

Optimalisasi Keuntungan pada Pabrik Tempe dengan Metode Grafik dan Metode *Branch And Bound* (Studi Kasus: Pabrik Tempe Rengasdengklok Pak Walim)

Tita Andarayani¹, Rianita Puspa Sari²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang
e-mail: titaandarayani19053@gmail.com

Abstrak

Proses produksi merupakan hal penting yang dapat mempengaruhi keuntungan. Pada proses produksi juga perlu diperhatikan untuk meningkatkan keuntungan agar menjadi lebih optimal. Permasalahan optimalisasi ini yang masih menjadi kendala bagi sebagian besar usaha, salah satunya adalah Pabrik Tempe Bapak Walim yang terletak di Rengasdengklok. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah produksi tempe agar mendapatkan keuntungan yang optimal. Metode yang digunakan adalah metode grafik dan metode *branch and bound*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dilakukan secara observasi dan pengukuran secara langsung pada objek penelitian sehingga mempermudah dalam menganalisis data sesuai kondisi yang terjadi dilapangan dengan suatu ukuran tertentu. Pabrik ini memulai usaha sekitar beberapa tahun yang lalu dan hanya memproduksi tempe saja yang mempunyai dua ukuran besar dan kecil dengan modal pertamanya Rp. 5000.000,00. Tempe ukuran besar dijual seharga Rp.12.000,00 dan dalam sebulan bisa diproduksi sebanyak 600 buah tempe dan mempunyai keuntungan sebanyak Rp. 2.200.000,00/bulan. Sedangkan tempe ukuran kecil dijual seharga Rp.1.500,00 dan dalam sebulan diproduksi sebanyak 900 buah tempe dan mempunyai keuntungan Rp.1.350.000,00/bulan. Pendapatan kotor pabrik ini sebesar Rp.8.550.000,00/bulan. Hasil dari penelitian ini adalah jumlah produksi optimal dari setiap jenis produk adalah 8.333 tempe ukuran besar dan 712 tempe ukuran kecil perbulan. Maka keuntungan optimal yang dihasilkan sebesar Rp. 18.332.600,00. Maka dapat disimpulkan bahwa pabrik tempe ini harus meningkatkan produksi tempe ukuran besar lebih banyak dibanding tempe ukuran kecil.

Kata Kunci: Metode Grafik, Pemrograman Linear, Optimalisasi Keuntungan.

Abstract

The production process is an important thing that can affect profits. In the production process, it is also necessary to pay attention to increase profits in order to be more optimal. This optimization problem is still an obstacle for most businesses, one of which is Mr. Walim's Tempe Factory located in Rengasdengklok. This study aims to optimize the amount of tempe production in order to obtain optimal profits. The method used is the graphical method and the branch and bound. This study uses a quantitative approach, carried out by observations and measurements directly on the object of research, making it easier to analyze data according to conditions that occur in the field with a certain size. This factory started a business about a few years ago and only produces tempe which has two sizes large and small with the initial capital of Rp. 5000,000.00. A large size tempe is sold for Rp. 12,000.00 and in a month 600 tempeh can be produced and has a profit of Rp. 2,200,000.00/month. Meanwhile, small tempe is sold for Rp. 1.500.00 and in a month 900 pieces of tempe are produced and have a profit of Rp. 1.350.000,00/month. The gross income of this factory is Rp.8,550,000.00/month. The result of this research is the optimal production of each type of product is 8,333 large tempe and 712 small tempe per month. Then the optimal profit generated is Rp. 18,332,600,000. So it can be concluded that this

tempe factory should increase the production of large-sized tempe more than small-size tempe.

Keywords : *Graphical Method, Linear Programming, Profit Optimization*

PENDAHULUAN

Budaya khas Indonesia tidak terlepas dari masyarakatnya, khususnya dibidang kuliner. Salah satu makanan khas Indonesia yang dicintai oleh Masyarakat adalah tempe. Selain rasanya enak harganya pun sangat terjangkau. Jadi, tempe ini dapat dinikmati oleh masyarakat kalangan atas sampai kalangan bawah.

