

USULAN PENENTUAN TEKNIK *LOT SIZING* TERBAIK DENGAN MINIMASI BIAYA DALAM PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN KEBUTUHAN CANVAS EP 200 CONVEYOR BELT DI PT. XWZ

Lina Gozali, Andres, Rhio Handika

Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
e-mail: ligoz@ymail.com

ABSTRACT

Planning and inventory control is one important activities that must be considered in manufacturing industry. This aspect support the production planning, so it can be run effectively and production target can be achieved and the company get a benefit. This research focuses on planning and inventory control Canvas EP 200 for conveyor belt product in PT XWZ. The problems found in this research is a shortage of raw materials Canvas EP200 in the past and there is difficulty in determine the optimal safety stock quantity. The data used for this research are the sales data from January 2010 until September 2012 and inventory costs of canvas EP 200. The purpose for this research are forecasting the sales of product for 12 month periods, obtaining the best lotsizing techniques with lowest total cost of inventory based on probabilistic methods and determinisitc methods, and calculating the number of optimum safety stock quantity. Based on the data processing and analysis, showed the best forecasting method is Linear Regression with $MAD=4995,56$, $MSE= 37,166,628.64$, and $MAPE = 43,76\%$. The best lot sizing methods are Part Period Ballance, Least Total Cost, Least Unit Cost, Silver Meal, dan Wagner Within with a total cost of inventory is \$1,116,146.20 and optimum quantity of safety stock is 20 roll.

Keywords: *Forecasting, Lot Sizing, MRP, Safety Stock*

ABSTRAK

Perencanaan dan pengendalian bahan baku merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam suatu industri manufaktur. Aspek ini menunjang perencanaan produksi karena dengan mengatur aspek penting ini, fungsi perencanaan produksi dapat berjalan secara efektif sehingga kapasitas produksi dapat tercapai dan perusahaan mendapatkan keuntungan. Penelitian ini berfokus pada perencanaan dan pengendalian bahan baku canvas EP 200 produk conveyor belt di PT XWZ. Permasalahan yang terjadi adalah kekurangan bahan baku canvas EP 200 pada periode tertentu dan terjadi kesulitan dalam penentuan kuantitas persediaan pengaman yang optimum. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data penjualan periode Januari 2010 – September 2012. Data lain yang digunakan adalah data komponen biaya persediaan canvas EP 200. Langkah pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk meramalkan permintaan produk selama 12 bulan mendatang, mencari teknik lot sizing terbaik dengan nilai total biaya persediaan terendah berdasarkan metode probabilistik dan metode deterministik serta menentukan nilai persediaan pengaman yang optimum. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data, peramalan terbaik dengan metode Regresi Linear dengan nilai $MAD=4995,56$, $MSE=37,166,628.64$, $MAPE = 43,76\%$. Metode lot sizing terbaik menggunakan metode Part Period Ballance, Least Total Cost, Least Unit Cost, Silver Meal, dan Wagner Within dengan total biaya persediaan yang sama yaitu sebesar \$1,116,146.20 dan kuantitas persediaan optimum sebesar 20 roll.

Kata Kunci: *Peramalan, Lot Sizing, Perencanaan Kebutuhan Material, Persediaan Pengaman*

PENDAHULUAN

Produktivitas menurut Aulia Ishak merupakan pemanfaatan sumber daya yang efisien untuk menghasilkan barang atau jasa [1]. Ketersediaan bahan baku sebagai sumber daya sangat berpengaruh terhadap ketepatan waktu penyelesaian suatu produk. Penelitian ini dilaksanakan di PT. XWZ Divisi *Conveyor Belt*, khususnya pada perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku *canvas* EP 200 produk *conveyor belt*. Perusahaan pada saat ini sudah menggunakan sebuah sistem dalam perencanaan dan pengendalian bahan baku, namun masih terjadi kekurangan bahan baku *canvas* EP 200 pada periode tertentu. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sebuah solusi dalam perencanaan dan pengendalian kebutuhan *canvas* EP 200.

