakan nol. Maka fungsi tujuan adalah:

$$\text{Min } Z = d_3^+$$

Memaksimalkan jam tenaga kerja

$$60x_1 + 60x_2 + 90x_3 + 90x_4 + 80x_5 + d_4^- - d_4^+ = 576000$$

Karena Grace *bakery* ingin memaksimalkan jam tenaga kerja maka diharapkan penyimpangan positif (kelebihan jam kerja/lembur) diusahakan nol. Maka fungsi tujuan adalah:

$$\text{Min } Z = d_4^+$$

Memaksimalkan penggunaan bahan baku

$$\text{Air : } 10x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 10x_4 + 10x_5 + d_5^- - d_5^+ = 114000$$

$$\text{Mentega : } 3.125x_1 + 3.125x_2 + 3.125x_3 + 3.125x_4 + 6.63x_5 + d_6^- - d_6^+ = 45000$$

$$\text{Gula : } 5.21x_1 + 5.21x_2 + 5.21x_3 + 5.21x_4 + 5.21x_5 + d_7^- - d_7^+ = 50000$$

$$\text{Terigu : } 25x_1 + 25x_2 + 25x_3 + 25x_4 + 25x_5 + d_8^- - d_8^+ = 250000$$

$$\text{Ragi : } 0.375x_1 + 0.375x_2 + 0.375x_3 + 0.375x_4 + 0.375x_5 + d_9^- - d_9^+ = 4000$$

$$\text{Susu : } 0.39x_1 + 0.39x_2 + 0.39x_3 + 0.39x_4 + 0.39x_5 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 3700$$

$$\text{Telur : } 1.3x_1 + 1.3x_2 + 1.3x_3 + 1.3x_4 + 1.3x_5 + d_{11}^- - d_{11}^+ = 12480$$

$$\text{Garam : } 0.05x_1 + 0.05x_2 + 0.05x_3 + 0.05x_4 + 0.05x_5 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 500$$

$$\text{Filo coklat : } 15x_1 + 7.5x_3 + 7.5x_4 + d_{13}^- - d_{13}^+ = 40000$$

$$\text{Filo keju : } 15x_2 + 7.5x_3 + d_{14}^- - d_{14}^+ = 20000$$

$$\text{Moka : } 0.17x_5 + d_{15}^- - d_{15}^+ = 300$$

$$\text{Kacang : } 6x_4 + d_{16}^- - d_{16}^+ = 10000$$

$$\text{Listrik : } 83x_1 + 83x_2 + 83x_3 + 83x_4 + 83x_5 + d_{17}^- - d_{17}^+ = 800000$$

$$\text{Gas : } 78.125x_1 + 78.125x_2 + 78.125x_3 + 78.125x_4 + 78.125x_5 + d_{18}^- - d_{18}^+ = 750000$$

$$\text{Transportasi : } 26.04x_1 + 26.04x_2 + 26.04x_3 + 26.04x_4 + 26.04x_5 + d_{19}^- - d_{19}^+ = 250000$$

Karena Grace *bakery* ingin memaksimalkan penggunaan bahan baku maka diharapkan penyimpangan positif (kelebihan bahan baku) diusahakan nol. Fungsi tujuannya adalah:

$$\text{Min } Z = (d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+ + d_9^+ + d_{10}^+ + d_{11}^+ + d_{12}^+ + d_{13}^+ + d_{14}^+ + d_{15}^+ + d_{16}^+ + d_{17}^+ + d_{18}^+ + d_{19}^+)$$

Selanjutnya, fungsi-fungsi di atas dimasukkan ke dalam aplikasi *Lingo*

Berdasarkan perhitungan dengan aplikasi *Lingo* diperoleh hasil seperti Tabel 2, berikut:

**Tabel 2 Hasil perhitungan dengan Lingo**

Kendala	Sasaran	Hasil			Ket
		X	$d_i^-$	$d_i^+$	
Memaksimalkan pendapatan	17280000	17280000	0	0	Tercapai
Meminimumkan biaya produksi	11670200	11670092.5	107.48	0	Tercapai
Memaksimalkan penggunaan mesin	60000	60000	0	0	Tercapai
Memaksimalkan jam tenaga kerja	576000	661460	0	85460	Tidak Tercapai
Memaksimalkan penggunaan bahan baku	114000	96000	18000	0	Tercapai
	45000	44976.865	23.135	0	Tercapai
	50000	50016	0	16	Tidak Tercapai
	250000	240000	10000	0	Tercapai
	4000	3600	400	0	Tercapai
	3700	3744	0	44	Tidak Tercapai
	12480	12480	0	0	Tercapai
	500	480	20	0	Tercapai
	40000	59895	0	19895	Tidak Tercapai
	20000	20010	0	10	Tidak Tercapai
	300	726.41	0	426.41	Tidak Tercapai
	10000	0	10000	0	Tercapai
	800000	796800	3200	0	Tercapai
	750000	750000	0	0	Tercapai
	250000	249984	16	0	Tercapai

