

Penerapan Metode Branch and Bound dalam Optimalisasi Produk Mebel pada Mitra Mebel Jepara Kuneru Kabupaten Belu

Selviana Lotu^{1*}, Fried Markus Allung Blegur², Oktovianus R. Sikas³, Ebenhaiser Liunokas⁴

^{1*,2,3,4} Matematika, Universitas Timor,

selvilotu@gmail.com^{1*}, allung.friedblegur@gmail.com², oktosikas@gmail.com³, ebenliunokas@gmail.com⁴

ABSTRACT

As time goes by, competition in the industrial world is increasing. Every business applies economic principles, namely that with a little effort or capital you can generate large profits. This economic problem is in accordance with the optimization problem, namely maximizing and minimizing costs or profits with the capacity of existing resources to obtain optimal results. Integer linear programming (ILP) is a special linear programming model for solving problems where the value of the decision variable must be an integer for optimal solution. The aim of this research is [1] To find out how to use the (ILP) model in solving production problems at the Jepara Furniture Partners company, [2] To find out how to use the Branch and Bound method to determine the number of maubelair products that must be produced every month by the Jepara Furniture Partners company. [3] To find out the number of maubelair products that must be produced every month by the Jepara Furniture Partners company to obtain maximum profits. The method used is the Branch and Bound method applied to the problem of optimizing furniture products at the Jepara Kuneru Furniture Partner Company, Belu Regency. Data was obtained through interviews, where the author conducted questions and answers with furniture owners to obtain the data studied in this research. The calculation process resulted in 20 units of beds, while for tables, chairs, buffets and two-door cupboards 0 with a profit of Rp. 4,070,000:-.

Key words: optimization, linear programming, Integer linear programming, branch and bound method, furniture production.

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman membuat persaingan di dunia industri semakin meningkat. Setiap bisnis melakukan prinsip ekonomi, yaitu dengan sedikit usaha atau modal mampu menghasilkan keuntungan yang besar. Masalah ekonomi ini sesuai dengan masalah optimasi yaitu memaksimumkan dan meminimumkan biaya atau keuntungan dengan kepasitas sumber daya yang ada untuk mendapatkan hasil yang optimal. Program linear bilangan bulat (ILP) adalah model program linear khusus untuk menyelesaikan masalah dimana nilai variabel keputusan harus merupa bilangan bulat (*integer*) untuk penyelesaian optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah [1] Untuk mengetahui cara menggunakan model (ILP) dalam menyelesaikan masalah produksi pada perusahaan Mitra Mebel Jepara, [2] Untuk mengetahui cara menggunakan metode *Branch and Bound* untuk menetukan jumlah produk maubelair yang harus diproduksi setiap bulan oleh perusahaan Mitra Mebel Jepara. Dan [3] Untuk mengetahui jumlah produk maubelair yang harus diproduksi setiap bulan oleh perusahaan Mitra Mebel Jepara untuk memperoleh keuntungan maksimum. Metode yang digunakan ialah metode *Branch and Bound* diterapkan pada masalah optimasi produk mebel yang ada pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara Kuneru Kabupaten Belu. Data diperoleh melalui wawancara, dimana Penulis melakukan Tanya jawab dengan pemilik mebel untuk mendapatkan data yang diteliti, dalam penelitian ini. Proses perhitungannya memperoleh hasil maubelair tempat tidur sebanyak 20 unit sedangkan untuk meja, kursi, buffet, dan lemari dua pintu 0 dengan memperoleh keuntungan sebesar Rp. 4.070.000:-.

Kata Kunci: Optimasi, Linear Programming, integer linear programming, Metode *Branch and Bound*, Produksi Mebel.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman membuat persaingan di dunia industri semakin meningkat. Dengan munculnya berbagai perusahaan industri baru, persaingan didunia industri semakin ketat. Setiap bisnis berusaha menjadi yang terdepan dalam mencapai tujuan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dengan sumber daya yang tersedia. Setiap bisnis melakukan prinsip ekonomi, yaitu dengan sedikit usaha atau modal mampu menghasilkan keuntungan yang besar. Masalah ekonomi ini sesuai dengan masalah optimasi yaitu memaksimumkan biaya atau keuntungan dengan kepasitas sumber daya yang ada untuk mendapatkan hasil yang optimal (Septianauli,2019).

Program linear (LP) adalah cara terbaik untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan menentukan terlebih dahulu fungsi tujuan dalam bentuk persamaan linear untuk meminimumkan atau memaksimumkannya. Untuk menyelesaikan masalah alokasi sumber daya, program linear sering digunakan (Sitorus,1997). Program linear menyelesaikan banyak masalah, termasuk program dinamis, persoalan transportasi, persoalan penugasan, dan program bilangan bulat (ILP).

Program linear bilangan bulat (ILP) adalah model program linear khusus untuk menyelesaikan masalah dimana nilai variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat (*integer*) untuk penyelesaian optimal. Ada banyak metode yang digunakan untuk menyelesaikan ILP, seperti grafik, eliminasi, substitusi, dan metode *Branch and Bound*.

Metode branch and bound digunakan untuk menyelesaikan masalah (ILP) dengan variabel keputusan bilangan bulat (*integer*), dengan cabang atas dan cabang bawah untuk masing-masing variabel keputusan yang masih bernilai pecahan. Dengan demikian metode ini dianggap lebih efektif dari pada metode lain dalam menemukan solusi optimal untuk masalah integer programming (Aritonang,2013).