Tempe merupakan produk olahan fermentasi yang berasal dari Indonesia dan selama ini berbahan baku kedelai. Penelitian tentang kandungan zat gizi dan non-gizi serta manfaat tempe kedelai telah banyak dilakukan. Proses fermentasi dalam pembuatan tempe dapat mempertahankan sebagian besar zat-zat gizi yang terkandung dalam kedelai, meningkatkan daya cerna proteinnya, serta meningkatkan kadar beberapa macam vitamin B (Ani Radiati dan Sumarto, 2016).

Produksi tempe di Indonesia sebagian besar masih dilakukan dengan cara tradisional. Hal ini dikarenakan para pelaku usaha tempe berasal dari kalangan *home industry* yang masih menggunakan peralatan dan proses produksi yang masih dibawah *standard* (Andini Alvina dan Dani Hamdani, 2019).

Pada penelitian kali ini penulis meneliti salah satu UMKM yaitu pabrik tempe yang terletak di Rengas dengklok. Pabrik tempe ini bisa dikatakan masih sebagai *home industry*. Karena lahannya yang masih keterbatasan, pegawai dan pemasarannya juga belum terlalu luas. Pabrik tempe ini memulai usaha sekitar beberapa tahun yang lalu. Pabrik ini berkembang dengan cepat karena lokasinya yang sangat strategis yaitu dekat dengan pasar. Nama pemilik pabrik ini adalah Bapak Walim. Pabrik tempe ini dibidang masih termasuk kedalam UMKM karena hanya terdapat 2 karyawan yaitu tetangga sekitar. Usia karyawan di pabrik ini adalah 40 tahun dan 36 tahun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengoptimalkan produksi tempe yang berlokasi di Rengas dengklok dengan metode integer *branch and bound* dan pemrograman linear metode grafik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan produksi pabrik tempe. Bagaimanakah cara mengoptimalkan produksi tempe dipabrik tersebut agar keuntungan menjadi lebih baik dengan modal awal Rp.5000.000,00.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Optimalisasi berasal dari kata optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan, dan sebagainya (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2022). Dapat disimpulkan bahwa optimalisasi adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk membuat sesuatu menjadi lebih baik.

Menurut (Sari Devi Purba dan Faiz Ahyaningsih, 2020), Persoalan program linear dimana solusi variable keputusannya harus merupakan bilangan bulat disebut program integer. Program integer (*integer programming*) adalah program linear dengan menambahkan batasan bahwa beberapa atau semua variabelnya harus bernilai bulat (Sari Devi Purba dan Faiz Ahyaningsih, 2020).

Berikut merupakan beberapa pendekatan metode dalam menghasilkan penyelesaian bilangan bulat atau Integer (Maslihah, 2019):

1. Metode Pembulatan

Metode pembulatan merupakan suatu cara yang termudah, praktis dan efisien dalam menyelesaikan masalah Integer Programming.

2. Metode *Cutting Planes*

Metode *Cutting Planes* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah program linier untuk variabelnya harus bulat, baik bulat murni maupun campuran dengan penambahan batasan baru yang disebut dengan *gomory*. Pada metode ini dapat digunakan jika variabel keputusan belum bulat (bernilai pecahan).

3. Metode *Branch and Bound*

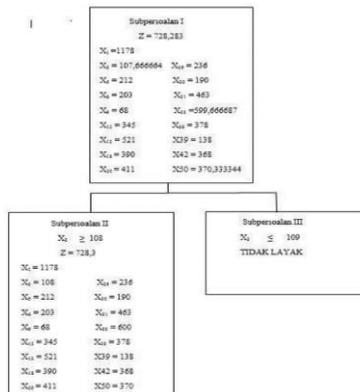
Metode *Branch and Bound* (cabang dan batas) adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat.

Metode *Branch and Bound* pertamakali diperkenalkan oleh A.H. Land dan A.G. Doig pada tahun 1960. Metode ini merupakan salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linear yang menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linear yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat. Metode ini membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing-masing variabel keputusan yang bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru (Sari Devi Purba dan Faiz Ahyaningsih, 2020).

