

Jurnal Ilmiah

TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri

Perancangan Mesin 3D Printer dengan Metode Reverse Engineering
(Studi Kasus di Laboratorium Mekatronika dan Robotics Universitas Tarumanagara)
Frans Jusuf Daywin, Didi Widya Utama, Wilson Kosasih, Kevin William

Penentuan Setting Optimum pada Proses Heat Treatment untuk Meningkatkan
Kualitas Kekerasan Baja dengan Metode Taguchi
Maria Ulfah, Petro Ferro Ferdinant, Riska Apriliani

Model Integer Programming untuk Mengoptimalkan Perencanaan Produksi di UKM "X"
Achmad Alfian

Simulasi Proses Produksi Layout Lantai Produksi Pipa Baja Las Spiral AWWA C200
di PT Khi Pipe Industries
Dyah Lintang Trengganowati

Analisis Produktivitas Mesin Sheeting 3 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness
(OEE) pada Produksi Fiber Optic PT Voksel Electric Tbk.
Riana Magdalena, Amelia Pricilla Ginting

Pengembangan dan Pembuatan Prototype Dispenser untuk Kesehatan dengan
Pendekatan Ergonomi
Lithrone Laricha Saloman, Wilson Kosasih, Ricko, Alvan Prayogo, Joes Julius

Analisis Strategi dan Pengembangan Produk Unggulan pada Industri Kecil Menengah
Bahan Kaca di Malang
Purnomo, Rudy Setiawan, dan Felik Sad Wisnu

Analisis Kualitas Pelayanan Jasa Go-ride dengan Metode Kano dan Quality Function
Deployment Terhadap Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus PT Go-jek Indonesia)
Hermanto, Elitria Wiratmani

MODEL INTEGER PROGRAMMING UNTUK MENGOPTIMALKAN PERENCANAAN PRODUKSI DI UKM “X”

Achmad Alfian

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains & Teknologi
Universitas Katolik Musi Charitas
Jl. Bangau No.60, Palembang 30113
e-mail: a_alfian@ukmc.ac.id; alfian60@gmail.com

ABSTRAK

Model Integer programming (Model Programa Bilangan Bulat) merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai fungsi tujuan. Fungsi Tujuan dalam model ini ada 2, yaitu memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Penelitian ini dilakukan di UKM “X” dengan tujuan untuk mendapatkan jumlah produksi optimal agar didapatkan keuntungan maksimal. Karena UKM “X” masih berbentuk usaha kecil menengah, maka belum melakukan perhitungan untuk perencanaan produksi yang baik agar dicapai solusi untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Variabel keputusan yang diteliti adalah X_1 = Almari A, X_2 = Almari B, dan X_3 = Almari C dengan keuntungan masing-masing tiap produk adalah Rp.544.997,-, Rp.644.378,-, dan Rp.574.444,-. Hasil dari penelitian ini yang dilakukan dengan alat bantu software POM For Windows V3 menunjukkan bahwa produksi yang sebaiknya dilakukan oleh UKM “X” agar mendapatkan keuntungan maksimal adalah memproduksi Almari A = 28 buah, Almari B = 16 buah, dan Almari C = 27 buah dengan keuntungan yang didapat sebesar Rp. 41.079.950,-.

Kata kunci: Model, Programa Bilangan Bulat, Variabel, Maksimal.

ABSTRACT

Integer programming model is a mathematical method in allocating limited resources to achieve the objective function. The objective function in this model is 2, which is maximizing profits or minimizing costs. This research was conducted at UKM "X" with the aim of getting the optimal amount of production in order to obtain maximum profit. Because SME "X" is still in the form of small and medium businesses, it has not yet performed calculations for good production planning in order to achieve a solution to get maximum profit. The decision variables studied were X_1 = Cupboards A, X_2 = Cupboards B, and X_3 = Cupboards C with the advantages of each product being Rp.544,997, - Rp.644,378, - and Rp.574,444, -. The results of this study carried out with POM For Windows V3 software tools showed that the production that should be carried out by UKM "X" in order to get the maximum profit was producing cupboards A = 28 pieces, cupboards B = 16 pieces, and cupboards C = 27 pieces with a profit of Rp. 41,079,950.