Perusahaan Mitra Mebel Jepara berada di Jalan A.Beremau RT/RW 011/004 Kecamatan Kota Atambua, Kelurahan Manumutin, Perusahaan ini membuat berbagai jenis maubelair termasuk lemari, tempat tidur, kursi, buffet, meja dan lainnya. Karena semakin banyak perusahaan mebel yang beroperasi di Kabupaten Belu, Mitra mebel jepara perlu membuat keputusan yang tepat dan menentukan berapa banyak mebel yang harus diproduksi dengan memanfaatkan sumber daya yang terbatas untuk menghasilkan hasil yang paling besar. Untuk mempercepat perputaran modal, keputusan ini harus dibuat agar setiap maubelair yang diproduksi dapat dijual dari pada disimpan di dalam gudang untuk waktu yang lama.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara Di JLN A. Beremau RT/RW 011/004, Kecamatan Kota Atambua, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

2. Jenis Penelitian

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah penelitian terapan, dimana metode *Branch and Bound* diterapkan pada masalah optimasi produk mebel yang ada pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara Kuneru Kabupaten Belu.

3. Jenis Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa biaya produksi, harga jual tiap produk, dan banyaknya setiap jenis bahan baku yang digunakan untuk produksi, meja, buffet, tempat tidur dan lemari dua pintu. Data diperoleh melalui wawancara, dimana Penulis melakukan Tanya jawab dengan pemilik mebel untuk mendapatkan data yang diteliti, dalam penelitian ini.

4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam penyelesaian persoalan dan perhitungan pada masalah optimasi produk mebel adalah:

- a. Mengambil data penelitian dari pemilik perusahaan mitra mebel jepara (data biaya produksi, harga jual tiap produk dan bahan baku) pada perusahaan mitra mebel jepara.

- b. Menentukan model dalam pemecahan masalah yaitu model integer linear programming.
- c. Menyelesaikan masalah ILP menggunakan metode branch and bound.
- d. Menyelesaikan menggunakan *software* POM-QM untuk dibandingkan dengan solusi manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Perusahaan

Perusahaan Mitra Mebel Jepara merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan maubelair seperti kursi, meja, lemari, buffet, tempat tidur dan lain sebagainya dengan bahan bakunya dari kayu jati, vernis, sekrup, kaca, dan lem kayu. Usaha mebel tersebut merupakan kegiatan membeli dan menjual kembali barang dengan membeli batang kayu jati lalu diolah menjadi perabotan rumah tangga dengan tujuan untuk mendapatkan nilai jual dan keuntungan.

Perusahaan Mitra Mebel Jepara ini banyak memproduksi maubelair yang sesuai permintaan dari konsumen yang diantaranya adalah kursi, meja, lemari, pintu, buffet, tempat tidur dan lain sebagainya. Dalam proses produksi dimulai dari proses pembuatan, pemasaran dan pengiriman produk oleh pemilik perusahaan. Kegiatan produksi di Perusahaan Mitra Mebel Jepara menggunakan beberapa mesin sederhana, dalam menghasilkan produk yang diinginkan serta satu karyawan yang telah ditetapkan dalam setiap bagiannya.

Tahapan Proses Produksi

Tahapan proses produksi maubelair pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara mulai dari bahan baku mentah sampai dengan bahan jadi, untuk menjaga kesetian pelanggannya, Perusahaan Mitra Mebel Jepara sangat mengutamakan kualitas dari produk dan melakukan proses pemisahan terhadap bahan baku yang akan dipakai untuk menghasilkan maubelair yang diproduksinya sehingga pelanggan mendapatkan maubelair yang benar-benar berkualitas tinggi. Berikut ini adalah proses pembuatan maubelair pada perusahaan mitra mebel jepara.

1. Persiapan bahan baku

Pada proses persiapan dilakukan pengeringan kayu selama 14 hari. Perusahaan Mitra Mebel Jepara juga mempersiapkan beberapa bahan baku lainnya seperti lem, vernis, sekrup dan kaca.

2. Tahap pengelolahan

Pada tahap pengelolahan bahan baku yang siap diproduksi di perusahaan mitra mebel jepara adalah papan kayu jati dipotong, dirapikan, dan dilubangi menggunakan beberapa mesin, yaitu mesin potong, mesin skaf, mesin bor, mesin pahat, mesin parata, dan mesin gorinda.

3. Tahap praktikan

Pada tahap praktikan ini di mana kayu jati yang sudah dipotong dan dibor sesuai dengan pola dan akan dirakit atau disesuaikan dengan model yang diinginkan oleh konsumen. Dibagian praktikan digunakan 2 jenis mesin yaitu mesin bor dan mesin profil/router.

4. Penyelesaian akhir

Pada bagian ini semua kayu yang telah dirakit akan diampas atau dihaluskan pada semua permukaan kayu yang telah disatukan akan difernis untuk memprindah warna kayu. Dibagian terakhir ini digunakan mesin kompressor untuk proses penyelesaiannya.

5. Jam kerja dan jumlah tenaga kerja

Jam tenaga kerja dari pukul 08.00 pagi, istirah pukul 13.00 dilanjut lagi kerja pukul 14.00 sampai pukul 17.00, kalau lembur sampai pukul 19.00 malam atau pukul 20.00 malam. Dalam bagian produksi adalah tenaga kerja yang berkaitan langsung dengan proses produksi Perusahaan Mitra Mebel Jepara. Jumlah tenaga kerja bagian produksi ada 2 orang selama 8 jam per hari.

6. Jam kerja mesin

Jam kerja mesin disesuaikan dengan jam tenaga kerja. Perusahaan mitra mebel memiliki beberapa mesin diantaranya Mesin Skaf, Mesin potong, Mesin Bor, Mesin Profil, Mesin Pahat, Mesin Gorinda, Mesin perata/amplas, dan Mesin kompressor

7. Jenis-jenis produk

Jenis produk yang diproduksi di Perusahaan Mitra Mebel Jepara yaitu Meja belajar, Kursi, Buffet, Tempat tidur dan Lemari dua pintu.