Permasalahan yang terjadi pada perusahaan ini adalah terjadinya kekurangan bahan baku *canvas* EP 200 pada periode tertentu dan adanya kesulitan dalam penentuan *safety stock canvas* EP 200.

Beberapa batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini antara lain yaitu a) Penelitian dilakukan di PT. XWZ Divisi *Conveyor Belt*, b) Penelitian dilakukan dengan melakukan wawancara, pengamatan langsung dan pengambilan data di perusahaan, c) Penelitian difokuskan pada perencanaan dan pengendalian *canvas* EP 200, d) Data yang digunakan pada penelitian ini adalah penjualan produk *conveyor belt* yang menggunakan *canvas* EP 200 periode Januari 2010 – September 2012, e) Metode peramalan yang digunakan adalah metode kuantitatif, yaitu; DMA (3x3,4x4,5x5), DES ($\alpha=0.2,0.4,0.6,0.8$), Regresi Linear. f) Biaya persediaan yang digunakan diasumsikan tetap selama periode, g) Kondisi mesin, peralatan, dan waktu pengiriman diasumsikan selalu baik, h) Metode *lot sizing* yang digunakan dalam penelitian adalah metode probabilistik dan

deterministik, i) Kapasitas gudang bahan baku tidak diperhitungkan.

Beberapa tujuan dari penelitian ini yaitu: a) Meramalkan permintaan produk 12 bulan mendatang, b) Menentukan teknik pemesanan (*lot sizing*) *canvas* EP 200 yang memiliki total biaya persediaan terendah pada periode hasil peramalan, c) Menentukan besar kuantitas *safety stock canvas* EP 200.

TINJAUAN PUSTAKA

Peramalan merupakan kegiatan mengestimasi sesuatu yang akan terjadi pada masa mendatang berdasarkan data di masa lampau. Dengan adanya hasil peramalan di masa mendatang, maka dapat ditentukan strategi yang tepat untuk perencanaan yang lebih lanjut. Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Penggunaan metode peramalan didasarkan analisa terhadap data histori.

Persediaan menurut Nasution adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut [2]. Persediaan menurut Sofjan Assauri adalah sebagai suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal, persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan/proses produksi, ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi [1].

Beberapa manfaat persediaan diantaranya adalah untuk memproteksi suatu ketidakpastian permintaan, mengantisipasi perubahan waktu pengiriman bahan baku, dan meminimasi total biaya persediaan.

Beberapa hal pokok dalam persediaan antara lain adalah permintaan produk, waktu tenggang (*lead time*), persediaan pengaman, dan titik pemesanan kembali. Hal-hal tersebut saling terintegrasi satu sama lain, sehingga sering menimbulkan masalah yang kompleks.

Teknik *lot sizing* menurut Fuad Ath Hary merupakan teknik untuk meminimalkan jumlah barang yang akan dipesan dan meminimalkan biaya persediaan [3]. Teknik *lot sizing* memperhatikan beberapa hal pokok seperti periode pemesanan, jumlah pemesanan, waktu tenggang, biaya simpan, dan biaya pesan dan Teknik *lot sizing* merupakan salah satu langkah dalam perencanaan dan pengendalian kebutuhan.

