

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN KIMIA HIDROGEN PEROXIDE (H₂O₂) DENGAN PENENTUAN SAFETY STOCK DAN REORDER POINT PADA PT TOBA PULP LESTARI, TBK.

Laura E. F. Tambunan^{1*}, Arfan Bakhtiar²

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

*PT Toba Pulp Lestari, Tbk merupakan perusahaan penghasil bubur kertas (pulp). Perusahaan ini menggunakan kayu berjenis Eukaliptus (*Eucalyptus spp*) sebagai bahan baku. Selain penggunaan kayu sebagai bahan baku, produksi pulp juga membutuhkan bahan pendukung berupa bahan-bahan kimia agar dihasilkan produk berkualitas baik. Salah satu bahan kimia pendukung tersebut adalah Hidrogen Peroxide (H₂O₂) yang digunakan untuk meningkatkan derajat kecerahan produk pulp. Pada proses pengadaan Hidrogen Peroxide (H₂O₂), perusahaan tidak menentukan jumlah yang akan dipesan, namun bergantung kepada jumlah yang dikirimkan oleh pemasok dengan waktu kirim yang cukup panjang. Hal tersebut menyebabkan kekurangan bahan kimia kerap terjadi sehingga tindakan pengurangan kadar terpaksa dilakukan dan berdampak pada rendahnya kualitas produk dan meningkatkan proses repulping yang menyebabkan naiknya biaya produksi pada perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengendalian persediaan terhadap bahan kimia Hidrogen Peroxide (H₂O₂). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode peramalan time series, menghitung nilai safety stock dan reorder point. Dari hasil tersebut, dapat memberikan gambaran penggunaan bahan kimia pada periode selanjutnya sehingga perusahaan mempunyai dasar dalam melakukan pemesanan, terdapat persediaan pengaman sebagai antisipasi apabila kekurangan bahan kimia terjadi dan perusahaan memiliki titik acuan pemesanan kembali agar dapat dipastikan bahwa Hidrogen Peroxide (H₂O₂) yang dipesan dari supplier sampai di perusahaan sebelum persediaan di gudang habis digunakan.*

Kata Kunci : *Persediaan, Bahan Kimia, Hidrogen Peroxide (H₂O₂), Peramalan, Safety Stock, Reorder Point.*

Abstract

*PT Toba Pulp Lestari, Tbk is a pulp producer company. The company uses Eucalyptus (*Eucalyptus spp*) wood as the raw material. In addition to using wood as raw material, pulp production also requires supporting materials in the form of chemicals to produce the good quality products. One of the supporting chemicals is Hydrogen Peroxide (H₂O₂) which is used to increase the brightness of pulp products. In the process of procuring Hydrogen Peroxide (H₂O₂), the company does not determine the amount to be ordered but depends on the amount sent by the supplier with a fairly long delivery time. This causes shortages of chemicals that often occur so that content reduction measures are forced to be carried out and have an impact on lower product quality and increase the repulping process which causes an increase in production costs for the company. This study aims to control the supply of the chemical hydrogen peroxide (H₂O₂). This research was conducted using the time series forecasting methods, calculating the value of safety stock and reorder points. From these results, it can provide a description of the use of chemicals in the next period so that the company has a basis for making an order, there is a safety inventory in anticipation of a chemical shortage and the company has a re-ordering reference point so that Hydrogen Peroxide (H₂O₂) is ordered from suppliers has arrive at the company before inventory in the warehouse is used up.*

Keywords : *Inventory, Chemical Material, Hydrogen Peroxide (H₂O₂), Forecasting, Safety Stock, Reorder Point.*

1. PENDAHULUAN

Menjaga persediaan agar tetap cukup merupakan hal penting yang harus dilakukan oleh sebuah perusahaan. Hal tersebut dilakukan agar kegiatan operasi atau proses produksi dari perusahaan tersebut dapat berjalan dengan lancar dan efektif.