Pengumpulan Data Hasil Produksi

Data yang dihasilkan pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara menggunakan bahan baku untuk memproduksi meja, kursi, buffet, tempat tidur, dan lemari dua pintu. Berdasarkan standar pemakaian yang telah ditetapkan kebutuhan bahan baku sekali produksi Perusahaan Mitra Mebel Jepara adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan Bahan Baku Meja

Tabel 4.1 Kebutuhan Bahan Baku Meja Belajar

No.	Bahan baku	Satuan	Ketersedian	Biaya
1.	Papan	Lembar	15	200.000
2.	Lem	Kg	½	8.000
3.	Vernis	Kg	½	35.000
4.	Sekrup	Dos	1	11.000
Total				254.000

2. Kebutuhan Bahan Baku Kursi

Tabel 4.2 Kebutuhan Bahan Baku Kursi

No.	Bahan baku	Satuan	Ketersedian	Biaya
1.	Papan	Lembar	5	100.000
2.	Lem	Kg	¼	4.000
3.	Vernis	Kg	¼	17.500
4.	Sekrup	Dos	½	5.500
Total				127.000

3. Kebutuhan bahan baku buffet

Tabel 4.3 kebutuhan bahan baku buffet

No.	Bahan baku	Satuan	Ketersedian	Biaya
1.	Papan	Lembar	30	600.000
2.	Lem	Kg	1	16.000
3.	Vernis	Kg	1	70.000
4.	Sekrup	Dos	5	55.000
5.	Kaca	Lembar	2	100.000
Total				841.000

4. Kebutuhan Bahan Baku Tempat Tidur

Tabel 4.4 Kebutuhan Bahan Baku Tempat Tidur

No	Bahan baku	Satuan	Ketersedian	Biaya
1.	Papan	Lembar	10	200.000
2.	Lem	Kg	½	8.000
3.	Vernis	Kg	½	35.000
4.	Sekrup	Dos	1	11.000
Total				254.000

5. Kebutuhan Bahan Baku Lemari Dua Pintu

Tabel 4.5 Kebutuhan Bahan Baku Lemari Dua Pintu

No	Bahan baku	Satuan	Persedian	Biaya
1.	Papan	Lembar	20	400.000
2.	Lem	Kg	1	16.000
3.	Vernis	Kg	1	70.000
4.	Sekrup	Dos	4	44.000
5.	Kaca	Lembar	1	50.000
Total				580.000

6. Kebutuhan Waktu Produksi

Lamanya waktu produksi maubelair pada perussahan mitra mebel dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Kebutuhan Waktu Produksi

No.	Produksi	Lama Produksi (jam)
1.	Meja	2
2.	Kursi	1
3.	Buffet	24
4.	Tempat tidur	5
5.	Lemari	16

7. Kepasitas Produk

Tabel 4.7 Kapasitas Produksi

No.	Jenis Produk	Jumlah Unit
1.	Meja	5
2.	Kursi	20
3.	Buffet	4
4.	Tempat tidur	8
5.	Lemari	8

8. Ketersedian Bahan Baku

Tabel 4.8 Rata-rata persedian bahan baku dalam satu bulan

No.	Bahan baku	Ketersedian	Satuan
1.	Papan kayu	240	Lembar
2.	Lem	10	Kg
3.	Vernis	10	Kg
4.	Sekrup	20	Dos
5.	Kaca	25	Lembar

9. Estimasi Keuntungan Produk, Biaya, Dan Upah

Perusahaan telah memperkirakan bahan baku untuk memproduksi meja, kursi, buffet, tempat tidur, dan lemari dua pintu dalam satu kali penjualan produk dan telah menetapkan harga jual untuk setiap jenis produk, sehingga perusahaan tersebut memiliki estimasi keuntungan untuk satu kali penjualan produk. Perhitungan tentang estimasi keuntungan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.3.9 Estimasi Keuntungan Produk, Biaya, Dan Upah (Rupiah)

Maubelair	Harga Jual	Biaya Bahan Baku	Biaya Listrik	Upah	Keuntungan
Meja	700.000	354.000	33.750	120.000	192.250
Kursi	200.000	127.000	11.250	50.000	11.750
Buffet	2.000.000	841.000	67.500	250.000	841.500
Tempat tidur	600.000	254.000	22.500	120.000	203.500
Lemari dua pintu	1.500.000	580.000	45.000	200.000	675.000

Model Integer Linear Programming

Pada bagian ini akan disajikan formulasi Model *Integer Linear Programming* (ILP) untuk menentukan produksi meja, kursi, buffet, tempat tidur, dan lemari dua pintu di perusahaan mitra mebel jepara yang memberikan keuntungan maksimal. Untuk membangun model ILP tersebut, dapat dilihat pada langkah-langkah yang sebagaimana disajikan dalam Bab 2 halaman 9.

1. Menentukan Variabel Keputusan

Perusahaan mitra mebel jepara memiliki 5 jenis produk oleh karena itu varibel-variebel keputusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- x_1 = banyaknya Meja yang harus diproduksi
- x_2 = banyaknya Kursi yang harus diproduksi
- x_3 = banyaknya Buffet yang harus diproduksi
- x_4 = banyaknya Tempat tidur yang harus diproduksi
- x_5 = banyaknya Lemari dua pintu yang harus diproduksi

2. Menentukan Fungsi Tujuan

Model Integer Linear Programming yang akan dibangun memiliki tujuan untuk memaksimalkan total keuntungan dari setiap produksi maubelair. Berdasarkan Tabel 4.9 maka formulasi fungsi

tujuan yang didapat adalah sebagai berikut:

Maksimumkan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5 \quad (1)$$

3. Menentukan Fungsi Kendala

Tabel persedian bahan baku, tabel kepasitas produksi, tabel komposisi bahan baku, tabel waktu produksi, dan biaya listrik untuk membantu dan membuat fungsi kendal. berikut fungsi kendalanya.

a. Kendala bahan baku papan kayu

$$15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 \leq 240 \quad (2)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian bahan baku kayu untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, dan lemari dua pintu adalah sebanyak 240 lembar kayu.

b. Kendala bahan baku Lem kayu

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 \leq 10 \quad (3)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian bahan baku lem untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, lemari dua pintu, adalah sebanyak 10 kg.

