

Peramalan dan Optimasi Produksi pada Produksi Emas di PT. “X” menggunakan Metode *Mixed Integer Programming*

Zulfikar Cahya Gumilang^{1*}, Nurhadi Siswanto²

¹Program Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

²Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

E-mail:

¹zulfikarcahyaa@gmail.com, ²siswanto@ie.its.ac.id

ABSTRAK

PT. “X” adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang perhiasan emas. Produk yang dihasilkan berupa perhiasan kalung, gelang, cincin, liontin, anting, emas batangan dan koin baik berupa jenis polos maupun variasinya. Kontribusi keuntungan paling besar yang di dapat oleh PT. “X” berasal dari jenis kalung. Digunakan metode peramalan dengan memperhatikan tren data permintaan produk dari perusahaan ini yang kemudian hasil dari peramalan tersebut digunakan sebagai acuan untuk melakukan permodelan *Mixed Integer Programming*. Proses pemodelan tersebut dilakukan untuk melakukan optimasi dari segi perencanaan produksi dengan memperhatikan aspek aspek seperti permintaan kalung polos yang sudah ada, bahan baku emas dan juga kapasitas mesin. Hasil optimasi untuk periode Januari–Maret 2017 diketahui keuntungan yang didapat dari 8 model kalung polos tersebut adalah 44.091 Kg. Hasil analisis kepekaan menunjukkan Perubahan permintaan berdampak rata-rata 1.62 % pada keuntungan perusahaan untuk setiap perubahan 1 %. Penambahan bahan baku sebanyak 5 % memberikan keuntungan yang sama dengan penambahan bahan baku 10 % yaitu 0.18 %. Pengurangan kapasitas mesin sebesar 2.5 % dan penambahan kapasitas 5 % tidak memberikan perubahan terhadap keuntungan perusahaan.

Kata Kunci: Perhiasan Emas, Optimasi, *Forecasting*, *Mixed Integer Programming*

ABSTRACT

PT. “X” is a manufacturing gold jewelry company. Products produced in the form of jewelry necklaces, bracelets, rings, pendants, earrings, gold bars and coins in the form

of plain or types of variations. Contributed the most advantages in the can by PT. "X" derived from the type of necklace. Used methods of forecasting with the growing trend of product demand data from this company which then results of the forecasting used as reference for modeling Mixed Integer Programming. The modeling process is carried out to perform optimization in terms of production planning by considering aspects such as demand for existing plain necklaces, gold raw material and also the capacity of the machine. Optimization results for the period January-March 2017 known benefits of 8 models plain necklace is 44.091 Kg. The results of the sensitivity analysis shows the changes impacting demand an average of 1.62 % on company profits for every change of 1 %. The addition of raw materials as much as 5 % gives the same advantage with the addition of 10 % of raw material is 12.18 %. Reduction of engine capacity of 2.5 % and a capacity increase of 5 % does not give change on corporate profits

Keywords: Gold Jewelry, Optimization, Mixed Integer Programming, Forecasting

PENDAHULUAN

PT. "X" adalah perusahaan yang memproduksi perhiasan berbentuk gelang, cincin, kalung, anting dan emas 24 karat berbentuk koin dan batang, dimana hasil-hasil produksinya telah dipasarkan di dalam negeri sampai luar negeri. Bentuk perhiasan yang diproduksi tersebut juga dibedakan menjadi 2 bagian yaitu produk variasi dan polos. Jenis perhiasan yang selama ini mempunyai penjualan yang tinggi adalah jenis kalung. Penjualan Kalung variasi dan kalung polos selama ini memberikan kontribusi lebih dari 30 % dari total penjualan seluruh produk untuk setiap bulannya. Dapat dilihat pada tabel 1.1 adalah penjualan produk kalung jenis kalung polos. Terdapat 8 model kalung polos favorit yaitu KKP2226, KKP0121, KKP0117, KKP0281, KKP0277, KKP0096, KKP1267, KKP0283. Jumlah penjualan dari 8 model tersebut rata-rata lebih dari 10 % dari total penjualan keseluruhan produk yang terjual dari PT. "X" untuk setiap bulannya. Dalam pelaksanaan produksinya, PT. "X" saat ini dalam menentukan jumlah kalung yang akan diproduksi, PT. "X" memproduksi jumlah yang sama untuk model yang sama seperti tahun sebelumnya. Jadi akan ada kemungkinan mesin tidak digunakan untuk memproduksi ketika jumlah yang diproduksi sedikit. Dalam proses pembuatan kalung polos dibutuhkan waktu 4,8 hari untuk membuat model KKP2226, KKP0121, KKP0117, KKP0096, KKP1267 dan dibutuhkan waktu 5,8 hari untuk membuat model KKP0281, KKP0277 dan KKP0283