Pada metode *branch and bound* berlaku:

1. Jika pencabangan dari suatu subpersoalan tidak diperlukan maka subpersoalan itu adalah *fathomed*. Ada tiga situasi yang menyebabkan suatu *sub* persoalan *fathomed* terukur, yaitu:
 - a. Apabila subpersoalan itu tidak fisibel.
 - b. Apabila *sub* persoalan itu memberikan solusi optimal dimana seluruh variabelnya berharga bilangan bulat.
 - c. Apabila nilai Z optimasi untuk subpersoalan itu tidak lebih baik dari nilai Z optimal (dalam persoalan maksimal berarti nilai Z optimal dari subpersoalan itu tidak lebih besar daripada batas bawah yang telah diperoleh).
2. Suatu *sub* persoalan dapat diabaikan (dieliminasi dari pertimbangan selanjutnya) apabila subpersoalan itu berada dalam situasi berikut:
 - a. Tidak fisibel.
 - b. Batas bawah (LB) (menyatakan nilai Z dari calon solusi terbaik) sekurang-kurangnya berharga sama dengan nilai Z dari subpersoalan yang bersangkutan.

Berikut merupakan contoh pemecahan masalah dengan metode *Branch and bound* ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 1 Contoh pemecahan masalah dengan metode *branch and bound*
 Sumber: (Hartono, Putri, & Sugiyarto, 2018)

Global optimal solution found.		
Objective value:		0,9681845E+09 A
Objective bound:		0,9681845E+09
Infeasibilities:		0,000000
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		0
Variable	Value	Reduced Cost
X1	11058,00	-16000,00
X2	19455,00 B	-16500,00
X3	16636,00	-16000,00
X4	13166,00	-15500,00
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0,9681845E+09 C	1,000000
2	3381,000	0,000000
3	3555,228 D	0,000000
4	1048,216	0,000000
5	2922,586	0,000000

Gambar 2 Contoh pemecahan masalah dengan metode *branch and bound* menggunakan software lingo 11.0
 Sumber: (Abbas & Indriani, 2019)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah dan perumusan masalah agar hasil dari penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian ini dilakukan di Pabrik Tempe Pak Walim yang beralamat di Rengasdengklok Kabupaten Karawang. Objek penelitiannya adalah jenis tempe yang diproduksi, yaitu tempe kuran besar dan tempe ukuran kecil. Adapun alur proses penelitiannya yaitu:

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pengamatan dilapangan, masalah yang ditemukan yaitu jumlah kombinasi tempe yang diproduksi. Sumber daya yang tidak teralokasi secara optimal dan dapat berpengaruh pada keuntungan yang didapatkan. Studi pendahuluan dilakukan melalui studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dibutuhkan untuk melihat dan mengetahui kondisi langsung yang terjadi pada Pabrik Tempe Pak Walim. Sedangkan studi literature dilakukan dengan mencari pustaka sebagai pendukung penelitian yang dilakukan.

2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara secara langsung dengan pemilik pabrik tempe. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa informasi penggunaan bahan baku yang digunakan untuk produksi tempe yang diperoleh dari hasil wawancara. Sedangkan data sekunder berasal dari studi literature penelitian terdahulu yang memuat informasi objek dan metode yang digunakan untuk penelitian.

3. Metode Grafik

Metode grafik adalah metode yang dilakukan dengan menentukan variabel keputusan sebagai objek yang dihitung. Lalu selanjutnya menentukan fungsi tujuan yang menjadi objek yang akan dicari. Serta menentukan fungsi kendalanya yang menjadi batasan dari perhitungan yang dilakukan. Langkah terakhir adalah membuat grafik yang menggambarkan hasil perhitungan dari penelitian yang dilakukan dan menarik kesimpulan.

4. Aplikasi POM QM

Aplikasi ini digunakan untuk membandingkan dan mengecek hasil yang diperoleh dengan menggunakan perhitungan manual.