c. Kendala bahan baku vernis

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + 1x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 \leq 10 \quad (4)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian bahan baku vernis untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, lemari dua pintu, adalah sebanyak 10 kg.

d. Kendala bahan baku Sekrup

$$x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 \leq 20 \quad (5)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian bahan baku sekrup untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, lemari dua pintu, adalah sebanyak 20 dos.

e. Kendala bahan baku kaca

$$2x_3 + x_5 \leq 25 \quad (6)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian bahan baku kaca untuk pembuatan buffet, lemari dua pintu, adalah sebanyak 25 lembar.

f. Kendala Waktu produksi

$$2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 \leq 240 \quad (7)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian waktu untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, dan lemari dua pintu, adalah sebanyak 240 jam.

g. Kendala biaya produksi

$$354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 \leq 15.000.000 \quad (8)$$

Kendala yang menunjukkan kepasitas persedian biaya produksi untuk pembuatan meja, kursi, buffet, tempat tidur, lemari dua pintu, adalah sebanyak Rp.15.000.000;-

h. Kendala kapasitas

Kendala kapasitas adalah kendala yang didapatkan dari banyaknya produk yang diproduksi dalam satu bulan yaitu:

1. Kendala kepasitas produksi meja

$$x_1 \leq 8 \quad (9)$$

2. Kendala kepasitas produksi kursi

$$x_2 \leq 20 \quad (10)$$

3. Kendala kapasitas produksi buffet

$$x_3 \leq 4 \quad (11)$$

4. Kendala kapasitas produksi tempat tidur

$$x_4 \leq 6 \quad (12)$$

5. Kendala kapasitas produksi lemari dua pintu

$$x_1 \leq 8 \quad (13)$$

i. Kendala permintaan produksi

Kendala permintaan produksi adalah kendala yang didapatkan dari produk yang di produksi dalam waktu satu bulan.

1. Kendala permintaan produksi meja

$$x_1 \geq 2 \quad (14)$$

2. Kendala permintaan produksi kursi

$$x_2 \geq 2 \quad (15)$$

3. Kendala permintaan produksi buffet

$$x_3 \geq 1 \quad (16)$$

4. Kendala permintaan produksi tempat tidur

$$x_4 \geq 2 \quad (17)$$

5. Kendala permintaan produksi lemari dua pintu

$$x_5 \geq 1 \quad (18)$$

j. Kendala nonnegatif

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in \text{integer positif}$$

Sehingga model formulasi secara lengkap persoalan jumlah produksi yang optimal dari produk yang dihasilkan pada Mitra Mebel Jepara adalah sebagai berikut.

Model *ILP* secara lengkap adalah sebagai berikut:

Maksimumkan:

Fungsi tujuan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

Dengan fungsi kendala:

$$15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 \leq 240$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 \leq 10$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 \leq 10$$

$$x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 \leq 20$$

$$2x_3 + x_5 \leq 25$$

$$2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 \leq 240$$

$$354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 \leq 15.000.000,$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in \mathbb{Z}^+$$

Menyelesaikan ILP dengan Menggunakan Metode *Branch And Bound*

Penyelesaian masalah integer linear programming dengan menggunakan metode branch and bound dapat diawali dengan pemeriksaan penyelesaian optimal dengan menggunakan metode eliminasi dan substitusi sebagai berikut:

1. Submasalah 1:

Maksimumkan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

Dengan fungsi kendala:

$$15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 \leq 240$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 \leq 10$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 \leq 10$$

$$\begin{aligned}
 & x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 \leq 20 \\
 & 2x_3 + x_5 \leq 25 \\
 & 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 \leq 240 \\
 & 354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 \leq 15.000.000 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in \mathbb{Z}^+
 \end{aligned}$$

Dengan mengeliminasi x_2 dan x_4 dari persamaan (2) dan (3) sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned}
 & 15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 = 240 |x1 \\
 & \underline{\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 = 10} |x20 \\
 & 15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 = 240 \\
 & \underline{10x_1 + 5x_2 + 10x_3 + 10x_4 + 10x_5 = 200} - \\
 & \quad 5x_1 + 20x_3 + 10x_5 = 40
 \end{aligned} \tag{19}$$

Eliminasi x_1 , x_2 dan x_4 dari persamaan (4) dan (5) sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned}
 & x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 = 20 |x1 \\
 & \underline{\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 = 10} |x2 \\
 & \quad x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 = 20 \\
 & \underline{x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 2x_3 + x_4 + 2x_5 = 20} - \\
 & \quad \quad 3x_3 + 2x_5 = 0
 \end{aligned} \tag{20}$$

Eliminasi x_1 dan x_2 dari persamaan (5) dan (7) sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned}
 & 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 = 240 |x1 \\
 & \underline{x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 = 20} |x2 \\
 & \quad 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 = 240 \\
 & \underline{2x_1 + x_2 + 10x_3 + 2x_4 + 8x_5 = 40} - \\
 & \quad \quad 14x_3 + 3x_4 + 8x_5 = 200
 \end{aligned} \tag{21}$$

Eliminasi x_5 pada persamaan (6) dan (20) diperoleh nilai x_3

$$\begin{aligned}
 & 2x_3 + x_5 = 25 |x2 \\
 & \underline{3x_3 + 2x_5 = 0} |x1 \\
 & \quad 4x_3 + 2x_5 = 25 \\
 & \underline{3x_3 + 2x_5 = 0} - \\
 & \quad \quad x_3 = 50
 \end{aligned}$$

Subtitusikan nilai $x_3 = 50$ ke persamaan (6) sehingga diperoleh nilai $x_5 = -75$. Subtitusi nilai x_3 dan x_5 ke persamaan (19) sehingga diperoleh nilai $x_1 = -42$