Tabel 1. Tabel Penjualan Model Kalung Polos dalam Kg Tahun 2016 PT. 'X'

Bulan/ Tahun	KKP 2226	KKP 0121	KKP 0117	KKP 0281	KKP 0277	KKP 0096	KKP 1267	KKP 0283
Januari	28,945	24,680	26,632	40,645	28,840	27,616	17,726	20,758
Februari	9,850	7,110	2,368	13,835	12,240	6,888	6,018	8,004
Maret	14,480	15,180	10,696	14,930	7,740	7,252	7,082	12,806
April	28,135	20,630	22,506	31,885	30,010	18,756	16,886	30,008
Mei	22,765	28,450	15,176	30,355	20,870	17,076	18,972	28,452
Juni	63,720	46,720	50,976	72,160	67,970	42,480	38,232	67,968
Juli	9,205	7,780	8,496	13,455	9,210	8,496	5,664	6,372

Bulan/ Tahun	KKP 2226	KKP 0121	KKP 0117	KKP 0281	KKP 0277	KKP 0096	KKP 1267	KKP 0283
Agustus	20,275	14,480	4,342	30,415	26,060	14,480	13,032	17,376
September	21,285	26,610	14,192	28,380	19,510	15,966	17,742	26,612
Oktober	34,640	43,300	23,096	46,190	31,750	25,984	28,872	43,308
Nopember	47,175	34,590	37,736	53,465	50,320	31,452	28,308	50,320

Sumber: Dept. *Marketing* PT. "X"

KAJIAN PUSTAKA

Proses Produksi Kalung Polos

Pada dasarnya bahan baku dalam produksi perhiasan adalah emas (Au), perak (Ag), tembaga (Cu) dan logam-logam lain sesuai kebutuhan. Komposisi dari logam-logam tersebut bisa disesuaikan terhadap permintaan. Pembuatan kalung polos menggunakan banyak mesin. Setiap tahap pembuatannya digunakan mesin yang berbeda. Dari 8 model kalung polos tersebut dibedakan dengan 2 jenis proses pembuatan yaitu, Milano dan Ita Santa.

Tabel 2. Jenis Proses Pembuatan Kalung Polos

Model	Jenis Proses	Model	Jenis Proses
KKP2226	MILANO	KKP0277	ITA SANTA
KKP0121	MILANO	KKP0096	MILANO
KKP0117	MILANO	KKP1267	MILANO
KKP0281	ITA SANTA	KKP0283	ITA SANTA

Tabel 3. Mesin untuk MILANO dan ITA SANTA

Mesin	MILANO	ITA SANTA
1	Lebur	Lebur
2	Rolling	Rolling
3	Pembuatan Rantai	Pembuatan Rantai
4	Patri	Kalibrasi - Samb
5	Bomber dan Glundung	Bomber dan Glundung
6	Patri BK	RA 2000
7	Bomber	Ice cutter
8	Hammering	SEPUH PUTIH 2CI
9	Ice cutter	LAZER

Metode Peramalan

Secara umum metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama, yaitu:

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan kualitatif pengembangannya berdasarkan estimasi subyektif dan opini para ahli

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang berdasarkan data kuantitatif masa lalu yang diperoleh melalui pengamatan nilai-nilai sebelumnya secara statistik dan matematis. Metode peramalan kuantitatif sendiri terbagi menjadi 2 (dua) metode, yaitu metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal (sebab-akibat). *Time Series* atau deret berkala adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu yang berjarak sama (mingguan, bulanan, tahunan). Metode *time series* adalah metode peramalan yang menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, dan biasanya digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku subyek. Menurut Hanke, dkk (2001) terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu:

a. Horizontal (*Stationary*)