Pengawasan persediaan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan demi terwujudnya persediaan yang memadai. Pengawasan persediaan menjadi sangat penting karena jumlah persediaan akan menentukan maupun mempengaruhi kelancaran proses produksi, keefektifan dan keefisienan serta kualitas produk yang dihasilkan dari perusahaan tersebut. Jumlah atau tingkat persediaan yang dibutuhkan berbeda-beda untuk setiap perusahaan, tergantung dari volume produksinya, jenis pabrik dan prosesnya.

PT Toba Pulp Lestari, Tbk. merupakan perusahaan penghasil produk bubur kertas (*pulp*) dalam bentuk lembaran. Produk setengah jadi tersebut akan didistribusikan kepada konsumen yang biasanya merupakan perusahaan maupun pabrik penghasil benang, kertas, *tissue* dan lain sebagainya untuk kembali diproses lebih lanjut hingga menjadi barang jadi. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *pulp* ini merupakan kayu dari pohon Eukaliptus (*Eucalyptus spp*). Selain penggunaan kayu sebagai bahan baku produksi, pembuatan *pulp* juga membutuhkan bahan pendukung agar dihasilkan produk *pulp* dengan kualitas yang baik. Bahan pendukung tersebut berupa bahan kimia. Bahan kimia tersebut digunakan di hampir seluruh proses pembuatan bubur kertas (*pulp*), mulai dari proses pemasakan, pencucian, pemutihan hingga pengeringan dan pencetakan. Bahan kimia yang digunakan pada PT Toba Pulp Lestari terdiri dari dua jenis, yaitu bahan kimia yang diproduksi langsung oleh perusahaan melalui Departemen *Chemical Plant* seperti HCl, *Hypo* (NaOCl), ClO₂, NaOH, *White Liquor* (NaOH+Na₂S) dll, serta bahan kimia yang diperoleh dengan membeli dari perusahaan penghasil bahan kimia lain meliputi *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂), Berol, AmiSperser AP 8848M, AmiSperser AP 8230 dll. Penggunaan bahan kimia tersebut dilakukan agar diperoleh produk *pulp* dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Pentingnya penggunaan bahan kimia tersebut membuat persediaan bahan-bahan tersebut harus tetap ada agar tidak mengganggu proses produksi serta kualitas dari produk *pulp* yang dihasilkan. Apabila kualitas produk tidak mencapai standar spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan, maka dianggap sebagai produk *off grade* dan harus dilakukan *repulping* atau diproses kembali dan berdampak pada meningkatkan jumlah *cost* dan waktu produksi perusahaan. Terkhusus untuk bahan

kimia *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂) yang dipasok dari *supplier*, perusahaan biasanya memasok dengan jumlah yang tidak konstan setiap periodenya, bergantung kepada jumlah yang dikirimkan oleh pemasok dengan waktu kirim yang cukup panjang yaitu lima hingga sepuluh hari. Sehingga, terkadang perusahaan mengalami kekurangan pasokan dan untuk mengatasinya diambillah tindakan dengan mengurangi kadar penggunaan bahan kimia *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂) tersebut dari penggunaan seharusnya. Namun, hal tersebut akan berpengaruh pada kualitas produk yang akan dihasilkan kelak. Oleh karena itu, langkah yang harus diperhatikan untuk mengantisipasi kekurangan bahan kimia *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂), agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan kualitas produksi tetap terjaga sehingga dihasilkan produk sesuai standar serta menghindari proses *repulping* yang akan meningkatkan biaya dan waktu produksi ialah dengan mengendalikan persediaan *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂) yang tersedia dipabrik setiap periodenya. Pengendalian persediaan dilakukan dengan mengetahui perkiraan penggunaan pada periode berikutnya, menentukan *safety stock* dan menetapkan titik optimal pemesanan kembali atau *reorder point*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Persediaan