Teknik *lot sizing* dapat dilakukan dengan model deterministik dan model probabilistik. Kedua model ini dapat dilihat keefektifannya berdasarkan fungsinya dan total biaya persediaan yang harus dikeluarkan perusahaan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan kedua metode adalah rumus mencari total biaya persediaan. Berikut merupakan rumus total biaya persediaan

$$TC = \text{Biaya Pembelian} + \text{Biaya Pesan} + \text{Biaya Simpan} \dots\dots (1)$$

Model Probabilistik

Teknik *lot sizing* pada model probabilistik dapat dilakukan dengan cara pemesanan dengan kuantitas yang tetap (metode Q) dan pemesanan dengan periode yang tetap (metode P). Pada metode Q terdapat titik pemesanan kembali, sedangkan pada metode P terdapat periode pemesanan yang tetap. Berikut merupakan rumus-rumus yang digunakan pada metode probabilistik: [5]

1. Fixed Order Quantity Method (Metode Q)

Metode Q ini bertujuan untuk menghitung kuantitas pemesanan yang tetap. Berikut rumus dari kuantitas pemesanan yaitu:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

D : permintaan selama total periode

S : biaya pesan per sekali pesan

H : biaya simpan selama total periode

Reorder point (ROP) yaitu, titik jumlah pemesanan kembali. ROP berguna untuk mengetahui kapan suatu perusahaan mengadakan pemesanan. Titik Pemesanan kembali (*Reorder point*) dapat dihitung dengan perumusan seperti berikut:

$$R = dL + z\sigma_L \dots\dots (3)$$

Keterangan:

R : *reorder point*

$\bar{d}$: rata-rata permintaan per periode

L : waktu tenggang

σ_L : standar deviasi permintaan selama *lead time*

z : nilai kepercayaan terhadap tidak terjadinya *stockout*

Safety stock adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). *Safety stock* dapat dihitung dengan perumusan seperti berikut:

$$SS = z\sigma_L \dots\dots\dots (4)$$

2. Fixed Time Period Method (Metode P)

Metode P bertujuan untuk menghitung kuantitas pemesanan dengan periode yang tetap.

Berikut rumus dari kuantitas pemesanan yaitu:

$$q = d(T + L) + z\sigma_{T+L} - I \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

q : kuantitas pengorderan

T : periode pemesanan

L : waktu tenggang (*lead time*)

$\bar{d}$: kebutuhan rata-rata per periode

z : nilai kepercayaan terhadap tidak terjadinya *stockout*

σ_{T+L} : standar deviasi permintaan selama *lead time* dan periode pemesanan

I : sisa *inventory*

Model Deterministik

Teknik *lot sizing* pada metode deterministik dilakukan dengan beberapa metode, yaitu *Part period Balance*, *Lot for Lot*, *Least Total Cost*, *Silver Meal*, *Least Unit Cost*, dan *Wagner Within*. Berikut merupakan rumus-rumus dari metode deterministik: [8].

1. *Part period Balance*(PPB)

Part period Balance merupakan metode yang menghitung banyaknya jumlah persediaan pada suatu periode (*part period*) yang disebabkan oleh ukuran lot tentatif. Berikut rumus untuk menghitung *Economic Part Period*:

$$EPP = \frac{\frac{\text{OngkosSetUp}}{\text{pemesanan}} (S)}{\text{Ongkossimpanperunittiapperiode} (H)} \quad \dots(6)$$

Rumus untuk menghitung banyaknya jumlah persediaan pada suatu periode (*part period*) yang disebabkan oleh ukuran lot tentatif tertentu adalah sebagai berikut:

$$PP(L) = \sum_{t=T}^L [(t-T) \cdot dt] \quad \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

PP : part period (unit)

t : periode ke-**t**

T : periode awal dimana lot tentative mulai dihitung

L : periode terakhir yang kebutuhannya termasuk dalam lot tentative

dt : kebutuhan pada periode **t**

2. *Lot for Lot*

Lot for Lot merupakan metode yang mengadakan pemesanan di tiap sub periodenya.

3. *Least Total Cost*

Least Total Cost merupakan metode yang tujuannya menyeimbangkan biaya simpan dan biaya pesan. Besarnya biaya

simpan untuk masing-masing gabungan periode dapat dihitung dengan rumus.

Lot Size x Lama Penyimpanan x Biaya Simpan

Kemudian ditentukan gabungan periode berdasarkan kumulatif biaya simpan yang mendekati biaya pesan.