Tipe data horizontal adalah ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data horizontal adalah *simple moving average*, *moving average*, *simple exponential smoothing*, dan *Box-Jenkins*.

b. Musiman (*Seasonal*)

Tipe data musiman ialah ketika pola data dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data musiman adalah *decomposition*, *Winter's exponential smoothing*, *multiple regression* dan *Box-Jenskina*.

c. Tren

Tipe data tren terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data tren adalah *linear moving average*, *Brown's linear exponential smoothing*, *Holt's linear exponential smoothing*, *simple regression* dan *exponential model*.

d. Siklus (*Cyclical*)

Tipe data siklus terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data siklus adalah *decomposition*, *economic indicators*, *econometric models*, dan *multiple regression*

Mean Absolute Deviation

Mean absolute deviation (MAD) merupakan suatu metode simple dan sangat berguna dalam memperoleh sinyal pelacakan (*tracking signals*). MAD merupakan nilai rata-rata dari error didalam sebuah peramalan dengan menggunakan nilai yang mutlak (absolut). MAD dihitung menggunakan perbedaan antara aktual permintaan dengan nilai peramalan. Perhitungan MAD dapat dilihat dibawah ini:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - \hat{F}_t|}{n} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

t = Periode perencanaan

- A = Aktual permintaan selama periode
F = Nilai peramalan selama periode
n = Jumlah periode peramalan

Integer Linear Programming

Integer Linear Programming pada dasarnya sama dengan metode *linear programming*, hanya terdapat tambahan fungsi pembatas yang memaksa agar variabel-variabel keputusan mempunyai nilai bilangan bulat. Ada tiga jenis model *integer linear programming*, yaitu:

- *Pure integer programming*
Pure integer programming digunakan jika semua variabel keputusan diharapkan mempunyai nilai berupa bilangan bulat.
- *Binary integer programming*
Binary integer programming digunakan jika semua variabel keputusan mempunyai nilai 0 yang berarti 'tidak' atau 1 'ya'.
- *Mixed integer programming*
Mixed integer programming digunakan jika variabel keputusan diharapkan ada yang mempunyai nilai *integer* dan ada nilai yang berupa pecahan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari 5 tahap, yaitu:

1. Identifikasi permasalahan dan pengumpulan data
2. Peramalan
3. Tahap pengembangan model
4. Pengolahan data
5. Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian

Identifikasi Masalah dan Pengumpulan Data

Mengingat banyaknya produk yang dimiliki oleh perusahaan, maka tahap awal yang perlu dilakukan adalah mengelompokkan jenis produk yang akan diamati. Dalam penelitian ini akan mengamati produk jenis kalung saja karena jenis produk dengan permintaan paling tinggi adalah produk jenis kalung polos. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari pembukuan perusahaan maupun dari hasil wawancara dengan para pegawai di perusahaan tersebut dan berupa:

- Harga pokok produksi
- Kapasitas Mesin
- Profit per produk
- Permintaan produk

Peramalan

Peramalan dilakukan untuk menentukan permintaan atau *demand* yang akan terjadi di beberapa periode kedepan. Jumlah permintaan produk yang ada tiap periodenya merupakan target yang harus dipenuhi untuk memaksimalkan keuntungan yang ada dengan mengambil data historis permintaan yang telah ada. Adapun tahap melakukan peramalan untuk permintaan produk kalung polos adalah sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi data penjualan produk perhiasan emas dari bulan Desember 2013–Nopember 2016.
2. Melakukan peramalan untuk kebutuhan permintaan/ *demand* untuk acuan data bulan

Januari 2017–Maret 2017.