Keywords: Model, Round Number Program, Variable, Maximum

PENDAHULUAN

Globalisasi diartikan sebagai proses dimana batas-batas suatu negara menjadi semakin sempit karena kemudahan interaksi antara negara baik berupa pertukaran informasi, perdagangan, teknologi, gaya hidup dan bentuk-bentuk interaksi yang lain [1]. Era globalisasi dengan persaingan yang ketat dan sulit, setiap perusahaan berlomba-lomba untuk menjadi yang terbaik di bidangnya dengan cara meningkatkan dan mengembangkan kinerja agar dapat mencapai efektifitas dan efisiensi dalam menjalankan produksi. Dalam dunia industri, perbandingan antara biaya produksi dengan harga jual sangat mempengaruhi daya saing di pasar. Biaya produksi sangat ditentukan oleh efisiensi dan perhitungan perbandingan input terhadap output dalam proses produksi [2].

Perencanaan produksi merupakan hal yang sangat penting bagi suatu usaha dalam menjalankan kegiatan produksi. Hal ini sangat dibutuhkan untuk mempertahankan eksistensi perusahaan dalam menghadapi persaingan yang semakin berat. Tujuan dari peningkatan efektifitas dan efisiensi dalam proses produksi adalah untuk mendapatkan keuntungan yang optimal dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Tentunya setiap

perusahaan selalu ingin mendapat keuntungan optimal, termasuk juga UKM "X". Suatu usaha yang baik adalah dapat melakukan perencanaan produksi yang dapat digunakan saat harga mengalami fluktuasi. Ketika harga bahan fluktuasi di luar perkiraan perusahaan dapat menutupi kekurangan tersebut sehingga kontinuitas perusahaan dapat selalu dipertahankan.

UKM "X" merupakan industri mebel yang memproduksi berbagai macam produk seperti meja, kursi, dan Almari (Lampiran Gambar Produk). Bahan baku utama UKM "X" ini adalah kayu, maka harus dilakukan perencanaan produksi yang baik agar dapat memanfaatkan sumber daya yang ada. Karena UKM "X" masih berbentuk usaha kecil menengah, maka belum dilakukan perencanaan produksi yang baik agar dicapai solusi untuk mendapatkan keuntungan yang optimal. Pemecahan masalah yang berkaitan dengan optimasi menggunakan Model *Integer Programming*.

TINJAUAN PUSTAKA

Programa Bilangan Bulat

Linear Programming (LP) merupakan salah satu teknik optimisasi yang paling banyak digunakan dan salah satu yang paling efektif di lingkungan Pertamina [3]. Prosedur solusi aljabar yang paling banyak digunakan untuk masalah pemrograman linier disebut metode simpleks, yang dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947 [4]. Program linier sering digunakan dalam menyelesaikan problem alokasi sumber daya [5]. Menurut Aminudin [6], program linier merupakan suatu model matematika untuk mendapatkan alternatif penggunaan terbaik atas sumber-sumber yang tersedia. Menurut Sitinjak [7], metode yang dapat digunakan untuk mencari solusi dari model program linier terbagi menjadi 2, yaitu: Metode Grafik dan Metode Simpleks.

Dalam beberapa kasus, variabel keputusan harus bernilai bulat, misalnya 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. Bentuk ini muncul karena dalam kenyataannya tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan.

Misalnya, jika variabel keputusan yang dihadapi adalah jumlah produk yang harus diproduksi untuk mencapai keuntungan maksimal, maka jawaban $10/3$ adalah sangat tidak mungkin karena kita tidak bisa memproduksi produk setengah-setengah. Dalam hal ini harus ditentukan, apakah akan menggunakan 3 atau 4 produk.

Menurut Siringoringo [8] pemrograman Linear bilangan bulat terdiri dari Metode Branch and Bound (cabang dan batas) adalah salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linear yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat. Sebuah program linear dengan persyaratan tambahan bahwa semua variabelnya merupakan bilangan bulat. Program bilangan bulat dibutuhkan ketika keputusan harus dilakukan dalam bentuk bilangan bulat (bukan pecahan yang sering terjadi bila kita gunakan program linear) [9]. Dalam masalah *integer programming*, jika model mengharapkan semua variabel basis bernilai *integer* (bulat positif atau nol), dinamakan *pure (all) integer programming*. Jika model hanya mengharapkan variabel-variabel tertentu bernilai *integer*, dinamakan *mixed integer programming*. Dan jika model hanya mengharapkan nilai nol atau satu untuk variabelnya, dinamakan *zero one integer programming* [10]. Model integer programming sebenarnya sama dengan model linear programming, dengan tambahan batasan variabelnya harus bilangan bulat/integer.