4. *Silver Meal*

Silver Meal merupakan metode yang tujuannya meminimasi total ongkos persediaan per periode. Berikut rumus untuk menghitung ongkos total per periode adalah:

$$\text{Costperperiode} = \frac{\text{OrderingCost} + \text{Cum. Inv. Cost}}{P}$$

$$\text{Costperperiode} = \frac{C + h \sum_{t=T}^L (t-T) R_k}{P} \quad \dots(8)$$

Keterangan:

C : biaya pesan

h : biaya simpan

R_k : kebutuhan pada periode **t**

t : periode ke - **t**

T : periode yang bersangkutan dimana penambahan pesanan mulai dihitung

P : jumlah periode yang kebutuhannya termasuk dalam penambahan pesanan

L : periode terakhir yang kebutuhannya termasuk dalam penambahan pesanan

5. *Least Unit Cost*

Least Unit Cost merupakan metode yang memperhatikan ongkos persediaan per satuan unit. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan metode *Least Unit Cost*:

$$U(L) = \frac{s + (h \sum_{t=T}^L [(t-dT)dt])}{J} \quad \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

s : ongkos pesan

h : ongkos simpan

dt : kebutuhan pada periode **t**

- T : periode awal dimana lot kumulatif mulai dihitung
 L : periode terakhir yang kebutuhannya termasuk dalam lot kumulatif
 J : jumlah lot kumulatif tiap periode
 t : periode ke- t

di periode c untuk memenuhi kebutuhan periode c sampai e .

- C : Ongkos pesan atau set up
 h : persentase ongkos simpan
 P : Ongkos pembelian per unit

METODOLOGI PENELITIAN

6. *Wagner Within*

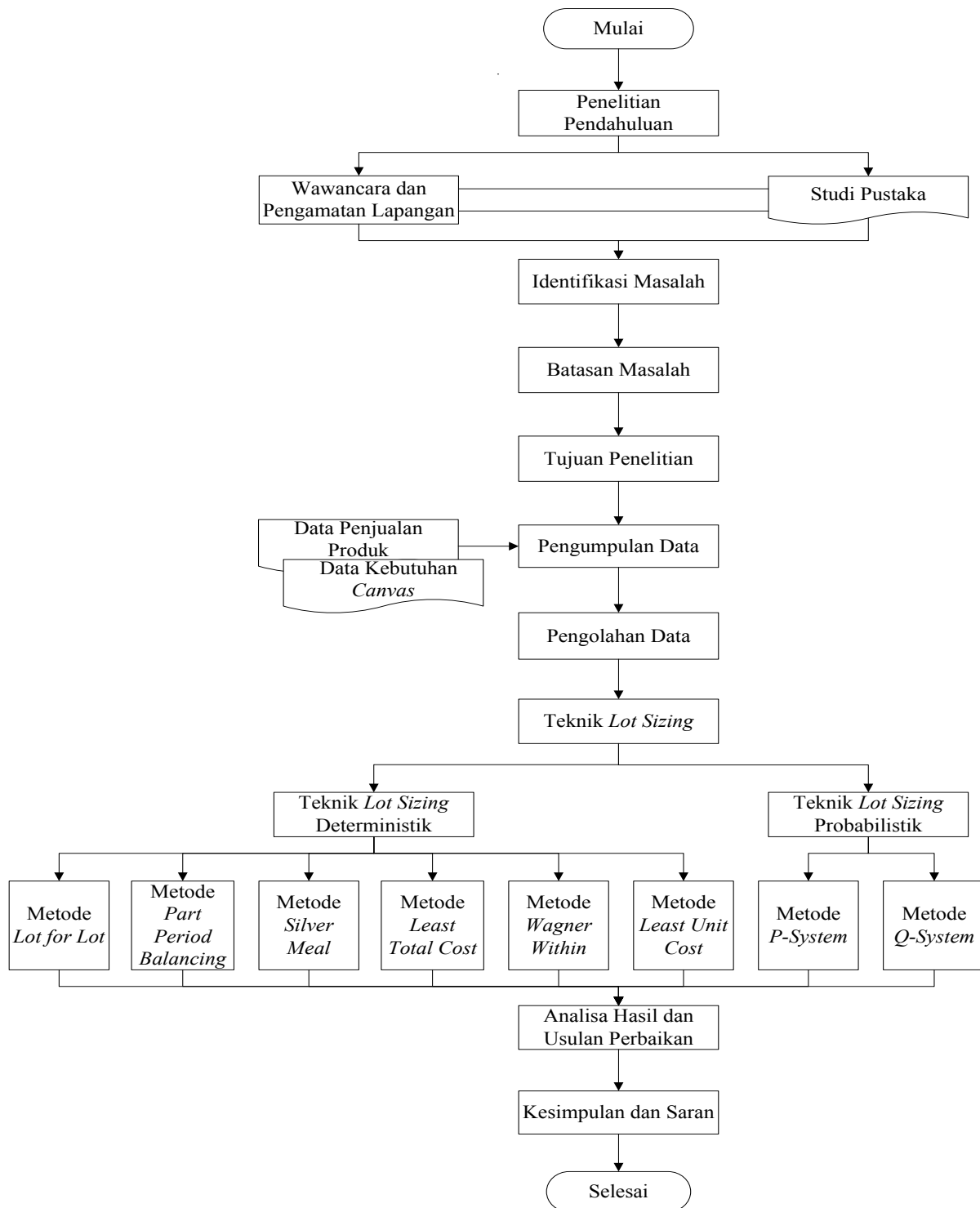
Metode *Wagner Within* merupakan metode yang meminimasi ongkos persediaan dengan menggunakan langkah matriks ongkos variabel. Berikut merupakan rumus matriks ongkos variabel total dari setiap alternatif pemesanan sepanjang N periode: [6]