Subtitusi nilai x_3 dan x_5 ke persamaan (21) sehingga diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}
 & 14x_3 + 3x_4 + 8x_5 = 200 \\
 & 14(50) + 3x_4 + 8(-75) = 200 \\
 & 700 + 3x_4 + (-600) = 200 \\
 & 700 - 600 + 3x_4 = 200
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 100 + 3x_4 &= 200 \\
 3x_4 &= 200 - 100 \\
 x_4 &= \frac{100}{3} \\
 x_4 &= 33,333
 \end{aligned}$$

Subtitusi nilai x_1, x_3, x_4 dan x_5 ke persamaan (7) sehingga diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}
 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 &= 240 \\
 2(-42) + x_2 + 24(50) + 5(33,333) + 16(-75) &= 240 \\
 -84 + x_2 + 1.200 + 166,665 - 1.200 &= 240 \\
 -84 + 1.200 + 166,665 - 1.200 + x_2 &= 240 \\
 82,665 + x_2 &= 240 \\
 82,665 + x_2 &= 240 \\
 x_2 &= 240 - 82,665 \\
 x_2 &= 157,335
 \end{aligned}$$

Sehingga solusi optimalnya adalah:

$$\begin{aligned}
 Z &= 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5 \\
 &= 192.250(-42) + 11.750(157,335) + 841.500(50) + 203.500(33,333) + 675.000(-75) \\
 &= -8.074.500 + 1.848.686,25 + 42.075.000 + 6.783.265,5 - 50.625.000 \\
 &= -7.988.348,25
 \end{aligned}$$

Berdasarkan penyelesaian di atas, diperoleh solusi optimalnya $x_1 = -42, x_2 = 157,335, x_3 = 50, x_4 = 33,333, x_5 = -75$, dan $Z = -7.988.348,25$. Karena masih ada dua variabel yang masih bernilai pecahan maka disini kita dipilih $x_2 = 157,335$ menjadi variabel untuk percabangan submasalah 2 dengan menambahkan kendala baru $x_2 \leq 157$ dan submasalah 3 dengan menambahkan kendala baru $x_2 \geq 158$ kemudian dicari solusi optimal dengan menggunakan metode subtitusi.

2. Submasalah 2: kendala $x_2 \leq 157$

Maksimumkan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

Dengan kendala:

$$\begin{aligned}
 15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 &\leq 240 \\
 \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 &\leq 10 \\
 \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 &\leq 10 \\
 x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 &\leq 20 \\
 2x_3 + x_5 &\leq 25 \\
 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 &\leq 240
 \end{aligned}$$

$$354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 \leq 15.000.000 \quad x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z^+$$

$$\begin{aligned}
 x_2 &\leq 157 \\
 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 &= 240 \\
 2(0) + 157 + 24x_3 + 5(0) + 16(0) &= 240 \\
 157 + 24x_3 &= 240 \\
 x_3 &= \frac{240 - 157}{24} \\
 x_3 &= \frac{83}{24} \\
 x_3 &= 3,458
 \end{aligned}$$

Fungsi tujuan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

$$Z = 192.250(0) + 11.750(157) + 841.500(3,458) + 203.500(0) + 675.000(0)$$

$$Z = 1.844.750 + 2.909.907$$

$$Z = 4.754.657$$

Submasalah 2 memiliki $x_2 = 157$ (bilangan bulat) dan $x_3 = 3,458$ (bilangan pecahan) sehingga submasalah ini di cabangkan lagi.

3. Sumasalah 3: kendala $x_2 \geq 158$

Maksimumkan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

Dengan kendala:

$$15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 \leq 240$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 \leq 10$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 \leq 10$$

$$x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 \leq 20$$

$$2x_3 + x_5 \leq 25$$

$$2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 \leq 240$$

$$354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 \leq 15.000.000 \quad x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \in Z^+$$