Terdapat 3 macam permasalahan dalam *integer programming* [11], yaitu:

- a) Pemrograman bulat murni, yaitu kasus dimana semua variabel keputusan harus berupa bilangan bulat.

- b) Pemrograman bulat campuran, yaitu kasus dimana beberapa, tapi tidak semua, variabel keputusan harus berupa bilangan bulat.
- c) Pemrograman bulat biner, kasus dengan permasalahan khusus dimana semua variabel keputusan harus bernilai 0 dan 1.

Model dari *integer programming* sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{Dengan kendala, } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$x_j \geq 0$$

x_j integer, untuk beberapa atau untuk semua $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Metode Pemecahan Program Bilangan Bulat

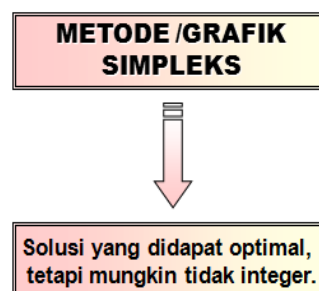
Adapun metode pemecahan program bilangan bulat ada 3 macam [10]:

- 1) Metode Grafis. Metode ini sama seperti metode pemecahan dalam program linier dalam bentuk grafis, namun dengan tambahan pembatas yakni variabel keputusan sebagian atau semua berupa bilangan bulat.
- 2) Metode *Round Off*. Metode ini memberikan cara konvensional atau kolot terhadap permasalahan program bilangan bulat, yakni melakukan pembulatan (*round off*) terhadap solusi optimal bila dimungkinkan
- 3) Metode *Branch-and-Bound*. Metode ini dilakukan dengan mengibaratkan suatu permasalahan sebagai pohon (*tree*), kemudian permasalahan tersebut dibagi atau dibuat percabangan (*branching*) ke dalam subset yang lebih.

METODE PENELITIAN

Pendekatan pembulatan dari solusi nilai pecahan dari program linier ini tetap memenuhi semua kendala dan menyimpang cukup jauh dari solusi bulat yang tepat. Model *Integer programming* (Gambar 1) merupakan teknik dari linier programming dengan tambahan persyaratan semua atau beberapa variabel bernilai bulat *non-negatif*.

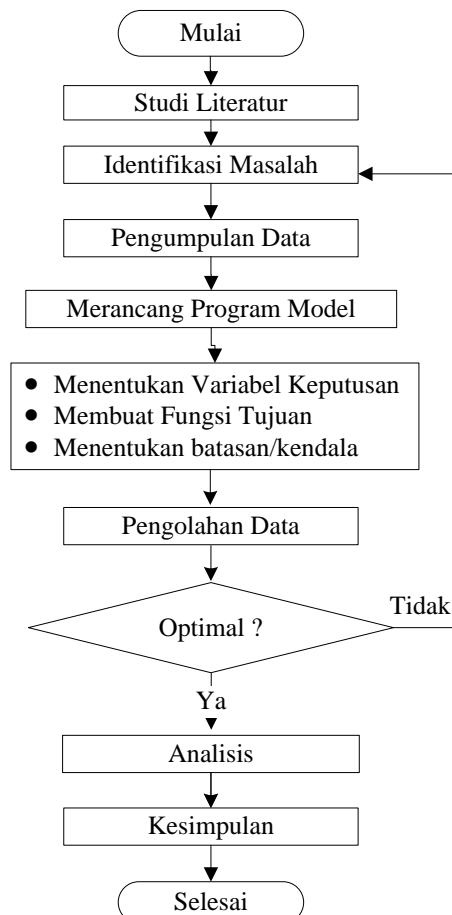
- 1) Selesaikan LP dengan metode grafik atau simpleks biasa. Jika solusi optimalnya berbentuk bilangan bulat maka pemecahan tersebut juga merupakan pemecahan optimal untuk program bilangan bulat. Selesai.
- 2) Jika masih ada bilangan pecahan, buatlah 2 sub problem bilangan bulat yang baru dengan cara memperluas formulasi (model) sebelumnya dengan kendala $X_j \leq i_1$ atau kendala $X_j \geq i_2$. Proses ini disebut percabangan (*branch*).
- 3) Ulangi langkah 1 dan 2.