5. Analisis Hasil

Analisis digunakan untuk menganalisis dan menarik kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah ringkasan dari penelitian dan hasil pengolahan data yang dilakukan. Sedangkan saran adalah saran penulis terhadap penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik tempe yang diteliti adalah salah satu pabrik yang berada di Rengas dengkok Karawang. Pabrik tempe ini memulai usaha sekitar beberapa tahun yang lalu. Pabrik ini hanya memproduksi tempe saja yang mempunyai dua ukuran besar dan kecil dengan modal pertamanya Rp. 5000.000,00. Tempe ukuran besar dijual seharga Rp.12.000,00 dan dalam sebulan bisa diproduksi sebanyak 600 buah tempe dan mempunyai keuntungan sebanyak Rp. 2.200.000,00/bulan. Sedangkan tempe ukuran kecil dijual seharga Rp.1.500,00 dan dalam sebulan diproduksi sebanyak 900 buah tempe dan mempunyai keuntungan Rp.1.350.000,00/bulan. Pendapatan kotor pabrik ini sebesar Rp.8.550.000,00/bulan. Pabrik ini berkembang dengan cepat karena lokasinya yang sangat strategis yaitu dekat dengan pasar. Nama pemilik kedai ini adalah Bapak Walim. Pabrik tempe ini dibilang masih termasuk kedalam UMKM karena hanya terdapat 2 karyawan yaitu tetangga sekitar. Usia karyawan di pabrik ini rata-rata 45 tahun.

Model matematis yang didapatkan dari data diatas adalah:

Variabel Keputusan:

X_1 = Tempe Ukuran Kecil

$X_2 =$ Tempe Ukuran Besar

Fungsi Tujuan:

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

Fungsi Kendala:

$$900X_1 + 600X_2 \leq 5000.000$$

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

Pembatas Tak Negatif:

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

Perhitungan Manual

1. Metode Grafik

$$900X_1 + 600X_2 \leq 5000.000$$

Tabel 1 Metode grafik kendala 1

X1	0	8.333
X2	5.555	0

Sumber: (Penulis, 2022)

$$900X_1 + 600X_2 \leq 5000.000$$

$$900(0) + 600X_2 \leq 5000.000$$

$$0 + 600X_2 \leq 5000.000$$

$$X_2 \leq 8.333$$

$$900X_1 + 600X_2 \leq 5000.000$$

$$900X_1 + 600(0) \leq 5000.000$$

$$900X_1 + 0 \leq 5000.000$$

$$X_1 \leq 5.555$$

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

Tabel 2 Metode grafik kendala 2

X	0	712,5
1		5
X	5.70	0
2	0	

Sumber: (Penulis, 2022)

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$1.500(0) + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$0 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$X_2 = 712,5$$

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 12.000(0) = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 0 = 8.550.000$$

$$X_1 = 5.700$$

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

Untuk (0, 8.333)

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

$$Z = 1.350.000(0) + 2.200.000 (8.333)$$

$$Z = 18.332.600.000$$

Untuk (5.555, 0)

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

$$Z = 1.350.000 (5.555) + 2.200.000 (0)$$

$$Z = 7.499.250.000$$

Untuk (0, 712,5)

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

$$Z = 1.350.000 (0) + 2.200.000 (712,5)$$

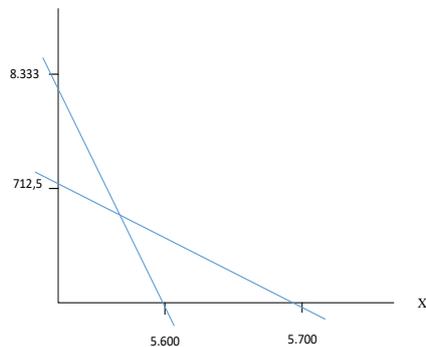
$$Z = 1.567.500.000$$

Untuk (5.700, 0)

$$Z = 1.350.000 X_1 + 2.200.000 X_2$$

$$Z = 1.350.000 (5.700) + 2.200.000 (0)$$

$$Z = 7.695.000.000$$

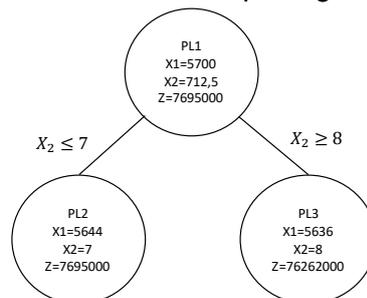


Gambar 3. Grafik hasil perhitungan manual
 Sumber: (Penulis, 2022)

Sehingga keuntungan maksimum akan didapatkan jika produksi tempe berada dititik (0,8.333) atau produksi tempe ukuran besar lebih banyak dibanding tempe yang berukuran kecil.