$$x_2 \leq 158$$

$$2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 = 240$$

$$2(0) + 158 + 24(0) + 5x_4 + 16(0) = 240$$

$$158 + 5x_4 = 240$$

$$x_4 = \frac{240 - 158}{24}$$

$$x_4 = \frac{82}{5}$$

$$x_4 = 16,4$$

Fungsi tujuan

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

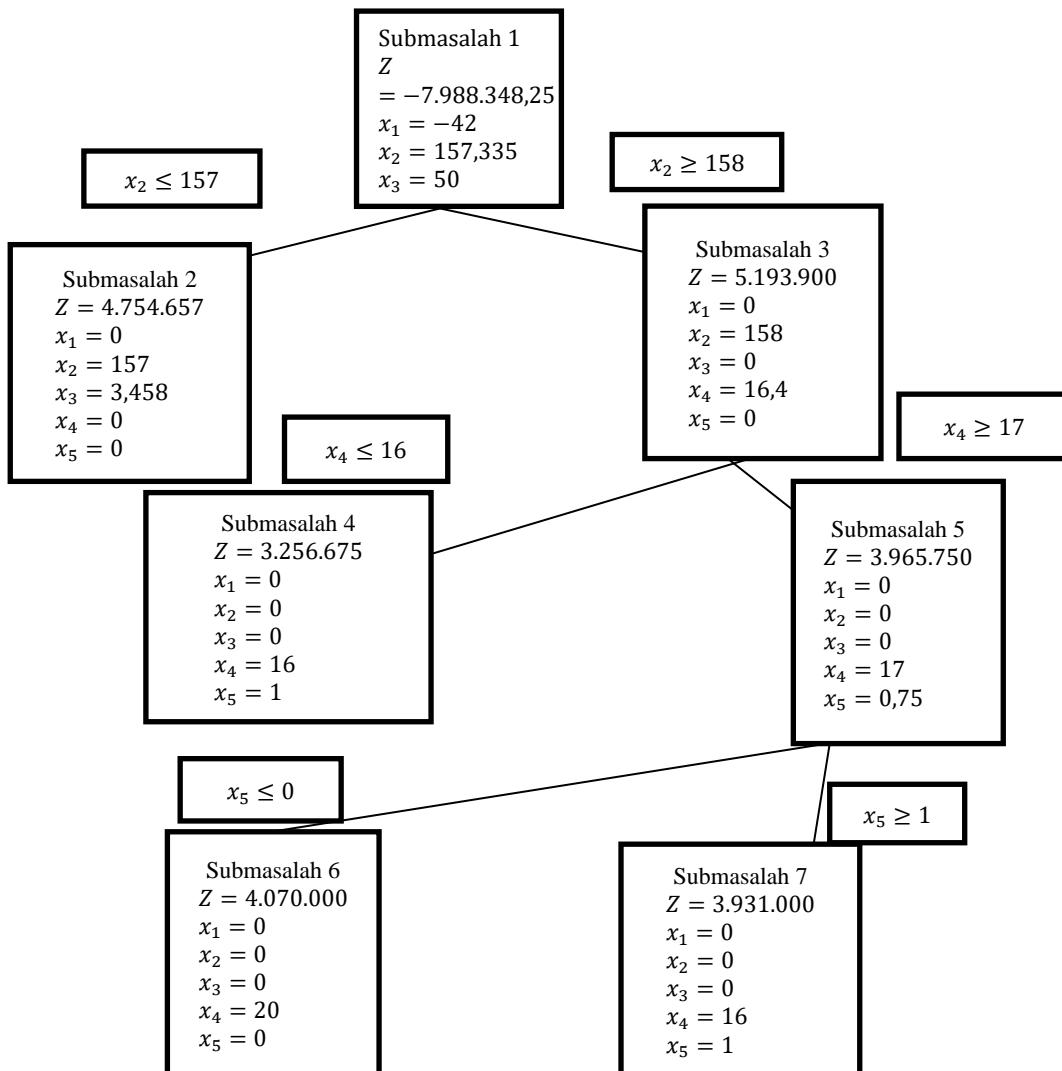
$$= 192.250(0) + 11.750(158) + 841.500(0) + 203.500(16,4) + 675.000(0)$$

$$= 1.856.500 + 3.337.400$$

$$= 5.193.900$$

Submasalah 3 memiliki $x_2 = 158$ (bilangan bulat) dan $x_4 = 16,4$ (bilangan pecahan) sehingga submasalah ini harus di cabangk

Diagram alir langkah-langkah penggerjaan metode *Branch And Bound* dari kasus di atas disajikan pada gambar berikut



Gambar 4.1 Diagram Alir Metode Branch and Bound

Hasil perhitungan dengan metode *Branch and Bound* didapatkan data sebagai berikut:

Submasalah 4, submasalah 6, dan submasalah 7 merupakan kandidat solusi optimal integer. Berdasarkan data diatas, untuk mencari nilai keuntungan maksimal dari produksi mebel diperlukan iterasi sebanyak 7 kali. Ketika menerapkan metode integer linear programming (ILP) maka hanya memberikan satu set solusi, di mana hasil optimal terdapat pada iterasi ke-6 dengan penambahan kendala yaitu $x_5 \leq 0$ sehingga diperoleh hasil $x_1 = x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 20$, dan $x_5 = 0$

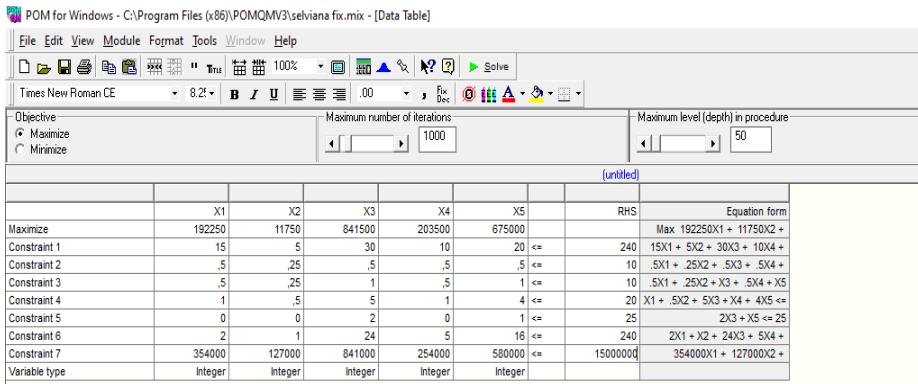
Kemudian memasukan variabel ke dalam fungsi tujuan:

$$\begin{aligned} Z &= 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5 \\ &= 192.250(0) + 11.750(0) + 841.500(0) + 203.500(20) + 675.000(0) = 4.070.000 \end{aligned}$$

Penyelesaian Menggunakan Software POM-QM

Berdasarkan model *Integer Linear Programming* diatas akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak *POM-QM for windows 3* tahapan yang dilakukan dalam memproses data dengan POM-QM yaitu sebagai berikut.

1. Kemudian data perusahaan mitra mebel jepara dimasukan kedalam kolom yang telah disediakan oleh *tools* dapat dilihat pada Gambar 4.5

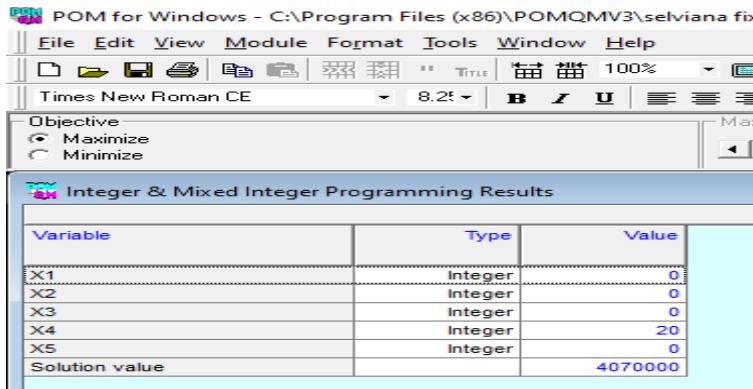


The screenshot shows the POM for Windows interface with the following data table:

	X1	X2	X3	X4	X5	RHS	Equation form
Maximize	192250	11750	841500	203500	675000		Max 192250X1 + 11750X2 +
Constraint 1	15	5	30	10	20	240	15X1 + 5X2 + 30X3 + 10X4 +
Constraint 2	.5	.25	.5	.5	.5	10	.5X1 + .25X2 + .5X3 + .5X4 +
Constraint 3	.5	.25	1	.5	1	10	.5X1 + .25X2 + X3 + .5X4 + X5 +
Constraint 4	1	.5	5	1	4	20	X1 + .5X2 + .5X3 + X4 + 4X5 <=
Constraint 5	0	0	2	0	1	25	2X3 + X5 <= 25
Constraint 6	2	1	24	5	16	240	2X1 + X2 + 24X3 + 5X4 +
Constraint 7	354000	127000	841000	254000	580000	1500000	354000X1 + 127000X2 +
Variable type	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer		

Gambar 4.5 Tampilan form masukan data produksi

- Lakukan klik tombol *solve* pada *tols* kemudian pilih menu *iteration results* setelah data selesai dimasukan, maka tools ini secara otomatis akan memberikan hasil solusi dari pecahan masalah perusahaan mitra mebel jepara dapat dilihat pada gambar 4.6.



The screenshot shows the POM for Windows interface with the following results table:

Variable	Type	Value
X1	Integer	0
X2	Integer	0
X3	Integer	0
X4	Integer	20
X5	Integer	0
Solution value		4070000

Gambar 4.6 Tampilan hasil solusi optimal

Berdasarkan gambar 4.6 diperoleh hasil akhir untuk mendapatkan keuntungan maksimum, produksi yang dilakukan dalam sebulan adalah produksi tempat tidur sebanyak 20 unit sedangkan untuk produksi meja, kursi, buffet, dan lemari dua pintu adalah 0 artinya tidak perlu diproduksi, untuk mencapai keuntungan yang optimal sebesar Rp. 4.070.000;-

Perbandingan Hasil Produksi Aktual dan pendapatan hasil optimasi *Branch and Bound*

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan di Perusahaan Mitra Mebel Jepara pada seorang pemilik mebel yang bernama Bapak Yohanes Nana, bahwa modal awal yang digunakan dalam membangun perusahaan mitra mebel jepara sebesar Rp 20.000.000,- pada perusahaan mitra mebel jepara hanya memproduksi perabotan rumah tangga yang terbuat dari papan kayu seperti meja, kursi, buffet, tempat tidur, lemari dua pintu, dan lain sebagainya. Pengeluaran untuk belanja bahan baku sekali produksi dalam sebulan sebesar Rp. 15.000.000,-

Sebelum menggunakan metode branch and bound keuntungan yang diperoleh dari perusahaan mitra mebel jepara perbulannya sebesar Rp. 3.500.000,- setelah menggunakan metode branch and bound keuntungan yang optimal sebesar Rp. 4.070.000,- dengan demikian dapat diperoleh selisih yang signifikan dari penghasilan sebelum dan sesudah menerapkan perhitungan dengan menggunakan metode *Branch and Bound* sebesar Rp. 570.000,-

Keuntungan yang didapatkan dari perusahaan mitra mebel sudah cukup membaik namun terdapat permasalahan yang tidak ada variansi hasil produksi. Penyebab dari permasalahan ini adalah didalam model tidak ada kendala yang memungkinkan atau yang bisa memiliki pengaruh kuat terhadap produksi yang relatif. Oleh karena itu model perlu di modifikasi dengan menambahkan beberapa kendala yang dapat berpengaruh terhadap variasi. Kendala-kendala yang dapat ditambahkan adalah kendala kapasitas dan kendala permintaan. Modifikasi model akan dinyatakan pada sub bab berikut.

Modifikasi Model

Berdasarkan persamaan 8 sampai persamaan 15 dimodifikasi dengan menambahkan kendala kapasitas dan kendala permintaan pada tabel 4.7 dan 4.9.

Maksimumkan:

$$Z = 192.250x_1 + 11.750x_2 + 841.500x_3 + 203.500x_4 + 675.000x_5$$

Dengan fungsi kendala:

$$\begin{aligned} 15x_1 + 5x_2 + 30x_3 + 10x_4 + 20x_5 &\leq 240 \\ \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_5 &\leq 10 \\ \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + x_3 + \frac{1}{4}x_4 + x_5 &\leq 10 \\ x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 5x_3 + x_4 + 4x_5 &\leq 20 \\ 2x_3 + x_5 &\leq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 24x_3 + 5x_4 + 16x_5 &\leq 240 \\ 354.000x_1 + 127.000x_2 + 841.000x_3 + 254.000x_4 + 580.000x_5 &\leq 15.000.000 \\ x_1 &\leq 8 \\ x_2 &\leq 20 \\ x_3 &\leq 4 \\ x_4 &\leq 6 \\ x_5 &\leq 8 \\ x_1 &\geq 2 \\ x_2 &\geq 2 \\ x_3 &\geq 1 \\ x_4 &\geq 2 \\ x_5 &\geq 1 \end{aligned}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z^+$$

Penyelesaian model ILP di atas menggunakan Software POM-QM dapat menghasilkan solusi optimal seperti pada tabel Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Modifikasi Model

No.	Jenis produk	Permintaan	Hasil optimasi	Kapasitas
1.	Meja	2	4	8
2.	Kursi	2	2	20
3.	Buffet	1	1	4
4.	Tempat tidur	2	6	6
5.	Lemari dua pintu	1	1	8

Berdasarkan hasil modifikasi dengan menambahkan kendala kapasitas dan kendala permintaan diperoleh hasil optimal yaitu produk meja sebanyak 4 unit yang melebihi permintaan sebanyak 2 unit meja, 2 unit kursi, 1unit buffet, 6 unit tempat tidur yang melebihi sebanyak 4 unit tempat tidur, dan 1 unit lemari dua pintu, dengan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 3.530.000. selain itu, modifikasi juga dapat dibandingkan dengan keuntungan aktual yang paling rendah yaitu sebesar Rp. 2.750.000, maka selisinya adalah Rp. 780.000.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *ILP* melalui metode *Branch and Bound* terhadap permasalahan pada Perusahaan Mitra Mebel Jepara. Proses perhitungannya memperoleh hasil maubelair tempat tidur sebanyak 20 unit sedangkan untuk meja, kursi, buffet, dan lemari dua pintu 0 dengan memperoleh keuntungan sebesar Rp. 4.070.000:-. Artinya untuk mendapatkan keuntungan maksimal sebesar Rp.