Pengembangan Model

Untuk mendapat keputusan yang optimal dalam penyelesaian masalah digunakan model *mixed integer programming*. Adapun komponen utama dalam pengembangan model *mixed integer Programming* adalah sebagai berikut:

A. Index

Tabel 4. Index Penelitian

<i>Index</i>	Definisi
<i>K</i>	Kadar perhiasan yang akan diproduksi
<i>W</i>	Warna sepuh perhiasan yang diproduksi
<i>B</i>	Berat emas yang digunakan dalam perhiasan
<i>m</i>	Jenis model perhiasan yang diproduksi
<i>N</i>	Mesin yang digunakan dalam produksi
<i>T</i>	Bulan produk diproduksi

B. Parameter Penelitian

Tabel 5. Parameter Penelitian

Parameter	Definisi
C_{mkwbt}	Koefisien keuntungan untuk model $-m$ kadar $-k$ warna $-w$ berat $-b$ yang diproduksi pada bulan ke $-t$
K_t	Perubahan kurs pada bulan ke $-t$
F_m	Berat untuk setiap model $-m$
S_t	Total bahan baku emas pada bulan ke $-t$
Q_{mn}	Total kapasitas mesin ke $-n$ untuk membuat model $-m$
A_n	Total Kapasitas yang dimiliki mesin $-n$
D_{mkwbt}	Jumlah Permintaan untuk model $-m$ kadar $-k$ warna $-w$ berat $-b$ yang diproduksi pada bulan ke $-t$

C. Variabel Keputusan

Adapun variabel keputusan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

X_{mkwbt} = Jumlah Produk model $-m$ yang diproduksi dengan kadar $-k$ menggunakan warna $-w$ dengan berat $-b$ gram dan diproduksi untuk bulan ke $-t$.

Dimana:

k = Kadar perhiasan $-k$ yang akan diproduksi

w = warna sepuh $-w$ perhiasan yang diproduksi

b = berat emas $-b$ yang digunakan dalam perhiasan

m = Model perhiasan $-m$ yang diproduksi

t = Bulan t perhiasan diproduksi

D. Perumusan Fungsi Tujuan

Fungsi Tujuan dari penelitian ini adalah memaksimalkan *profit/* keuntungan dengan melakukan pemilihan produk dan jumlah yang akan diproduksi. Adapun formulasi fungsi tujuannya sendiri adalah sebagai berikut:

$$Max \sum \sum \sum \sum \sum C_{mkwbt} X_{mkwbt} - K_t X_{mkwbt} \dots \dots \dots (2)$$

E. Perumusan Fungsi Kendala

Kendala merupakan pembatas yang harus diperhatikan dalam penelitian ini, artinya untuk mencapai tujuan terdapat beberapa batasan-batasan yang tidak bisa dilanggar.

1. Pembatasan bahan baku emas

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * F_m \leq S_t, \forall t \dots \dots \dots (3)$$

2. Pembatasan kapasitas mesin

$$\sum_{m=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{w=1}^N \sum_{b=1}^N X_{mkwbt} * Q_{mn} \leq A_n, \forall m, t \dots \dots \dots (4)$$

3. Pembatasan Demand

$$X_{mkwbt} \geq D_{mkwbt}, \forall m, k, w, b, t \dots \dots \dots (5)$$

4. Pembatasan Integer

$$X_{mkwbt} = Integer \dots \dots \dots (6)$$

Pengolahan Data

Data-data yang sudah didapat dari tahap pengumpulan data kemudian diolah dengan bantuan suatu program. Pengolahan data permintaan dilakukan dengan metode peramalan, sehingga dapat digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan emas pada bulan bulan berikutnya. Pengolahan data untuk optimasi sendiri yang menggunakan *mixed integer Programming*. Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala dibuat, langkah berikutnya adalah memasukkan formulasi matematis tersebut kedalam program tersebut agar didapatkan solusi optimumnya.

Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian

Hasil yang didapat berupa angka-angka yang dapat dianalisis dan diterjemahkan kedalam bentuk yang lebih mudah dimengerti sesuai dengan kode-kode yang telah ditetapkan sebelumnya. *Outputnya* berupa jenis produk perhiasan mana saja yang disarankan untuk diproduksi beserta jumlah yang harus diproduksi dengan tujuan memaksimalkan keuntungan, yang disesuaikan dengan jumlah permintaan dari hasil peramalan sebelumnya. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data permintaan kalung polos dari bulan Desember 2013–Nopember 2016 maka dilakukan peramalan permintaan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

- Metode 1 : *Trend Analysis Linear*
- Metode 2 : *Trend Analysis Quadratic*

- Metode 3 : *Trend Analysis Exponential Growth*
- Metode 4 : *Trend Analysis S Curve*
- Metode 5 : *Moving Average*
- Metode 6 : *Single Exponential Smoothing*
- Metode 7 : *Double Exponential Smoothing*
- Metode 8 : *Winters Methode Multiplicative*
- Metode 9 : *Winters Methode Additiv*

Untuk menentukan metode yang paling sesuai diantara metode yang telah dihitung, digunakan metode simpangan rata-rata harga mutlak (*Mean Absolute Deviation*) yang disingkat MAD. Dari hasil perhitungan MAD metode yang diuji, maka dipilih metode dengan nilai MAD terkecil.

Tabel 6. Hasil Perhitungan MAD

Metode	Nilai MAD							
	KKP 2226	KKP 0121	KKP 0117	KKP 0277	KKP 0281	KKP 0096	KKP 1267	KKP 0283
1	2297	998	1297	818	2702	2044	1295	3550
2	2298	998	1297	819	2705	2047	1296	3551
3	2180	954	1314	799	2630	1998	1237	3408
4	2325	1065	1528	854	2826	2134	1390	3719
5	2125	968	1289	733	2770	1831	1177	3212
6	2414	1061	1318	856	2803	2141	1368	3760
7	2893	1123	1783	1043	3200	2604	1490	4165
8	2110	953	987	727	2593	1817	1168	2824
9	2126	938	1004	743	2565	1858	1166	2770
Metode Terpilih	Metode 8	Metode 9	Metode 8	Metode 8	Metode 9	Metode 8	Metode 9	Metode 9

Hasil Model Optimasi

Hasil optimasi jumlah produk kalung polos yang diproduksi pada masing-masing model produk untuk bulan Januari 2017–Maret 2017 dapat dilihat pada tabel 5.1. Jenis model yang diproduksi lebih dari jumlah hasil peramalan adalah model jenis KKP0277, KKP0281, KKP0096, KKP1267 dan KKP0283. Total keuntungan perusahaan dari masing masing model produk dapat dilihat pada tabel 5.2. Nilai keuntungan didapat dari jumlah yang diproduksi dikalikan dengan berat masing-masing

produk dikalikan koefisien keuntungan. Total keuntungan yang didapat dari 8 model produk kalung polos pada periode Januari 2017–Maret 2017 adalah 44091,1 Gram atau 44,091 Kg.

Analisis Sensitivitas

Dengan model yang telah dibuat, dilakukan analisis kepekaan terhadap perubahan satu atau lebih parameter-parameter yang mempengaruhi keuntungan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keandalan sistem/ model yang telah dibuat terhadap perubahan-perubahan pembatasnya.

A. Perubahan Jumlah permintaan

Perubahan permintaan dari 8 model produk kalung polos akan mempengaruhi keuntungan yang didapat perusahaan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7 Apabila terdapat perubahan permintaan, sistem masih mampu memenuhi kenaikan permintaan sebesar 3 %, tetapi keuntungan yang didapat turun. Jika kenaikan permintaan melebihi atau sama dengan 4 % maka kebutuhan tidak dapat dipenuhi oleh sistem. Ketika perubahan permintaan menjadi lebih sedikit maka keuntungan yang didapat akan bertambah.

Tabel 7. Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Permintaan

Perubahan Permintaan (%)	Keuntungan (Kg)	Perubahan Keuntungan (%)
-10	48.601	15.95
-5	46.485	7.98
1	43.376	-1,62
2	42.667	-3.23
3	42.009	-4.72
4	infeasible	-

B. Perubahan Bahan Baku Emas

Perubahan jumlah bahan baku yang tersedia diperusahaan akan berpengaruh terhadap keuntungan perusahaan seperti pada tabel 8 Pengurangan Persediaan bahan baku sebesar 40 % atau lebih tidak bisa dipenuhi oleh sistem. Pada tabel 8 ditunjukkan bahwa pengurangan bahan baku 30 % akan berdampak pada keuntungan perusahaan sebesar 9.21%. Ketika bahan baku emas ditambah sebesar 5 %, keuntungan perusahaan bertambah 0.18 % menjadi 44.884 Kg. Pada tabel juga ditunjukkan tidak terjadi peningkatan keuntungan ketika bahan baku emas ditambah sebesar 10 %.

