

Penentuan Jumlah Produksi Kue Kering Menggunakan Metode *Integer Programming* (Studi Kasus Usaha Kue Kering Ibu Afung)

A. F Sakinah , A. Nurrahmah, , D. Fannysia, D. Septania dan S. Firly

Abstrak— Home industri bu Afung merupakan sebuah home industri yang berkecimpung di dunia kuliner atau lebih tepatnya rumah usaha pembuatan kue kering. Terdapat beberapa jenis kue kering yang diproduksi oleh ibu Afung di antaranya: Kue Nastar, Kue Semprit, Kue Kacang dan Kue Putri Salju. Dalam setiap produksi kue kering bu afung memperoleh hasil penjualan yang kurang maksimal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penjualan maksimal dari produksi kue kering. Perencanaan produksi pada usaha kue kering bu Afung ini dapat dipandang sebagai model program *integer* yang bertujuan memaksimalkan hasil penjualan, dengan menentukan jumlah produksi untuk masing-masing jenis Kue Kering. Pencarian solusi untuk model ini dilakukan dengan menggunakan Metode *Branch and Bound*. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *software* QM for Windows maka didapatkan Penjualan maksimal sebesar Rp. 2.380.000 dengan memproduksi jenis Kue Nastar sebanyak 4 Toples, Kue Semprit 20 Toples, Kue Kacang 8 Toples dan tidak memproduksi Kue Putri Salju.

Kata Kunci— Program Integer, Perencanaan Produksi, Metode *Branch and Bound*

Abstract — *Bu Afung home industry is a home industry that is involved in the culinary world or rather home business of making cookies. There are several types of pastries produced by Afung's mother including: Nastar Cakes, Syringes Cakes, Peanut Cakes and Snow White Cakes. In every production of cookies afung bu get less than maximum sales results. Therefore this study aims to get the maximum sales results from the production of pastries. Production planning in the Afung bu pastry business can be seen as an integer program model that aims to maximize sales results, by determining the amount of production for each type of Pastry. Finding a solution for this model is done using the Branch and Bound Method. Based on the results of calculations using the QM software for Windows, a maximum Sales of Rp. 2,380,000 by producing 4 types of Nastar Cakes, 20 Syringes Cakes, 8 Peanut Cakes and not producing Snow White Cakes.*

Keywords— *Integer Programming, Production Planning, Branch and Bound*

I. PENDAHULUAN

Peluang usaha industri rumahan dengan keuntungan besar adalah salah satu jenis usaha yang banyak diidamkan oleh para wirausaha yang suka dengan usaha berskala kecil menengah. Menurut situs Peluang Usaha, peluang usaha sampingan industri rumahan menjadi pilihan banyak wirausaha pemula karena beberapa faktor seperti modal yang kecil, tidak harus membutuhkan pengalaman yang besar dan dapat segera dimulai. Di era globalisasi saat ini industri kuliner berkembang pesat di dunia, khususnya di Indonesia. Perkembangan industri kuliner dapat dilihat dari tingkat pertumbuhan restaurant, toko kue, dll di Indonesia. Berdasarkan data Asosiasi Pengusaha Bakery Indonesia (APEBI), peningkatan nilai pasar kue dan roti di Indonesia mencapai 31 triliun, jumlah ini meningkat 15% dari tahun sebelumnya. Salah satu produk kue yang diminati masyarakat Indonesia saat ini yaitu kue kering.

Menurut Raudhatul Jannah A. M, dkk (2018) Usaha kecil dan menengah dibagi dalam berbagai bidang seperti bidang makanan, bidang fashion, bidang agribisnis, bidang pendidikan dan sebagainya. Contoh usaha kecil dan menengah yang bergerak dalam bidang makanan adalah usaha kue kering.

Usaha Kue Kering bu Afung merupakan satu dari sekian banyak industri kue kering rumahan yang ada di Indonesia. Industri rumahan kue kering bu Afung yang berlokasi di Mangga Besar blok IV P, Jakarta Barat. Toko kue kering bu Afung menjual berbagai jenis kue kering seperti kue nastar, kue semprit, kue kacang dan putri salju. Usaha ini tidak memiliki metode yang pasti dalam menentukan jumlah produksi yang optimal pada masing-masing jenis-jenis kue kering yang akan diproduksi. Permasalahan dari usaha bu Afung adalah hasil penjualan kue yang kurang maksimal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penjualan maksimal dari produksi kue. Permasalahan pada Industri Kue Kering Bu Afung dapat dipandang sebagai *integer programming* dikarenakan semua variabel menghendaki hasilnya berupa bilangan bulat. Pada penelitian ini menggunakan metode *Integral programming integer programming* atau program bilangan bulat. Masalah adalah pemrograman linear dimana beberapa atau semua variabel diharuskan menjadi bilangan bulat non-negatif.