Gambar 1. Model *Integer Programming*

Adapun beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian (Gambar 2) adalah sebagai berikut:

- 1) Studi Lapangan. Lokasi penelitian dilakukan di UKM “X”.
- 2) Identifikasi Masalah. Permasalahan yang diidentifikasi dalam kegiatan penelitian ini adalah membuat model *Integer Programming* dari persoalan yang dapat mempresentasikan sistem yang terjadi.
- 3) Merumuskan Tujuan Penelitian. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mengetahui rencana produksi yang ada UKM “X” dan bagaimana membuat model *Integer Programming* yang dapat mempresentasikan sistem yang terjadi.
- 4) Studi Pustaka. Studi pustaka diharapkan membantu penulis dalam menyelesaikan permasalahan dengan mengumpulkan berbagai teori dan konsep dari buku dan penelitian-penelitian yang sudah ada untuk dijadikan landasan berpikir.
- 5) Pengumpulan Data. Melakukan pengumpulan data jumlah kebutuhan bahan baku, jumlah persediaan langsung objek penelitian di tempat kerja dan lingkungan sekitar.
- 6) Membangun Model. Setelah mendapatkan informasi dan data-data didapat, maka dibangun model. Model yang telah dibangun akan memberikan abstraksi dengan elemen struktural dan operasi antar elemen yang membentuk sistem.
- 7) Menjalankan Program. Dalam tahap ini dilakukan serangkaian pengolahan data dengan bantuan menggunakan aplikasi POM For Windows V3.
- 8) Analisis. Data yang telah dikumpulkan dan diolah kemudian dianalisis untuk mengetahui jumlah rencana produksi, dan keuntungan yang didapat nantinya.
- 9) Kesimpulan. Isinya adalah jawaban dari apa yang menjadi permasalahan yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah.



Gambar 2. Flowchart Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data-data yang diperlukan selama penelitian, diantara data penjualan Tabel 1, data persediaan Tabel 2, data kebutuhan bahan baku Tabel 3, biaya produksi Tabel 4, waktu produksi Tabel 5, dan keuntungan profit Tabel 6.

Tabel 1. Data Penjualan UKM “X”

Bulan	Produk			Jumlah
	Almari A	Almari B	Almari C	
1	23	23	25	71
2	25	21	18	64
3	18	21	20	59
4	29	19	20	68
5	19	24	22	65
6	22	21	19	62
7	19	21	21	61
8	21	22	19	62
9	22	23	18	63
10	20	22	21	63
11	21	19	23	63
12	24	20	27	71
Rata-rata	21,92	21,33	21,08	64,33
Maksimum	29	24	27	71
Minimum	18	19	18	59

Tabel 2. Data Persediaan Bahan Baku

Bahan	Persediaan	Harga (Rp)
Kayu Akasia	12 m3	1.800.000
Paku 1”	25 kg	16.000
Paku 1,75”	75 kg	16.000
Paku 3”	25 kg	16.000
Engsel Piano 3,8 m (2 box)	760 m	3.158
Kaki	500 buah	2.750
Kunci No 101 (20 Lusin)	240 buah	2500
Endel (40 Lusin)	480 buah	1458
Kaca 95 cm x 30 cm	100 lembar	45000
Amplas No 80 (4 Rol)	200 m	10000
Lem Fox 850 gr (32 bks)	27,2 kg	18000
Spritus	40 kg	15/gr
Sirlak Emping	20 kg	55/gr
Pernis	30 ltr	45000
Tiner Cobra	15 ltr	29000

Tabel 3. Data Kebutuhan Bahan Produksi

Bahan	Almari A	Biaya (Rp)	Almari B	Biaya (Rp)	Almari C	Biaya (Rp)
Kayu Akasia	0,143	257.143	0,200	360.000	0,125	225.000
Paku 1”	0,1	1.600	0,2	3.200	1	1.600
Paku 1,75”	0,3	4.800	0,4	6.400	0,3	4.800
Paku 3”	0,1	1.600	0,1	1.600	0,1	1.600
Engsel Piano 3,8 m (2 box)	240	7.579	360	11.368	200	6.316
Kaki	4	11.000	4	11.000	4	11.000
Kunci No 101 (20 Lusin)	2	5.000	3	7.500	3	7.500
Endel (40 Lusin)	4	5.833	6	8.750	5	7.292
Kaca 95 cm x 30 cm	1	45.000	1	45.000	1	45.000
Amplas No 80 (4 Rol)	2	20.000	3	30.000	2	20.000
Lem Fox 850 gr (32 bks)	250	5.294	350	7.412	250	5.294
Spritus	400	6.000	600	9.000	400	6.000
Sirlak Emping	150	8.250	200	11.000	150	8.250
Pernis	0,5	22.500	0,6	27.000	0,5	22.500
Tiner Cobra	0,25	7.250	0,3	8.700	0,25	7.250