Prawirosentono (2007) menyebutkan persediaan (*inventory*) adalah suatu bagian dari kekayaan atau aset yang terdapat dalam perusahaan yang digunakan dalam rangkaian proses produksi dalam bentuk persediaan bahan mentah (bahan baku/ *raw material*), barang setengah jadi (*work in process*), dan barang jadi (*finish goods*). Sedangkan menurut Heizer dan Render (2006), persediaan merupakan material yang ditempatkan sepanjang jaringan proses produksi dan jalur distribusi. Persediaan merupakan barang yang disimpan atau digunakan maupun dijual pada periode yang akan datang dapat berupa bahan baku yang disimpan untuk diproses, barang dalam proses pada produk manufaktur, dan barang jadi yang disimpan untuk dijual (Kusuma, 2004).

2.2 Peramalan

Peramalan adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang (Sumayang, 2003). Peramalan dapat didefinisikan pula sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan (Subagyo, 2022). Aktivitas peramalan sendiri merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk tersebut dapat diproduksi dengan kuantitas yang tepat.

Tujuan utama dari peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk meramalkan permintaan dari item-item *independent demand* di masa yang akan datang untuk selanjutnya dikombinasikan

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: lauraeka1704@gmail.com

dengan pelayanan pesanan yang bersifat pasti (Gaspersz, 2004).

2.3 Peramalan Deret Waktu (*Time Series*)

a. *Simple Average*

Model *Simple Average* menggunakan data aktual untuk mencari rata-rata dari semua data historis. Model ini digunakan apabila pola data aktual relatif konstan.

$$F_{t+1} = \bar{X} = \sum_{i=1}^T \frac{X_i}{T}$$

F_{t+1} = hasil peramalan
 \bar{X} = rata-rata data aktual

b. *Single Moving Average*

Moving average pada suatu periode merupakan peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata-rata tersebut. Single Moving Average dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \frac{(x_t + x_{t-1} + x_{t-N-1})}{N} = \frac{1}{N} \sum_{t=t-N-1}^t x_t$$

x_t = Data pengamatan pada waktu ke-t
 F_{t+1} = Nilai ramalan pada waktu ke-t+1 dengan menggunakan metode *single moving average*

c. *Double Moving Average*

Metode ini hampir sama dengan metode SES, tetapi pada metode ini penghalusan dilakukan berganda.

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} \\ S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} \\ a_t &= S'_t + (S'_t - S''_t) = 2 S'_t - S''_t \end{aligned}$$

$$b_t = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

d. *Weighted Moving Average*

Model ini lebih responsif terhadap perubahan, karena data dari periode yang baru diberi bobot lebih besar. Data pada periode tertentu diberi bobot, semakin dekat dengan saat sekarang semakin besar bobotnya. Bobot ditentukan berdasarkan pengalaman. Formula model rata-rata bergerak n – periode terbobot, *weighted MA* (n), dinyatakan sebagai berikut :

$$WMA = \frac{\sum(\text{pembobotan untuk periode } n)(\text{permintaan aktual periode } n)}{\sum(\text{pembobotan})}$$

e. *Single Eksponensial Smoothing*

Dengan metode ini, maka pembobotan menurun secara eksponensial. Metode ini dirumuskan sebagai berikut :

$$F(t) = ax(t) + (1-a)F(t-1)$$

$$f(t+h) = F(t)$$

Nilai a adalah konstanta smoothing yang bernilai $0 < a < 1$, dan data ke nol, F(0) didapat dari nilai data pertama dan data masa lalu.

f. *Double Eksponensial Smoothing*

Metode ini hampir sama dengan metode SES, tetapi pada metode ini penghalusan dilakukan berganda.

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2 S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

2.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relative, MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan actual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

2.5 Peta Moving Average

Peta *Moving Range* digunakan untuk menguji kestabilan suatu sistem sebab-akibat yang melatarbelakangi fungsi peramalan. Peta ini digunakan untuk membandingkan nilai-nilai observasi atau data aktual dengan nilai peramalan dari kebutuhan yang sama.