Pada penelitian ini menggunakan program Integral

Afdiani Fathinatussakinah, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (afdianiall9@gmail.com).
Amalia Nurrahmah, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (amalianurrahmah46@gmail.com).
Daisy Fannysia, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (daisyfannysia917@gmail.com).
Dila Septania, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (Dilaseptania22@gmail.com).
Sita Rindiani Firly, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (sitafirly26@gmail.com).

programming atau program bilangan bulat. Kemudian data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak QM for Windows. Dan hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menentukan Penjualan yang maksimal dari penjualan usaha kue kering ibu Afung. Integer Programming adalah pemrograman linear yang sebagian atau seluruh variabelnya harus diubah menjadi bilangan bulat dan tidak mengandung nilai negatif. Menurut Yusrah Mazari Firdaus, dkk (2019) Integer Programming didasarkan pada eksploitasi keberhasilan komputasi linear programming yang luar biasa. Dua model umum telah dikembangkan umum penyelesaian Integer Programming tersebut adalah Model Branch and Bound dan Model Cutting Plane. Menurut Siringoringo, Hotnair (2015) pemrograman linear bilangan bulat terdiri dari metode Branch and Bound (cabang dan batas) adalah salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal linear yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat.

Menurut Achmad Alfian (2019) untuk beberapa situasi tertentu, persoalan optimal linear programming yang mengkhususkan variabel keputusannya berupa bilangan bulat disebut integer programming. Menurut Pagiling, R. K. Dg, dkk (2015) dalam beberapa kasus, variabel keputusan harus bernilai bulat, misalnya jumlah kue toples, jumlah mobil, jumlah rumah dan jumlah almari. Untuk menyelesaikan kasus seperti ini model program linier tidak dapat dipakai. Program bilangan bulat atau *integer programming* (IP) adalah bentuk lain dari program linier atau *linier programming* (LP) di mana asumsi divisibilitasnya melemah atau hilang sama sekali. Menurut Muslich, Muhammad, M. B. A. (2019) Menurut metode Branch and Bound merupakan metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah pemrograman linear bilangan bulat (integer) dengan cara membuat cabang atas dan cabang bawah bagi masing-masing variabel keputusan yang masih bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru. Menurut Havid Syafwan (2015) pendekatan solusi dari suatu masalah optimasi diskrit atau kombinatorik dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Branch and Bound* secara langsung pada permasalahan atau memformulasikan masalah ke bentuk pemrograman linier yang solusinya dikhususkan untuk bilangan bulat positif saja (Pemrograman Integer). Pada Penelitian ini model yang digunakan adalah model *Branch and Bound* karena sangat efektif dan sederhana untuk menyelesaikan model program integer, maka dari itu model Branch and Bound dipilih dalam menyelesaikan permasalahan Usaha Kue Kering bu Afung.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Jenis dan Sumber Data

1. Jenis Data

Jenis data pada penelitian yang kami lakukan adalah data primer atau data yang didapatkan langsung dari sumber pertama yaitu data bahan dasar yang digunakan untuk membuat kue nastar, kue semprit, kue kacang, dan kue putri salju, data bahan yang tersedia dan data harga jual kue kering perkemasan.

2. Sumber Data

Pada penelitian ini bersumber dari Ibu Afung selaku pemilik usaha kue kering yang kami teliti.