Tabel 4. Total biaya produksi per bulan

No	Jenis biaya	Biaya/bulan (Rp)
1	Bahan baku	38.245.000
2	Upah karyawan	16.200.000
3	Listrik	1.000.000
Total		55.445.000

Tabel 5. Data Waktu Produksi

Produk	Lama Produksi (Jam)
Almari A	8
Almari B	10
Almari C	8

Tabel 6. Keuntungan/Profit Per Produk

Produk	Harga Jual (Rp)	Biaya Bahan (Rp)	Upah (Rp)	Listrik (Rp)	Profit (Rp)
Almari A	1.200.000	408.849	207.692	38.462	544.997
Almari B	1.500.000	547.930	259.615	48.077	644.378
Almari C	1.200.000	379.402	207.692	38.462	574.444

Pembahasan

Membuat Model

Berdasarkan data yang diperoleh, maka langkah-langkah dalam memecahkan permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan variabel keputusan:

$$X_1 = \text{Almari A}$$

$$X_2 = \text{Almari B}$$

$$X_3 = \text{Almari C}$$

- 2) Menentukan variabel keputusan:

Menentukan fungsi tujuan dari permasalahan tersebut. Koefisien fungsi tujuan merupakan keuntungan dari setiap produk yang dihasilkan (Almari A, Almari B, dan Almari C).

Maksimumkan:

$$Z = 544.997 X_1 + 644.378 X_2 + 574.444 X_3 \quad (1)$$

- 3) Menentukan batasan atau kendala-kendala dari permasalahan tersebut.

Kendala dalam permasalahan ini merupakan penggunaan bahan baku dan biaya produksi. Kendala-kendala dapat dituliskan sebagai berikut:

Kayu	: 0,14 X ₁	+ 0,2 X ₂	+ 0,125 X ₃	≤ 12	}	
Engsel	: 240 X ₁	+ 360 X ₂	+ 200 X ₃	≤ 76000		
Waktu	: 8 X ₁	+ 10 X ₂	+ 8 X ₃	≤ 600		
Kaki	: 4 X ₁	+ 4 X ₂	+ 4 X ₃	≤ 500		
Kunci	: 2 X ₁	+ 3 X ₂	+ 3 X ₃	≤ 240		
Endel	: 4 X ₁	+ 6 X ₂	+ 5 X ₃	≤ 480		
Paku 1"	: 0,1 X ₁	+ 0,2 X ₂	+ 0,1 X ₃	≤ 25		
Paku 3"	: 0,1 X ₁	+ 0,1 X ₂	+ 0,1 X ₃	≤ 25		
Paku 1,75"	: 0,3 X ₁	+ 0,4 X ₂	+ 0,3 X ₃	≤ 75		
Kaca	: 1 X ₁	+ 1 X ₂	+ 1 X ₃	≤ 100		
Amplas	: 2 X ₁	+ 3 X ₂	+ 2 X ₃	≤ 200		
Lem	: 250 X ₁	+ 350 X ₂	+ 250 X ₃	≤ 27.200		
Spritus	: 400 X ₁	+ 600 X ₂	+ 400 X ₃	≤ 40.000		
Sirlak	: 150 X ₁	+ 200 X ₂	+ 150 X ₃	≤ 20.000		
Pernis	: 0,5 X ₁	+ 0,6 X ₂	+ 0,5 X ₃	≤ 40		
Tiner	: 0,25 X ₁	+ 0,3 X ₂	+ 0,25 X ₃	≤ 20		
Biaya	: 655.003 X ₁	+ 855.622 X ₂	+ 625.556 X ₃	≤ 65.000.000		
Maks X ₁	: X ₁			≤ 29		
Maks X ₂	:	X ₂		≤ 24		
Maks X ₃	:		X ₃	≤ 27		
X ₁ , X ₂ , X ₃	X ₃			≥ 0		