2. Metode *Branch and Bound*

Karena nilai variabel keputusan masih berupa tibak bilangan integer maka permasalahan itu harus diselesaikan dengan menggunakan metode *Branch and Bound*. Permasalahan yang telah dilakukan penyelesaian menggunakan metode grafik dapat disebut LP1. Dalam LP1 tersebut dibagi lagi menjadi sub-masalah dengan memilih variabel keputusan dengan pecahan terbesar. Maka dengan itu dipilihlah variabel x_2 untuk dicabangkan menjadi sub-masalah. Sub-masalah tersebut ada LP2 ($x_2 \leq 7$) dan LP3 ($x_2 \geq 8$). Percabangan model LP2 dan LP3 dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Percabangan LP1 Produksi Tempe
 Sumber: (Penulis, 2022)

Model LP2 dan LP3 ditambahkan dengan variabel x_1 sebagai sub-masalah 1 (LP1).

a. LP2

Dengan menambahkan fungsi kendala $x_2 \leq 7$ (Persamaan LP2), maka:
Solusi Optimal dari persamaan (LP2). Dengan nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$$x_2 = 7$$

Dengan mensubstitusikan nilai $x_2 = 7$, maka:

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 12.000(7) = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 84.000 = 8.550.000$$

$$1.500X_1 = 8.466.000$$

$$x_1 = 5.644$$

Nilai Z didapatkan sebesar:

$$Z = 1.350.000 (5.644) + 2.200.000 (7) = 7.634.000.000$$

b. LP3

Dengan menambahkan fungsi kendala $x_2 \geq 8$ (Persamaan LP3), maka:
Solusi Optimal dari persamaan (LP3), dengan persamaan (LP3) di atas, dengan nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$$x_2 = 8$$

Dengan mensubstitusikan nilai $x_2 = 8$, maka:

$$1.500X_1 + 12.000X_2 = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 12.000(8) = 8.550.000$$

$$1.500X_1 + 96.000 = 8.550.000$$

$$1.500X_1 = 8.454.000$$

$$x_1 = 5.636$$

Nilai Z didapatkan sebesar:

$$Z = 1.350.000 (5.636) + 2.200.000 (8) = 7.626.200.000$$

Karena pada LP3 semua variabelnya (x_1, x_2) sudah bilangan integer maka pada sub-masalah LP3 adalah solusi optimal yang bernilai integer dan fisibel. Maka dengan itu diperoleh nilai integer yaitu $x_1 = 5.636, x_2 = 8$, dengan nilai $Z = 7.626.200.000$.

Perhitungan dengan Software

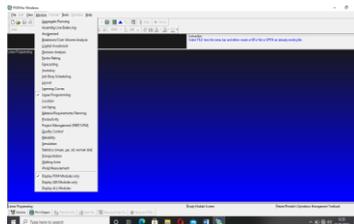
1. Buka software POM/QM



Gambar 5. Buka software POM/QM

Sumber: (Penulis, 2022)

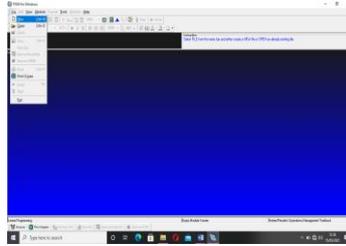
2. Tentukan modul pemrograman linear



Gambar 6. Menentukan modul pemrograman linear

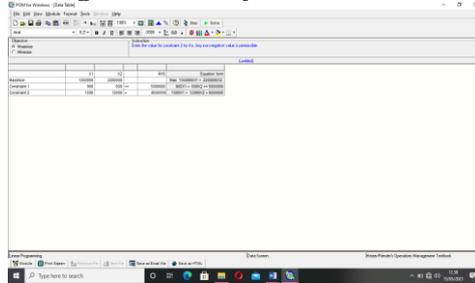
Sumber: (Penulis, 2022)