Adapun kegunaan dari Peta *Moving Range* adalah sebagai berikut :

1. Melakukan verifikasi hasil peramalan terdahulu
2. Mengetahui apakah terjadi perubahan sistem sebab-akibat yang melatar belakangi permintaan.

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^n MR}{n-1}, \text{ dimana } n-1 \text{ adalah jumlah MR}$$

$$UCL = +2,66.MR$$

$$CL = 0$$

$$LCL = -2,66.MR$$

$$Region A = \pm 1,77.MR$$

$$Region B = \pm 0,89.MR$$

2.6 Safety Stock

Menurut Rangkuti (2004) persediaan pengaman atau *safety stock* adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan. Penetapan *safety stock* dapat dilakukan perusahaan berdasarkan jumlah permintaan yang mungkin terjadi selama waktu keterlambatan yang dapat ditoleransi perusahaan. Penentuan *safety stock* dapat ditentukan dengan metode pendekatan probabilitas *stock out* (*Probability Stock out Approach*) dan pendekatan

service level (*Level of Service Approach*) (Assuari, 1978).

$$Safety\ Stock\ (SS) = z \cdot \sqrt{LT} \cdot standart\ deviasi$$

2.7 Reorder Point

ROP merupakan tingkat persediaan dimana ketika persediaan telah mencapai tingkat tertentu, pemesanan harus dilakukan. ROP ini menunjukkan banyaknya batas minimal tingkat persediaan yang harus dipertimbangkan sehingga tidak terjadi kekurangan persediaan (Rangkuti 2004).

Dalam penentuan *reorder point* perlu memperhatikan beberapa faktor terkait, yaitu :

1. Penggunaan barang selama tenggang waktu mendapatkan barang (*procurement leadtime*)
2. Besarnya *Safety Stock*

Reorder Point diperoleh setelah menghitung demand yang terjadi selama periode *leadtime (LT)*. Ketika posisi stok mencapai titik *reorder point*, maka *order* akan dipesan sebesar Q unit.

$$ROP = SS + Demand\ Forecast\ during\ LT$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama satu bulan, yakni 7 Januari – 2 Februari 2019 pada Divisi *Fiberline* PT Toba Pulp Lestari, Tbk. Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang dilakukan :

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk. dilakukan dengan pengamatan langsung pada bagian produksi *pulp* dengan melakukan wawancara terhadap karyawan dan operator lapangan mengenai proses produksi serta penggunaan bahan baku dan bahan kimia pendukung. Permasalahan yang ditemukan pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk. salah satunya adalah terjadinya kekurangan stok pada bahan kimia pendukung yang menyebabkan dikurangnya dosis pemakaian pada proses produksi dan akan berdampak pada hasil akhir produk dan jumlah produk yang akan di *repulping*.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data sesuai dengan permasalahan yang ditemui. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pemakaian *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* pada periode Januari hingga Desember 2018 yang diperoleh secara sekunder dan primer.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap yang dilakukan untuk mencari penyelesaian suatu masalah penelitian. Tahapan pengolahan data dilakukan dengan (Hartini, 2010) :

- a. Penentuan metode peramalan dengan menentukan plot data historis,

- b. Perhitungan peramalan untuk periode selanjutnya dan menentukan metode terpilih,
- c. Validasi hasil peramalan metode terpilih,
- d. Perhitungan nilai *Safety Stock*,
- e. Perhitungan nilai *Reorder Point*,
- f. Hasil peramalan, nilai *safety stock* dan *reorder point* kemudian dianalisis untuk mendapat solusi permasalahan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

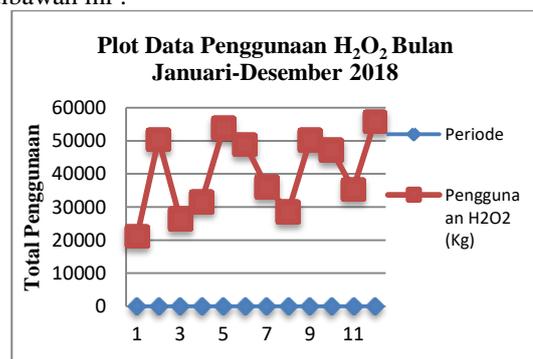
4.1 Peramalan dengan Metode *Time Series*

Proses peramalan dimulai dengan menentukan plot data berdasarkan data historis penggunaan bahan kimia *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* yang dilakukan seperti pada tabel 1. berikut.