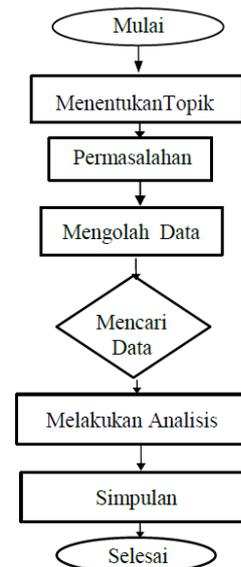
B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Toko Kue kering Ibu Afung berlokasi di Jl.Mangga besar, blok IV P. Mangga Besar, Jakarta Barat. Adapun waktu penelitian yaitu :

Tabel 1 Tabel Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Penelitian	
		Minggu 1	Minggu 2
1	Tinjauan Lokasi Penelitian	■	
2	Pengambilan Data Awal	■	
3	Pengolahan Data	■	
4	Hasil Dan Pembahasan		■

C. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

D. Teknik Pengolahan Data

Data yang sudah didapat kemudian kami olah menggunakan metode *Integral programming* atau program bilangan bulat. Kemudian data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak QM for Windows. Dan hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menentukan keuntungan yang maksimal dari penjualan usaha kue kering ibu Afung.

Winston, W. L. (2004) menyatakan bahwa *Integer Programming* adalah pemrograman linear yang sebagian atau seluruh variabelnya harus diubah menjadi bilangan bulat dan tidak mengandung nilai negatif. Ada beberapa jenis *integral programming*, jika Semua variabel harus bilangan bulat disebut masalah pemrograman bilangan bulat murni (*pure integer programming*), jika beberapa variabel disebut masalah pemrograman bilangan bulat campuran (*mixed integer programming*). Dan jika

variabel hanya berupa bilangan bulat 0 atau 1 maka disebut Pemrograman bilangan bulat biner.

Secara matematis penulisan mode Integer Programming sebagai berikut :

Fungsi Tujuan: Maksimasi atau Minimasi dari :

$$Z = C_1x_1 + C_2x_2 + C_3x_3 + \dots + C_nx_n$$

Fungsi kendala :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + (\leq, =, \geq)b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + (\leq, =, \geq)b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + (\leq, =, \geq)b_m$$

$$x_j \geq 0, \text{ integer untuk setiap } x_j$$

Keterangan :

Z : Fungsi tujuan

C_j : Kenaikan nilai untuk fungsi tujuan.

x_j : Variabel keputusan ke-j.

a_{ij} : Banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran aktivitas j.

B_i : Banyaknya sumber i yang tersedia untuk dialokasikan kesetiap jenis aktivitas.

i : Nomer setiap macam sumber yang tersedia (i=1,2,...,m).

j : Nomer setiap macam aktivitas yang menggunakan sumber yang tersedia.

n : aktivitas yang menggunakan sumber tersebut.

m : Macam batasan-batasan sumber yang tersedia

Salah satu Model umum penyelesaian Integer Programming yang digunakan adalah Model *Branch-and-Bound*. Menurut Hillier, F. S., dan Lieberman, G. J. (2005) Model *Branch And Bound* adalah pendekatan solusi yang membagi ruang solusi yang sesuai menjadi himpunan bagian solusi yang lebih kecil.

Menurut Taylor B. (2013) Alur dari langkah-langkah model *branch and bound* secara umum adalah sebagai berikut:

1. Memformulasikan kendala-kendala yang ada dalam bentuk integer programming.
2. Selesaikan formulasi tersebut dengan integer programming.
3. Jika hasil *integer programming* adalah infeasible (tidak memiliki solusi yang layak) maka formulasi *integer programming* perlu di *fathom/bounding* lalu di *branching*. Jika feasible maka integer programming sudah selesai.
4. Apabila hasil percabangan/branching sudah fathom (hasil percabangan akhir semua infeasible atau feasible) maka formulasi integer programming sudah selesai.
5. Pilih solusi optimal dari hasil percabangan yang sudah integer atau menghasilkan nilai maksimum atau minimum, dimana nilai fungsi tujuan sebagai acuan dalam pemilihannya.

Permasalahan dibagi bagi menjadi cabang-cabang yang mungkin mengarah ke solusi optimal. Inilah yang disebut dengan *branching*, mengingat prosedur ini akan dilakukan berulang-ulang Pembagian (*branching*) dilakukan dengan membagi keseluruhan himpunan solusi layak menjadi himpunan bagian yang lebih kecil. Model ini melakukan percabangan sehingga mencapai ke solusi optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data diolah dengan menggunakan metode *Branch and Bound* dengan bantuan *software POM - QM Windows 3* dengan *Module Integer & Mixed Integer Programming*. Dengan data yang didapatkan dengan melakukan pengambilan data dengan survey ketempat pengolahan kue kering selama 1 hari selama produksi. Data tersebut ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2. Data Kue Kering