Keterangan : X = Hasil Berdasarkan Lingo

$d_i^-$  = Nilai Penyimpangan Negatif

$d_i^+$  = Nilai Penyimpangan Positif

- a) Sasaran memaksimalkan pendapatan yaitu  $d_1^-$ . Sasaran ini Tercapai karena nilai  $d_1^-$  sama dengan nol. Artinya bahwa pada perencanaan produksi Grace *bakery* dapat memperoleh keuntungan sebesar Rp 17.280.000 jika memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka.
- b) Meminimumkan biaya produksi yaitu  $d_2^+$ . Sasaran ini Tercapai dimana nilai  $d_2^+$  sama dengan nol. Artinya bahwa pada perencanaan produksi Grace *bakery* dapat mengurangi biaya produksi sebanyak Rp 11670092.5 jika memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka.
- c) Memaksimalkan penggunaan mesin yaitu  $d_3^+$ . Sasaran ini Tercapai dimana  $d_3^+$  sama dengan nol. Artinya bahwa pada perencanaan produksi Grace *bakery* dapat mengurangi penggunaan mesin sebanyak 60000 detik jika memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka.
- d) Memaksimalkan jam tenaga kerja yaitu  $d_4^+$ . Sasaran ini Tidak Tercapai karena nilai 85460. Artinya bahwa pada perencanaan produksi Grace *bakery* harus meningkatkan jam tenaga kerja sebanyak 661460 detik jika memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka.
- e) Memaksimalkan bahan baku dalam hal ini nilai penyimpangan positif  $d_5^+$  adalah 0,  $d_6^+$  adalah 0,  $d_7^+$  adalah 16,  $d_8^+$  adalah 0,  $d_9^+$  adalah 0,  $d_{10}^+$  adalah 44,  $d_{11}^+$  adalah 0,  $d_{12}^+$  adalah 0,  $d_{13}^+$  adalah 19895,  $d_{14}^+$  adalah 10,  $d_{15}^+$  adalah 426.41,  $d_{16}^+$  adalah 0,  $d_{17}^+$  adalah 0,  $d_{18}^+$  adalah 0,  $d_{19}^+$  adalah 0. Artinya sasaran ini ada yang Tercapai dan Tidak Tercapai. Yang Tidak Tercapai adalah  $d_7^+ = 16$ ,  $d_{10}^+ = 44$ ,  $d_{13}^+ = 19895$ ,  $d_{14}^+ = 10$ ,  $d_{15}^+ = 426.41$  dan yang Tercapai  $d_5^+ = 0$ ,  $d_6^+ = 0$ ,  $d_8^+ = 0$ ,  $d_9^+ = 0$ ,  $d_{11}^+ = 0$ ,  $d_{12}^+ = 0$ ,  $d_{16}^+ = 0$ ,  $d_{17}^+ = 0$ ,  $d_{18}^+ = 0$ ,  $d_{19}^+ = 0$ . Dan hanya dapat memproduksi 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka.
- f) Hasil optimasi produksi yaitu dengan memproduksi sebanyak 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka setiap bulannya. Dengan pendapatan maksimal sebanyak Rp 17.280.000. Untuk memperoleh hasil optimal semua roti harus habis terjual dan tidak ada kenaikan harga bahan baku.

Dengan memproduksi sebanyak 3993 roti coklat, 1334 roti keju, dan 4273 roti moka. Grace *bakery* dapat mengurangi biaya produksi dengan biaya produksi per bulannya sebesar Rp 11.670.092,5. Penggunaan mesin yang maksimal tetapi terdapat kelebihan jam tenaga kerja. Untuk bahan baku, tidak semua bahan tercapai dalam memaksimalkan penggunaan bahan bakunya.

## Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *integer goal programming* dengan bantuan aplikasi LINGO didapatkan hasil optimasi sebagai berikut: Hasil optimasi produksi yaitu dengan memproduksi sebanyak 3993 roti coklat, 1334 roti keju dan 4273 roti moka setiap bulannya. Dengan pendapatan maksimal sebanyak Rp 17.280.000. Untuk memperoleh hasil optimal semua roti harus habis terjual dan tidak ada kenaikan harga bahan baku. Dengan memproduksi sebanyak 3993 roti coklat, 1334 roti keju, dan 4273 roti moka. Grace *bakery* dapat mengurangi biaya produksi dengan biaya produksi per bulannya sebesar Rp 11.670.092,5. Penggunaan mesin yang maksimal dan terdapat kelebihan jam tenaga kerja.

Untuk bahan baku, tidak semua bahan tercapai dalam memaksimalkan penggunaan bahan bakunya. Bagi peneliti selanjutnya dapat memprioritaskan pembatasan jam tenaga kerja dalam pengoptimalan produksi. Pengoptimalan produksi tidak terbatas pada produksi roti dapat juga menggunakan produk lain.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang ikut berperan serta dalam penelitian ini, yaitu keluarga, sahabat dan pihak Grace *bakery* yang sudah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian.

### Referensi

- [1] N. Fajrah, H. Tipa, E. Susanti, A. Ardianto and A. Setiawan, "Peningkatan Potensi Produksi Hasil Pengolahan Singkong Pada Usaha Rumah Tangga Kota Batam," *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian IPTEKS*, pp. 34-40, 2019.
- [2] A. Sugioko, "Perbandingan Algoritma Bee Colony dengan Algoritma Bee Colony Tabu List dalam Penjadwalan Flowshop," *Jurnal Metris*, no. 14, pp. 113-120, 2013.
- [3] A. Saputra, Fitriadi, L. Pamungkas, K. Hadi and Muzakir, "Penerapan Lean Manufacturing Di CV. Wahana Karya," *Jurnal Pengabdian Agro dan Marine Industry*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [4] Anthony, *Management Control System*, Jakarta, 2014.
- [5] S. S. Rao, *Engineering Optimization: Theory and Practice*, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc, 2009.
- [6] B. S. Gerung, I. D. Palandeng and F. J. Tumewu, "Analisis Persediaan Bahan Baku Pada Boulevard D'Coffee Aceh Manado," *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis, dan Akuntansi*, vol. 9, no. 3, 2021.
- [7] R. R. Mandalika, J. U. Mangobi and M. G. Maukar, "Optimasi Keuntungan Pada Home Industry Aryady Bakery Menggunakan Linear Programming," *Discovery: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, pp. 50-56, 2022.
- [8] E. Safitri, S. Basriati, S. Yuliarti, M. Soleh and A. N. Rahma, "Penyelesaian Goal Programming menggunakan Metode Simpleks Direvisi dalam Memaksimalkan Keuntungan Pada Home Industri Upik Padang Panjang, Sumatera Barat," *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [9] E. Safitri, S. Basriati, M. Soleh and R. Yulanda, "Optimasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi pada Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai menggunakan Metode Kuhm Tucker," *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [10] Surachman and M. Astuti, *Operation Research Edisi 2*, Malang: Media Nusa Creative, 2015.
- [11] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction To Operations Research*, 10th ed., New York: Mc Graw Hill, 2015.
- [12] Mulyadi, *Akuntansi Biaya Edisi Ke 5*, Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN, 2015.
- [13] L. S. Inc, *LINGO The Modelling Language and Optimizer*, Illionis: LINDO System Inc, 2013.

- [14] T. Harjiyanto, Aplikasi Model Goal Programming Untuk Optimisasi Produksi Aksesoris (Studi Kasus: PT. Kosama Jaya Banguntapan Bantul), Yogyakarta: Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- [15] G. D. Fahmi, Penerapan Metode Goal Programming dan Integer Goal Programming Untuk Menentukan Jumlah Produk yang Optimal (Studi Kasus PT. Bina Karya Prima), Gresik, 2018.
- [16] T. Rahmayani and D. P. Sari, "Perbandingan Metode Branch and Bound dan Metode Cutting Plane Dalam Optimasi Jumlah Produksi Di BSL Store," *Journal Of Mathematics UNP*, vol. 7, no. 2, pp. 38-43, 2022.
- [17] S. S. Supatimah, F. and S. Andriani, "Optimasi Keuntungan Dengan Metode Branch And Bound," *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 10, no. 1, pp. 13-23, 2019.
- [18] A. W. Khan, Integer Goal Programming, India: Department of Statistics Aligarh Muslim University, 1989.
- [19] S. Maslikhah, "Metode Pemecahan Masalah Integer Programming," *At-Taqaddum*, vol. 7, no. 2, 2017.