Tabel 1. Data Historis Penggunaan *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* Januari – Desember 2018

Periode	Penggunaan Hidrogen Peroxide (H ₂ O ₂) (Kg)
Jan-18	21172
Feb-18	50431
Mar-18	26408
Apr-18	31709
Mei-18	53865
Jun-18	48989
Jul-18	36097
Agt-18	28610
Sep-18	50296
Okt-18	47183
Nov-18	35368
Des-18	55909

Setelah dilakukan pencatatan dan diperoleh data penggunaan *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* selama periode Januari – Desember 2018, data tersebut kemudian digunakan sebagai data historis dan digambarkan dalam sebuah plot data seperti gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Plot Data Historis Penggunaan *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* Januari – Desember 2018

Dari hasil plot data yang telah dilakukan, diketahui bahwa plot data yang ditimbulkan dari data historis penggunaan *Hidrogen Peroxide (H₂O₂)* adalah plot data konstan. Dengan memperhatikan pola data yang terbentuk, maka dalam perhitungan peramalan digunakan Metode *Time Series*, yaitu *Simple Average*, *Single Moving Average*, *Double Moving Average*, *Weighted Moving Average*, *Single*

Eksponensial Smoothing dan *Double Eksponensial Smoothing*. Dari perhitungan tersebut, didapatkanlah hasil peramalan untuk dua belas bulan seperti pada taabl 2. berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Peramalan dengan Metode *Time Series*

Tahun	Hasil Peramalan					
	SA	SMA	DMA	WMA	SES	DES
1	40503	46153	50150	46418	21403	49730
2	40503	46153	52148	46418	21403	51228
3	40503	46153	54146	46418	21403	52725
4	40503	46153	56144	46418	21403	54223
5	40503	46153	58143	46418	21403	55721
6	40503	46153	60141	46418	21403	57219
7	40503	46153	62139	46418	21403	58717
8	40503	46153	64137	46418	21403	60215
9	40503	46153	66136	46418	21403	61713
10	40503	46153	68134	46418	21403	63210
11	40503	46153	70132	46418	21403	64708
12	40503	46153	72130	46418	21403	66206

4.2 Perbandingan Hasil Peramalan

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode *Time Series*, maka dilakukanlah pemilihan metode terbaik berdasarkan

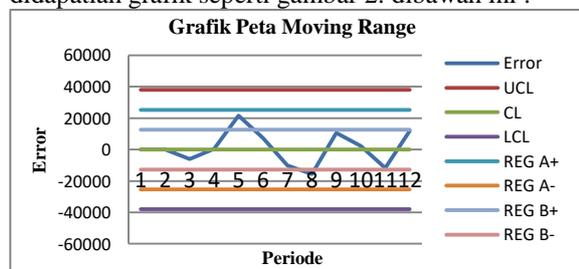
4.3 Validasi Hasil Peramalan

Setelah dilakukan perhitungan nilai *error* dan diketahui peramalan dengan metode terpilih, selanjutnya dilakukan validasi dari hasil peramalan tersebut dengan metode *Moving Range* seperti pada tabel 9.berikut.