Jenis Kendala	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Kapasitas Tersedia	Satuan
Terigu	250	350	150	400	12000	Gram
Mentega	200	250	60	250	10000	Gram
Susu Bubuk	50	100	30	150	2500	Gram
Gula	50	150	100	50	5000	Gram
Selai Kacang	0	0	125	0	1000	Gram
Keju	35	0	0	0	165	Gram
Harga Per Unit	100000	75000	60000	70000		Rupiah

Keterangan:

X₁ = Kue Nastar

X₂ = Kue Semprit

X₃ = Kue Kacang

X₄ = Kue Putri Salju

Langkah-langkah penyelesaian yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$Z_{maks} = 100.000x_1 + 75.000x_2 + 60.000x_3 + 70.000x_4$$

Fungsi Kendala:

$$1. \quad 250x_1 + 350x_2 + 150x_3 + 400x_4 \leq 12000$$

$$2. \quad 200x_1 + 250x_2 + 60x_3 + 250x_4 \leq 10000$$

$$3. \quad 50x_1 + 100x_2 + 30x_3 + 150x_4 \leq 2500$$

$$4. \quad 50x_1 + 150x_2 + 100x_3 + 50x_4 \leq 5000$$

$$5. \quad \quad \quad 125x_3 \leq 1000$$

$$6. \quad 35x_1 \leq 165$$

$$7. \quad \quad \quad x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Setelah data didapatkan dan dibentuk dalam table sesuai dengan data diatas maka proses selanjutnya adalah menggunakan *software POM - QM for Windows 3* dengan *Modul integer & Mixed Integer Programming* dan memasukkan data fungsi tujuan dan fungsi kendala dengan table sebagai berikut:

Tabel 3. Original Problem Table With Solution

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		RHS
Maksimum	100000	75000	60000	70000		
Terigu	250	350	150	400	<=	12000
Mentega	200	250	60	250	<=	10000
Susu Bubuk	50	100	30	150	<=	2500
Gula	50	150	100	50	<=	5000
Selai Kacang	0	0	125	0	<=	1000
Keju	35	0	0	0	<=	165
Variabel Type	integer	integer	integer	integer		
Solusi	4	20	8	0	Optimal Z	2380000

Tabel data diatas merupakan hasil output dari data yang telah dimasukkan sebelumnya dan dari table diatas

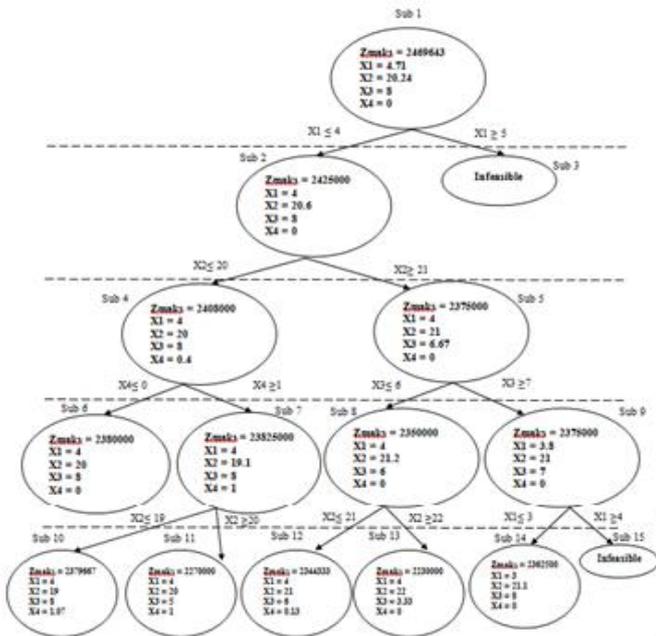
menunjukkan bahwa setiap variable dibatasi sebagai bilangan bulat (*integer*).

IV. KESIMPULAN

Usaha Kue Kering Rumahan Bu Afung memiliki 6 kendala bahan baku dalam proses produksinya. Perencanaan produksi pada usaha kue kering bu Afung dapat dipandang sebagai masalah *integer programming*. Penentuan jumlah produksi kue kering dengan menggunakan Metode *Branch and Bound* sangat membantu Usaha Kue Kering bu Afung dalam menentukan jumlah produksi untuk tiap-tiap jenis kue kering sehingga diperoleh penjualan yang maksimal. Berdasarkan hasil perhitungan dengan aplikasi *QM for Windows* didapatkan Penjualan maksimal sebesar Rp. 2.380.000 dengan memproduksi jenis Kue Nastar sebanyak 4 Toples, Kue Semprit 20 Toples, Kue Kacang 8 Toples dan tidak memproduksi Kue Putri Salju.