$$Z_{ce} = C + hP \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \quad \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan: $1 \leq c \leq e \leq N$

Z_{ce} : Ongkos variabel total periode c sampai e jika membuat pesanan

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap yang harus ditentukan sebelum melaksanakan suatu penelitian, sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan terarah dan sistematis. Tahap-tahap dalam metodologi penelitian antara lain adalah penelitian pendahuluan, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan, pengujian normalisasi data, pengolahan data, analisa hasil dan usulan perbaikan hingga kesimpulan dan saran. Berikut tahap-tahap metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

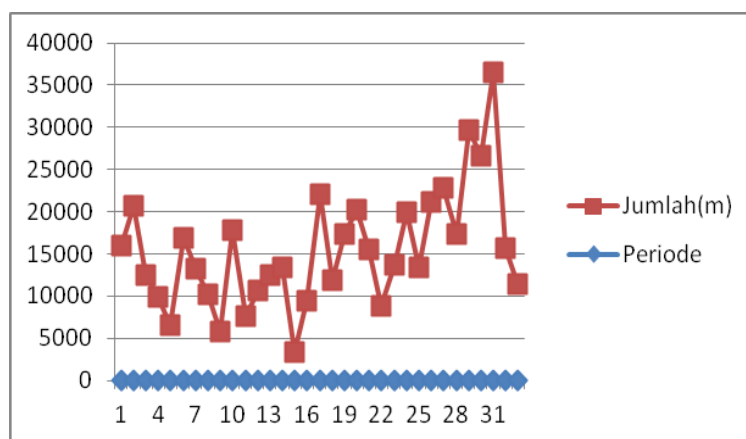
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan teknik *lot sizing* pada penelitian ini diawali dengan melakukan pengumpulan data historis penjualan pada periode Januari 2010 – September 2012 dan data sisa stok bahan baku *canvas* EP

200 pada akhir periode September. Stok bahan baku *canvas* EP 200 pada akhir September 2012 adalah 15 roll. Berikut dapat dilihat pada Tabel 1 merupakan data penjualan produk dan hasil plot data pada Gambar 2.