4) Model di Program POM For Windows V3

	X1	X2	X3	RHS	Equation form
Maximize	544997	644378	574444		Max 544997X1 + 644378X2 + 574444X3
Kayu	0.14	0.2	0.13	<= 12	.14X1 + .2X2 + .125X3 <= 12
Engsel	240	360	200	<= 76000	240X1 + 360X2 + 200X3 <= 76000
Waktu Proses	8	10	8	<= 600	8X1 + 10X2 + 8X3 <= 600
Kaki	4	4	4	<= 500	4X1 + 4X2 + 4X3 <= 500
Kunci	2	3	3	<= 240	2X1 + 3X2 + 3X3 <= 240
Endel	4	6	5	<= 480	4X1 + 6X2 + 5X3 <= 480
Paku 1	0.1	0.2	0.1	<= 25	.1X1 + .2X2 + .1X3 <= 25
Paku 3	0.1	0.1	0.1	<= 25	.1X1 + .1X2 + .1X3 <= 25
Paku 1.75	0.3	0.4	0.3	<= 75	.3X1 + .4X2 + .3X3 <= 75
Kaca	1	1	1	<= 100	X1 + X2 + X3 <= 100
Amplas	2	3	2	<= 200	2X1 + 3X2 + 2X3 <= 200
Lem	250	350	250	<= 27200	250X1 + 350X2 + 250X3 <= 27200
Spritus	400	600	400	<= 40000	400X1 + 600X2 + 400X3 <= 40000
Sirlak	150	200	150	<= 20000	150X1 + 200X2 + 150X3 <= 20000
Pernis	0.5	0.6	0.5	<= 40	.5X1 + .6X2 + .5X3 <= 40
Tiner	0.25	0.3	0.25	<= 20	.25X1 + .3X2 + .25X3 <= 20
Biaya	655003	855622	625556	<= 7E+07	655003X1 + 855622X2 + 625556X3 <= 6.5E+07
X1	1	0	0	<= 29	X1 <= 29
X2	0	1	0	<= 24	X2 <= 24
X3	0	0	1	<= 27	X3 <= 27
Variable type	Integer	Integer	Integer		

Tabel 7. Tabel Output

Variable	Type	Value
Almari A = X1	Integer	28
Almari B = X2	Integer	16
Almari C = X3	Integer	27
Solution value		41079950

Dari hasil pengolahan data menggunakan *software POM For Windows V3* didapatkan hasil (Tabel 7), yaitu jika UKM Mebel “X” memproduksi Almari A (X1) = 28, Almari B (X2) = 16, Almari C (X3) = 27, dan keuntungan (Z) = Rp 41.079.950,-. karena: $Z = Rp544.997 (28) + Rp644.378 (16) + Rp574.444 (27) = Rp 41.079.950,-$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengolahan data bahwa rencana produksi yang optimal dari UKM mebel “X” yang di dapat sebagai berikut:

- 1) Dari perhitungan manual dengan *software POM QM For Windows V3* diketahui bahwa produksi yang optimal adalah:
 - Memproduksi Almari A (X1) = 29 unit
 - Memproduksi Almari B (X2) = 16 unit
 - Memproduksi Almari C (X3) = 27 unit
- 2) Berdasarkan kendala yang ada didapat keuntungan maksimal sebesar Rp 41.079.950,-

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nurhaidah, M. Insyah Musa., 2016, Dampak Pengaruh Globalisasi Bagi Kehidupan Bangsa Indonesia, *Jurnal Pesona Dasar*, Vol. 3 No. 3, hal 1- 14.
- [2]. Windarti, Tantri., 2013, Pemodelan Optimalisasi Produksi Untuk Memaksimalkan Keuntungan Dengan Menggunakan Metode Pemrograman Linier, *Spektrum Industri*, 11 (2): 117-242
- [3]. Aji, Septi, Kusmaningrum, Fifi Herni M., 2014, Optimasi Keuntungan Menggunakan Linear Programming di PT Pertamina Refinery Unit (RU) VI Balongan, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03 (01).
- [4]. Mulyono, Sri., 2017, *Riset Operasi Edisi 2*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [5]. Sitorus, Parlin., 1997, *Program Linier*. Universitas Trisakti, Jakarta.

- [6]. Aminudin, 2005, *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- [7]. Sitinjak, T. J. R., 2006, *Riset Operasi: Untuk Pengambilan Keputusan Manajerial dengan Aplikasi Excel*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8]. Siringoringo, Hotnair., 2005, *Seri Teknik Riset Operasi. Pemrograman Linear*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9]. Dimiyati, Tjutju Tarlih, dan Ahmad Dimiyati., 2010, *Operations Research Model-Model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- [10]. Hamdy A. Taha., 1996, *Riset Operasi*. Binarupa Aksara, Jakarta.
- [11]. Hillier, F.S. and Lieberman, G.J., 1995, *Introduction to Operation Research*, Holden Day, Inc. USA.

LAMPIRAN GAMBAR PRODUK



Almari A



Almari B



Almari C