REFERENSI

- [1] Achmad Alfian. 2019. Model integer Programming untuk Mengoptimalkan Perencanaan Produksi Di UKM "X". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol 7(2). Halaman: 99-107.
 - [2] Havid Syafwan. 2015. Penerapan Metode *Branch And Bound* Dalam Penyelesaian Masalah Pada Integer Programming. *Jurnal Manajemen Dan Teknik Computer*. Vol 1(2). Halaman: 89-96
 - [3] Hillier, F. S., dan Lieberman, G. J. 2005. *Operations Research*. Edisi ke-8. Terjemahan oleh Parama Kartika Dewa, dkk. Yogyakarta: ANDI.
 - [4] Muslich, Muhammad, M. B. A. 2019. *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*. Jakarta Timur: PT. Bumi Aksara.
 - [5] Pagiling, R. K. Dg., Sahari, A. dan Rais. 2015. Optimalisasi Hasil Produksi Tahu Dan Tempe Menggunakan Metode *Branch And Bound* (Studi Kasus: Pabrik Tempe Eri Jl. Teratai No. 04 Palu Selatan). Vol 12(1). Halaman: 53-63.
 - [6] Peluang Usaha, "Peluang Usaha Sampangan Industry Rumahan Dengan Keuntungan Besar". 2015. <https://peluangusahasampangan99.blogspot.com/2015/01/peluang-usaha-sampangan-industri-rumahan.html>
 - [7] Roudhatul Janah A. M, dkk. 2018. Optimalisasi Hasil Produksi Tahu Dan Tempe Dengan Metode *Branch And Bound* Dan Metode *Cutting Plane*. Halaman: 43-47
 - [8] Siringoringo, Hotnair. 2015. *Seri Teknik Riset Operasi Pemrograman Linear*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
 - [9] Winston, W. L. 2004. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Edisi Keempat. Canada: Brooks/Cole-Thomson Learning.
- Yusrah Mazari Firdaus, dkk. 2019. Implementasi Alogaritma *Branch And Bound* Dalam Penentuan Jumlah Produksi Untuk Meminimalkan Keuntungan. *STRING*. Vol 4(1). Halaman: 65-79. ISSN: 2527-9661.



Gambar 2. Hasil Perhitungan Metode *Branch and Bound*

Analisa perhitungan Metode *Branch and Bond* :

1. Subproblem 6 dan Subproblem 11 merupakan kandidat solusi optimal integer.
2. Pada Subproblem 6, Subproblem 11, Subproblem 11 dan Subproblem 11 tidak perlu dilakukan percabangan lagi karena nilai Z dari masing-masing Subproblem tersebut lebih kecil dari pada Subproblem 6
3. Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan solusi optimalnya adalah 2.380.000 ketika $X_1 = 4$, $X_2 = 20$, $X_3 = 8$ dan $X_4 = 0$

Pada pengolahan data didapatkan dari hasil produksi dan penjualan yang optimal dengan bahan yang tersedia pada proses tersebut. Dari pengolahan didapatkan sebanyak 15 Subproblem yang harus dilakukan untuk mendapatkan nilai optimal. Nilai optimal tersebut terjadi pada Subproblem 6 dengan penambahan kendala yakni $X_4 \leq 0$ sehingga diperoleh nilai:

$$\begin{aligned} X_1 &= 4 \\ X_2 &= 20 \\ X_3 &= 8 \\ X_4 &= 0 \end{aligned}$$

Yang kemudian variabel tersebut dimasukkan kedalam fungsi tujuan:

$$\begin{aligned} Z_{maks} &= 100.000(4) + 75.000(20) + 60.000(8) + 70.000(0) \\ &= 400.000 + 1.500.000 + 480.000 + 0 \\ &= 2.380.000 \end{aligned}$$

Maka penjualan maksimum yang didapatkan dari penjualan kue kering adalah sebesar Rp. 2.380.000,-