Tabel 1. Data Penjualan Produk

Tahun	Periode	Jumlah Produk (m)	Tahun	Periode	Jumlah Produk (m)
2010	Januari	16.042,80	2011	Juni	11.786,44
	Febuari	20.722,49		Juli	17.280,46
	Maret	12.464,22		Agustus	20.254,28
	April	9.940,65		September	15.542,44
	Mei	6.537,36		Oktober	8.825,00
	Juni	16.809,90		November	13.695,40
	Juli	13.197,35		Desember	19.875,54
	Agustus	10.164,45	2012	Januari	13.364,00
	September	5.846,00		Febuari	21.141,65
	Oktober	17.820,82		Maret	22.800,70
	November	7.541,82		April	17.296,20
	Desember	10.632,20		Mei	29.668,30
2011	Januari	12.540,00		Juni	26.616,00
	Febuari	13.365,90		Juli	36.534,70
	Maret	3.366,60		Agustus	15.587,40
	April	9.426,00		September	11.413,00
	Mei	22.023,20		Jumlah	510.123,60



Gambar 2. Plot Data Penjualan Produk

Komponen Biaya Persediaan

Berikut merupakan komponen biaya persediaan dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Biaya Persediaan

Biaya Persediaan	<i>Canvas</i> EP-200
Harga Bahan Baku/roll	\$2,474.55
Biaya Pesan/1x pesan	\$294.84
Biaya Simpan/roll/tahun	\$24.72

Hasil Perhitungan Parameter Peramalan

Setelah memperoleh data penjualan produk selama 33 bulan dan melakukan plot data, langkah yang dilakukan adalah melakukan peramalan menggunakan beberapa metode yang sesuai dengan analisa plot data histori. Berdasarkan plot data dapat dilihat bahwa data penjualan cenderung linear. Maka dilakukan peramalan menggunakan metode DMA, DES, Regresi Linear. Berikut merupakan hasil perhitungan parameter kesalahan.

Tabel 3. Parameter kesalahan peramalan

No	Metode	MAD	MSE	MAPE
1	DMA (3x3)	6,377.16	75,092,908.45	53.66
2	DMA (4x4)	6,075.98	65,424,927.66	49.00
3	DMA (5x5)	6,912.98	76,340,776.46	57.98
4	DES ($\alpha=0,2$)	5,606.06	47,676,373.88	46.35
5	DES ($\alpha=0,4$)	6,017.43	54,002,430.87	50.59
6	DES ($\alpha=0,6$)	6,480.06	59,581,034.45	53.87
7	DES ($\alpha=0,8$)	6,736.09	63,925,463.76	55.49
8	Regresi Linear	4,995.56	37,166,628.64	43.76

Berdasarkan tabel parameter kesalahan peramalan di atas, dapat dilihat bahwa metode regresi linear merupakan metode peramalan terbaik dengan nilai parameter kesalahan terkecil.

Perhitungan Kebutuhan *Canvas* EP 200

Berdasarkan pemilihan metode peramalan yang memiliki nilai parameter kesalahan terkecil, maka dapat dihitung kebutuhan *canvas* EP 200 pada periode hasil ramalan metode Regresi Linear. Penggunaan *canvas* EP 200 adalah kuantitas produk dikalikan dengan komposisi *canvas* pada produk, yaitu dikalikan dengan 1.02. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4 merupakan hasil perhitungan kebutuhan *canvas* EP 200.