Tabel 9. Validasi Hasil Peramalan dengan Metode *Moving Range*

Data Historis (Kg)	Forecast (Kg)	Error	MR	MR	MR _{avg}	UCL	CL	LCL	REG A+	REG A-	REG B+	REG B-
21172												
50431												
26408	32524	-6116	-6116	6116	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
31709	31252	457	6573	6573	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
53865	32301	21564	21107	21107	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
48989	41556	7433	-14131	14131	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
36097	46140	-10043	-17476	17476	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
28610	44223	-15613	-5570	5570	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
50296	39766	10530	26143	26143	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
47183	44866	2317	-8213	8213	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
35368	47175	-11807	-14124	14124	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734
55909	44091	11818	23625	23625	14308	38059	0	-38059	25325	-25325	12734	-12734

Dari hasil perhitungan *Moving Range* diatas, didapatkanlah grafik seperti gambar 2. dibawah ini :



Gambar 2. Grafik Peta *Moving Range*

Dengan melihat grafik tersebut, selanjutnya dilakukanlah uji kondisi luar kendali sebagai berikut.

1. Dari tiga titik berturut-turut, terdapat dua atau lebih titik yang berada pada Region A.

Hasil : Hanya terdapat satu titik pada Region A sehingga dapat dikatakan bahwa data valid.

kriteria nilai *error* terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai *error* terkecil dilakukan dengan metode MAPE (*Mean Percentage Error*), yaitu dengan melihat persentase kesalahan hasil peramalan terhadap penggunaan aktual selama periode tertentu. Hasil rekapitulasi nilai *error* hasil peramalan diperlihatkan pada tabel 3. Berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi *Error* Hasil Peramalan

Metode Peramalan	Error
<i>Simple Average</i>	26,2676
<i>Single Moving Average</i>	25,4275
<i>Double Moving Average</i>	39,3403
<i>Weighted Moving Average</i>	26,0048
<i>Single Eksponensial Smoothing</i>	46,2343
<i>Double Eksponensial Smoothing</i>	24,2567

Dari hasil rekapitulasi nilai *error* diatas, maka diketahui bahwa hasil peramalan dengan metode *Double Eksponensial Smoothing* memiliki nilai *error* terkecil, yaitu sebesar 24,2567. Maka, data peramalan yang sebaiknya digunakan adalah hasil dari perhitungan peramalan metode *Double Eksponensial Smoothing*.

2. Dari lima titik berturut-turut, terdapat empat atau lebih titik yang berada pada Region B.

Hasil : Terdapat enam titik yang berada pada Region B dan hanya terdapat dua titik yang berurutan sehingga data dikatakan valid.

3. Terdapat delapan titik berturut-turut titik yang berturut-turut berada di salah satu sisi (diatas atau dibawah garis tengah).

Hasil : Tidak terdapat delapan titik yang berurutan berada di salah satu sisi, sehingga data dikatakan valid.

Berdasarkan uji kondisi luar kendali yang telah dilakukan, maka tidak terdapat persyaratan yang memenuhi uji kondisi luar tersebut sehingga, dapat dikatakan bahwa data peramalan tersebut adalah valid.

4.4 Perhitungan Safety Stock

Safety Stock adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan. Perhitungan *safety stock* dilakukan seperti pada tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Perhitungan Standar Deviasi Hasil Peramalan

Bulan	Kebutuhan H ₂ O ₂ 2018 (X)	Perkiraan Penggunaan (X̄)	Deviasi (X - X̄)	Kuadrat Deviasi (X - X̄) ²
Januari	21172	49730	-28558	815559364
Februari	50431	51228	-797	635209
Maret	26408	52725	-26317	692584489
April	31709	54223	-22514	506880196
Mei	53865	55721	-1856	3444736
Juni	48989	57219	-8230	67732900
Juli	36097	58717	-22620	511664400
Agustus	28610	60215	-31605	998876025
September	50296	61713	-11417	130347889
Oktober	47183	63210	-16027	256864729
November	35368	64708	-29340	860835600
Desember	55909	66206	-10297	106028209
Total	486037	695615	-209578	4951453746