3. Klik *new* atau buat file baru



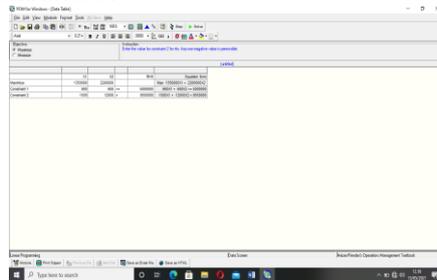
Gambar 7. Membuat file baru
Sumber: (Penulis, 2022)

4. Masukkan fungsi tujuan dan fungsi kendalanya



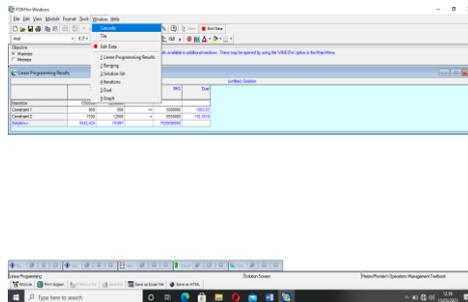
Gambar 8. Memasukkan fungsi tujuan dan fungsi kendalanya
Sumber: (Penulis, 2022)

5. Tentukan maksimasi atau minimasi



Gambar 9. Menentukan maksimasi atau minimasi
Sumber: (Penulis, 2022)

6. Klik *solve*



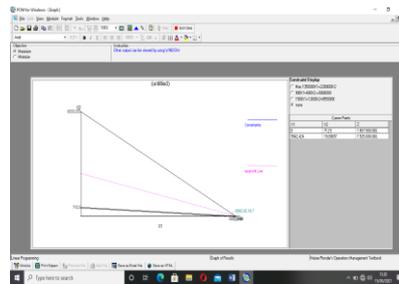
Gambar 10. Solve
Sumber: (Penulis, 2022)

7. Pilih *windows* grafik



Gambar 11. Menentukan grafik
Sumber: (Penulis, 2022)

8. Selesai



Gambar 12. Grafik hasil perhitungan menggunakan software POM/QM
Sumber: (Penulis, 2022)

SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah ini adalah metode grafik dan metode *branch and bound*.
2. Jumlah produksi yang optimal dari setiap jenis produk masing-masing diperoleh 8.333 tempe ukuran besar dan 712 tempe ukuran kecil perbulan.
3. Keuntungan optimal yang dapat dihasilkan sebesar Rp. 18.332.600.000,00.
4. Sedangkan perhitungan metode *branch and bound* didapatkan hasil sebesar Rp. 7.626.200.000,00 dengan Jumlah produksi yang optimal dari setiap jenis produk masing-masing diperoleh 8 tempe ukuran besar dan 5.636 tempe ukuran kecil perbulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Walim pemilik pabrik tempe tersebut yang telah mengizinkan saya mengambil data untuk mewawancarai beliau dan melihat proses pembuatan tempe dipabrik tersebut. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, B. S., & Indriani, W. (2019). Optimasi Proses Produksi untuk Produk Makanan dengan Metode Integer Linear Programming (ILP) pada PT PSA. *INASEA*, 45-57.
- Andini Alvina dan Dani Hamdani. (2019). PROSES PEMBUATAN TEMPE TRADISIONAL.
- Ani Radiati dan Sumarto. (2016). Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-Kedelai.
- Hartono, W., Putri, A. D., & Sugiyarto. (2018). Integer Programming dengan Pendekatan Metode Branch and Bound untuk Optimasi Sisa Material Besi (Waste) pada Plat Lantai (Studi Kasus : Pasar Elpabes Banjarsari Surakarta). *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, 86-92.

Kamus Besar Bahasa Indonesia. (2022). Pengertian Optimisasi.

Maslihah, S. (2019). Metode Pemecahan Masalah Integer Programming. *Jurnal at-Taqaddum*, 211-226.

Penulis. (2022). Pengolahan data pabrik tempe dengan metode grafik dan branch and bound.

Sari Devi Purba dan Faiz Ahyaningsih. (2020). INTEGER PROGRAMMING DENGAN METODE BRANCH AND BOUND DALAM OPTIMASI JUMLAH PRODUK.