Tabel 4 Perhitungan Kebutuhan *Canvas* EP 200

Tahun	Periode	Kuantitas Produk (m)	Kebutuhan (m)	Kebutuhan (roll; 1 roll=650m)
2012	Oktober	21399.69	21827.69	33.58 $\approx$ 34
	November	21749.19	22184.17	34.13 $\approx$ 35
	Desember	22098.68	22540.66	34.68 $\approx$ 35
2013	Januari	22448.18	22897.14	35.23 $\approx$ 36
	Februari	22797.67	23253.63	35.77 $\approx$ 36
	Maret	23147.17	23610.11	36.32 $\approx$ 37
	April	23496.66	23966.60	36.87 $\approx$ 37
	Mei	23846.16	24323.08	37.42 $\approx$ 38
	Juni	24195.65	24679.57	37.97 $\approx$ 38
	Juli	24545.15	25036.05	38.51 $\approx$ 39
	Agustus	24894.64	25392.53	39.07 $\approx$ 40
	September	25244.14	25749.02	39.61 $\approx$ 40

Perhitungan MRP Model Probabilistik

Total biaya persediaan dalam rupiah menggunakan nilai tengah 1 \$ = Rp.9650,00 yang berasal dari nilai kurs dollar pada tanggal 12 Desember 2012 [7]. Hasil perhitungan dengan menggunakan

metode *Fixed Order Quantity* (Metode Q) dan *Fixed-Time Period* (Metode P) untuk MRP *Canvas* EP 200 periode 12 bulan mendatang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Model Probabilistik

	Metode Q	Metode P
Kuantitas Pemesanan	84 roll	variatif
<i>Safety Stock</i>	20 roll	25 roll
<i>Reorder Point</i>	70 roll	-
Periode Pemesanan	-	1 bulan
Total Biaya Persediaan	\$ 1,250,089.66	\$ 1,217,622.88
Total Biaya Persediaan	IDR 12,063,365,220	IDR 11,750,060,790

Perhitungan MRP Model Deterministik

Berdasarkan hasil perhitungan, model deterministik menggunakan *safety stock* sebesar 20 roll. Total biaya

persediaan untuk MRP *Canvas* EP 200 periode 12 bulan mendatang menggunakan beberapa beberapa metode dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Total Biaya Persediaan Model Deterministik

Metode	Total Biaya Persediaan	
	\$	IDR
<i>Part Period Balance (PPB)</i>	1,116,146.20	10,770,810,830
<i>Lot For Lot (LFL)</i>	1,117,580.49	10,784,651,730
<i>Least Total Cost (LTC)</i>	1,116,146.20	10,770,810,830
<i>Silver Meal (SM)</i>	1,116,146.20	10,770,810,830
<i>Least Unit Cost</i>	1,116,146.20	10,770,810,830
<i>Wagner Within</i>	1,116,146.20	10,770,810,830

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, berikut merupakan beberapa kesimpulan yaitu: metode peramalan yang digunakan untuk meramalkan permintaan produk *conveyor belt* menggunakan *canvas EP 200* pada periode 12 bulan mendatang adalah Regresi Linear dengan nilai $MAD = 4995,56$, $MSE = 37,166,628.64$, $MAPE = 43,76\%$.

Berdasarkan hasil perhitungan metode-metode *lot sizing* pada model pengendalian persediaan, metode *Part Period Ballance*, *Least Total Cost*, *Least Unit Cost*, *Silver Meal* dan *Wagner Within* memiliki biaya persediaan paling optimum yang sama yaitu sebesar \$ 1,116,146.20.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan dua kuantitas *safety stock*, yaitu untuk metode P adalah 25 roll dan persediaan pengaman untuk metode-metode *lot sizing* lainnya menggunakan nilai *safety stock* sebesar 20 roll.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assauri, Sofjan. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1999.
- [2] Hakim Nasution, Arman, dan Yudha Prasetyawan. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, edisi pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [3] Hary, Fuad Ath. *Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kayu Gelondongan dengan Metode Silver*

Meal. Makassar: Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, 2011

- [4] Ishak, Aulia. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010