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{4951453746}{12}} \\ &= 20.313,08 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perkiraan atau asumsi bahwa perusahaan memenuhi penggunaan sebanyak 95% dan persediaan cadangan sebesar 5%, maka dari tabel normal diperoleh nilai Z sebesar 1,65. Untuk tenggang waktu (*Leadtime*) pemesanan, perusahaan memerlukan waktu selama 10 hari sejak pemesanan *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) dilakukan hingga bahan kimia tersebut sampai di perusahaan.

$$\text{Leadtime} = 10 \text{ hari} = 0,33 \text{ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Safety Stock} &= \text{Standar Deviasi} \times Z \times \sqrt{L} \\ &= 20.313,08 \times 1,65 \times \sqrt{0,33} \\ &= 19.253,81 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *safety stock* diatas, maka persediaan pengaman *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) pada gudang yang harus dipenuhi adalah sebesar 19.253,81 Kg.

4.5 Perhitungan Reorder Point

Dalam pemesanan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂), waktu tunggu yang dibutuhkan oleh PT Toba Pulp Lestari, Tbk hingga bahan kimia sampai di pabrik adalah selama 10 hari. Dan untuk waktu produksi, PT Toba Pulp Lestari melakukan produksi secara *nonstop* selama 24 jam/hari atau 365 hari/tahun. Sebelum menghitung besar nilai *Reorder Point*, maka terlebih dahulu dicari tingkat penggunaan *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂)/hari dengan cara berikut :

$$\begin{aligned} U &= \frac{D}{t} \\ &= \frac{486037}{365} \\ &= 1.331,61 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

Maka, titik pemesanan kembali (*Reorder Point*) bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Reorder Point} &= (U \times L) + SS \\ &= (1331.61 \times 10) + 19.253,81 \\ &= 32.569,89 \text{ Kg} \end{aligned}$$

4.6 Analisis

4.6.1 Hasil Peramalan

Peramalan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) dilakukan dengan menggunakan metode *Time Series*. Peramalan dilakukan untuk mengetahui perkiraan kebutuhan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) selama beberapa periode kedepan, sehingga dapat diperkirakan berapa bahan kimia yang akan digunakan pada beberapa periode kedepan.

Dilihat dari hasil plot data historis penggunaan *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂), diketahui bahwa hasil plot menunjukkan grafik yang cenderung konstan, sehingga perhitungan peramalan dilakukan dengan metode *Time Series* untuk pola data konstan. Dalam penelitian ini, metode peramalan yang digunakan adalah *Simple Average*, *Single Moving Average*, *Double Moving Average*, *Weighted Moving Average*, *Single Eksponensial Smoothing* dan *Double Eksponensial Smoothing*. Untuk perhitungan nilai *Error* sendiri, pada perhitungan peramalan digunakan metode MAPE (*Mean Percentage Error*) yaitu dengan melihat persentase kesalahan hasil peramalan terhadap produksi aktual selama periode tertentu. Setelah dilakukan perhitungan peramalan dan perhitungan nilai *error*, maka diketahui bahwa metode peramalan *Double Eksponensial Smoothing* memiliki nilai *error* terkecil yaitu sebesar 24,26%, sehingga metode tersebut merupakan metode terbaik yang sebaiknya digunakan untuk perhitungan peramalan pada perusahaan.

Setelah diketahui hasil peramalan yang diperoleh dengan metode *Double Eksponensial Smoothing*, selanjutnya dilakukan validasi terhadap data peramalan tersebut dengan menggunakan peta *Moving Range*. Dari pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa seluruh uji diluar batas kendali tidak terpenuhi, sehingga data hasil peramalan dikatakan valid dan data peramalan tersebut dapat digunakan untuk keperluan perusahaan.