Tabel 8. Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Baha Baku Emas

Perubahan Bahan Baku Emas (%)	Keuntungan (Kg)	Perubahan Keuntungan (%)
-40	<i>infeasible</i>	-

Perubahan Bahan Baku Emas (%)	Keuntungan (Kg)	Perubahan Keuntungan (%)
-30	40.030	-9.21
-10	43.588	-1.14
-5	44.091	-0.23
5	44.884	0.18
10	44.884	0.18

C. Perubahan Jumlah Kapasitas Mesin

Perubahan kapasitas mesin yang disediakan oleh perusahaan akan mempengaruhi keuntungan perusahaan seperti yang terlihat pada tabel 9. Pengurangan kapasitas mesin sebesar 12.5 % tidak mampu dipenuhi oleh sistem, ketika pengurangan kapasitas mesin dikurangi sebesar 10 % yang terjadi adalah keuntungan perusahaan menjadi 39.002 Kg atau mengalami penurunan sebesar 11.54 % dari total keuntungan awal yaitu 44.091 Kg. Penurunan kapasitas mesin sebesar 2.5 % atau lebih tidak mengakibatkan perubahan pada keuntungan perusahaan.

Tabel 9. Perubahan Keuntungan Akibat Perubahan Kapasitas Mesin

Perubahan Kapasitas Mesin (%)	Keuntungan (Kg)	Perubahan Keuntungan (%)
-12.5	<i>Infeasible</i>	-
-10	39.002	-11.54
-5	40.784	5.75
-2.5	44.091	0
5	44.091	0

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisa sensitivitas yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil peramalan untuk periode Januari–Maret 2017 permintaan pelanggan pada periode Januari ke Februari selalu turun untuk semua jenis model kecuali KKP0283. Penjualan akan naik ketika bulan Maret kecuali untuk model KKP0277 dan KKP0281.
2. Hasil Optimasi keuntungan kalung polos yang didapatkan oleh perusahaan dengan batasan-batasan yang dimiliki adalah sebesar 44.091 Kg selama periode Januari-Maret 2017.
3. Pada Perubahan Permintaan, perusahaan mampu mendapatkan keuntungan yang lebih banyak ketika terjadi pengurangan permintaan. Begitu juga sebaliknya, perusahaan akan mendapat keuntungan lebih sedikit ketika permintaannya bertambah. Perubahan permintaan berdampak 1.62 % pada keuntungan perusahaan untuk setiap perubahan 1 %.
4. Perubahan jumlah bahan baku emas berdampak cukup besar yaitu 9.21 % terhadap

keuntungan perusahaan ketika jumlah bahan baku dikurangi sebanyak 30 %. Penambahan bahan baku sebanyak 5 % memberikan keuntungan yang sama dengan penambahan bahan baku 10 % yaitu 0.18 %.

5. Perubahan kapasitas mesin berdampak pengurangan keuntungan sebesar 11.54 % ketika kapasitas mesin dikurangi 10 % dari kapasitas awal. Ketika pengurangan kapasitas mesin sebesar 2.5 % dan penambahan kapasitas 5 % tidak memberikan perubahan terhadap keuntungan perusahaan.

REFERENSI

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Dwi Wulandhari. (2015), *Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming*, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Raja Jayaraman & Cinzia Colapinto 2015. Multi-criteria model for sustainable development using goal programming applied to the United Arab Emirates. *International Journal of Production Economics*, 3, 447-454.
- Taylor, Bernard W. (2006). *Introduction to Management Science*, Ninth Edition. *Prentice Hall*
- Reay-Chen Wang & Tien-Fu Liang, 2005. Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning. *International Journal of Production economics* , 98, 328-341