4.070.000;- maka perusahaan mitra mebel jepara sebaiknya memproduksi maubelair tempat tidur sebanyak 20 unit. Adapun selisih antara pendapatan aktual dan setelah optimasi sebesar Rp. 570.000;- Keuntungan yang didapatkan dari perusahaan mitra mebel sudah cukup baik namun terdapat permasalahan yang tidak ada variasi hasil produksi. Penyebab dari permasalahan ini adalah didalam model tidak ada Kendala yang memungkinkan atau yang bisa memiliki pengaruh kuat terhadap produksi yang relatif. Oleh karena itu model ILP perlu di modifikasi dengan menambahkan beberapa kendala yang dapat berpengaruh terhadap variasi.

Berdasarkan hasil modifikasi yang sudah dilakukan dengan menambahkan kendala kapasitas dan kendala permintaan diperoleh hasil optimasi dengan menggunakan software POM-QM, mendapatkan produk meja sebanyak 4 unit yang melebihi permintaan sebanyak 2 unit meja, 2 unit kursi, 1unit buffet, 6 unit tempat tidur yang melebihi sebanyak 4 unit tempat tidur, dan 1 unit lemari dua pintu, dengan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 3.530.000. selain itu, modifikasi juga dapat dibandingkan dengan keuntungan aktual yang paling rendah yaitu sebesar Rp. 2.750.000, maka selisinya adalah Rp. 780.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Alao, Esther, 2013. *Strategic Decision Making, Balanced Scorecard Profitability: Issues And Challenges*. International Journal Of Accounting Research Vol.1, No.1.
- Ardyarta David Pradana, 2013. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Industry Rumah Tangga Keripik Tempe Di Kabupaten Blora, Semarang: Skripsi.
- A.A. Anwar Prabu Mangkunegara, 2007. Manajemen Sumber Daya Manusia, Cetakan Ke Tujuh PT. Remaja Rosdakarya, Bandung
- Ambar Teguh Sulistiyan Dan Rosidah, 2013. Manajemen Sumber Daya Manusia, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Aritonang, 2013 " *Metode Branch and Bound*" Universitas Sumatera Utara,
- Angeline, Angeline, Iryanto Iryanto, and Gim Tarigan. "Penerapan *metode branch and bound* dalam menentukan jumlah produksi optimum pada cv. Xyz." *Saintia Matematika* 2.2 (2014): 137-145.
- Azzaroh, Fatimah. 2019. *Optimasi Keuntungan Produksi Usaha Meubel Di Kota Medan Dengan Program Linear (Studi Kasus: CV. Meubel Sahabat Baru)*. Diss. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,
- Azzahrha, Fatimah Khilaliyah, Rianita Puspa Sari, and Muhamad Dhika Rahma Fauzi. "Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Metode Branch and Bound dan Cutting Plane." *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)* 6.2 (2021): 175-184.
- Aminudin. 2005. Prinsip-Prinsip Riset Operasi. Jakarta : Erlangga.
- Haming dan nurnajamuddin. 2007. *Manajemen Produksi Modern*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hartono, W., (2014), Integer Programming Dengan Pendekatan Metode Branch And Bound Untuk Optimasi Sisa Material Besi (Waste), *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, Vol.2,No (2).
- Hotniar. 2005. *Seri Teknik Riset Operasional Pemograman Linier*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mulyono, Sri. 2004. Riset Operasi. Jakarta: Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Nurul, Hadawiyah. 2016. Analisis Kelayakan Industry Meubel Di Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat. Skripsi, Aceh Barat: Universitas Teuku Umar Meulaboh.
- Nur, Safara, Ulvinda M.2015. Optimasi Produksi Dengan Menggunakan Metode Grafis Untuk Menentukan Jumlah Produk Yang Optimal (Kasus Pada House Of Leather Bandung). *Skripsi*. Bandung. Universitas Islam Bandung
- Nur, Wa hyudin Dan Abdal, Nurul Mukhlisah. 2016. Penggunaan Metode Branch And Bound Dan Gomory Cut Dalam Menentukan Solusi Integer Linear Programming. *Jurnal Saintifi*.Vol.2(1).
- Supatimah, Sri Siti. *OPTIMASI KEUNTUNGAN DENGAN METODE BRANCH AND BOUND BERBANTUAN QM FOR WINDOWS (Studi Kasus Sentral Me Laundry)*. Diss. UIN Raden Intan Lampung, 2019.
- Sitorus. 1997. "program linear" Universitas Trisakti, Jakarta.

- Septinuali, Dewi. 2019 Apikasi Metode Branch And Bound And Cutting Plane Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Produksi Keripik Ubi Pada UD. Rezeki Baru. *Skripsi Sarjana Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara.*
- Suryawan, Gede, Ni Ketut Tari Tastrawati, and Kartika Sari. "Penerapan *branch and bound* algorithm dalam optimalisasi produksi roti." *E-Jurnal Matematika* 5.4 (2016): 148-155.
- Safitri, Elfira, Sri Basriati, and Hasyratul Najmi. "Penerapan Metode *Branch and Bound* dalam Optimalisasi Produk Mebel (Studi kasus: Toko Mebel di Jalan Marsan, Panam)." *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika* 5.1 (2020): 43-53.