4.6.2 Perhitungan Safety Stock

Safety stock merupakan suatu bagian dari persediaan pada perusahaan yang digunakan sebagai pengaman selama proses pengadaan dilakukan. Dengan adanya persediaan pengaman, maka dapat menghindari terjadinya kekurangan bahan (*stock out*) pada perusahaan sehingga proses produksi tidak terhambat dan dapat berjalan seperti semestinya. Pada perhitungan *safety stock*, diperlukan data rentang waktu (*leadtime*) pemesanan dari bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) agar diketahui jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan oleh perusahaan. *Leadtime* yang dibutuhkan PT Toba Pulp Lestari, Tbk. untuk mendapatkan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H₂O₂) sampai di perusahaan adalah selama 10 hari. Selain *leadtime*, perhitungan

safety stock juga dipengaruhi oleh *service level* dari perusahaan, yaitu seberapa besar nilai persentase yang ingin dicapai perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Dan *service level* yang ditentukan oleh PT Toba Pulp Lestari, Tbk adalah sebesar 95%. Setelah dilakukan perhitungan *safety stock*, maka diketahui persediaan pengaman PT Toba Pulp Lestari, Tbk untuk periode Januari-Desember 2019 adalah sebesar 19.253,81 kg.

4.6.3 Perhitungan Reorder Point

Reorder Point merupakan suatu kebijakan yang sangat diperlukan oleh perusahaan guna tercapainya kelancaran suatu proses produksi. Perhitungan *Reorder Point* menjadi sangat penting untuk perusahaan dikarenakan kegunaannya sebagai titik acuan untuk melakukan *purchase order* kepada *supplier*. Pertimbangan ini didasarkan pada *leadtime* bahan kimia dari awal pemesanan hingga sampai di gudang yaitu selama 10 hari, besar nilai *safety stock* yang digunakan oleh perusahaan yaitu sebesar 19.253,81 kg serta *forecast* kebutuhan bahan kimia selama beberapa periode kedepan. Dari hasil perhitungan ketiga pertimbangan tersebut, didapatkan nilai pemesanan kembali pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk yaitu sebesar 32.569,89 kg yang kemudian digunakan sebagai pengingat oleh perusahaan bahwa setiap persediaan menyentuh nilai tersebut, maka pemesanan kembali harus segera dilakukan.

5. KESIMPULAN

Berikut ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan sebelumnya :

1. Berdasarkan perhitungan, diketahui bahwa plot data historis penggunaan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H_2O_2) cenderung konstan sehingga dilakukanlah peramalan dengan metode *Time Series*. Setelah itu, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *error* dengan metode MAPE. Setelah perhitungan selesai dilakukan diketahui bahwa *Double Eksponensial Smoothing* adalah metode peramalan paling optimal dengan nilai *error* sebesar 24,26% dan merupakan nilai *error* terkecil. Dari hasil metode terpilih, kemudian dilakukan uji validasi

dan hasil akhirnya adalah seluruh uji diluar batas kendali tidak terpenuhi dan hasil peramalan dapat digunakan.

2. Perhitungan nilai *safety stock* dilakukan agar perusahaan memiliki persediaan pengaman. Nilai *safety stock* yang dibutuhkan oleh PT Toba Pulp Lestari, Tbk setelah dilakukannya perhitungan adalah sebesar 19.253,81 kg.
3. Penentuan ukuran optimum *reorder point* digunakan sebagai titik acuan pemesanan kembali oleh perusahaan agar tidak terjadi kekosongan bahan kimia. Setelah dilakukan perhitungan, maka nilai pemesanan kembali pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk yaitu sebesar 32.569,89 kg. Apabila nilai persediaan di gudang sudah menyentuh nilai tersebut, maka pemesanan bahan kimia *Hidrogen Peroxide* (H_2O_2) harus dilakukan kembali.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Departemen Teknik Industri, PT Toba Pulp Lestari, Tbk. dan seluruh pihak yang terkait dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, V. 2004. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. 2010. *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Heizer, J. Render, B. 2006. *Operation Management*. Edisi Terjemahan. Jakarta: Salemba Empat.
- Kusuma, Hendra. 2004. *Manajemen Produksi, Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Andi.
- Prawirosentono, S. 2007. *Manajemen Operasi (Operation Management): Analisis dan Studi Kasus*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rangkuti, F. 2004. *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Subagyo, P. 2000. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Sumayang. 2003. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.