

PENENTUAN JUMLAH PERENCANAAN PERMINTAAN CAT UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT AKURASI PERAMALAN BERDASARKAN PERAMALAN PERMINTAAN CAT PADA PT.XYZ

Fadiah Shabrina Winarno¹, Dida Diah Damayanti², Budi Santosa³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Email : ¹fadiahsw@gmail.com ²didadiah@telkomuniversity.ac.id ³bschulash@gmail.com

Abstrak

PT.XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi bahan bangunan jenis cat dan distribusikan ke seluruh daerah Indonesia. PT.XYZ masih memiliki tingkat akurasi peramalan yang rendah sehingga menyebabkan terjadinya *overstock*. Hal ini dapat terjadi diakibatkan PT.XYZ belum melakukan peramalan permintaan berdasarkan pola data atau keadaan yang terjadi pada PT.XYZ. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu adanya peramalan permintaan dengan metode yang sesuai dengan pola data atau keadaan yang terjadi di PT.XYZ. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Regresi Linier, *Single Exponential Smoothing*, *Holt Exponential Smoothing*, dan *Winter Exponential Smoothing*.

Setelah dilakukan perhitungan peramalan permintaan dengan masing-masing metode, metode yang terpilih untuk setiap merk cat adalah metode *Winter Exponential Smoothing*. Metode ini terpilih karena memiliki nilai kesalahan peramalan terendah jika dibandingkan dengan metode lainnya. Nilai kesalahan peramalan diolah dengan melakukan perhitungan *Mean Square Error* (MSE). Dengan terpilihnya metode *Winter Exponential Smoothing*, maka tingkat akurasi peramalan permintaan *existing* naik sebesar 24.34% jika dibandingkan peramalan permintaan usulan. Dan *overstock* yang terjadi dapat menurun sebesar 26.68%. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilakukan penerapan metode terpilih dalam melakukan peramalan permintaan pada PT.XYZ dan mengaplikasikannya dengan aplikasi yang mendukung.

Kata kunci : Peramalan, *Overstock*, Regresi Linier, *Single Exponential Smoothing*, *Holt Exponential Smoothing*, *Winter Exponential Smoothing*, *Mean Square Error* (MSE)

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing company that produced building material the type of paint and distributed to all regions of Indonesia. PT.XYZ still has a low forecasting accuracy that caused *overstock*. That can be happen becaused PT.XYZ was not doing forecast based on demand patterns or the situations that are happened in PT.XYZ. Therefore, to solve the problem, the company needs to do demand forecasting using appropriate methods with demmand patterns or the situations that are happened in PT.XYZ. In this research, the methods that used are Linier Regression, *Single Exponential Smoothing*, *Holt Exponential Smoothing*, and *Winter Exponential Smoothing*.

After calculation of demand forecasting with each method, the method has been chosen for each brand of paint is *Winter Exponential Smoothing*. This method has chosen because it has the lowest forecasting error when compared with other methods. The error rate is calculated using mean square error (MSE). Using *Winter Exponential Smoothing*, the existing demand forecasting accuracy rate increased by 24.34% when compared tho the proposed demand forecasting. And *overstock* can be decreased by 26.68%. From the result of this research should implement the forecasting demand method that has been selected and applied it on supporting applications in PT.XYZ.

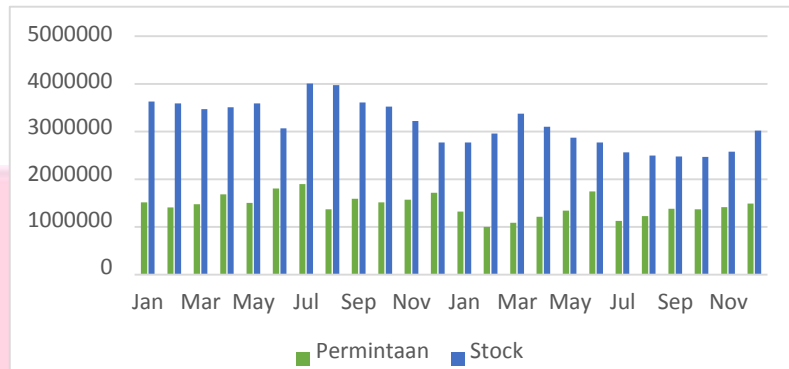
Key words: Forecasting, *Overstock*, Linier Regression, *Single Exponential Smoothing*, *Holt Exponential Smoothing*, *Winter Exponential Smoothing*, *Mean Square Error* (MSE)

1. Pendahuluan

PT.XYZ merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi salah satu bahan material bangunan, yaitu cat. PT.XYZ memproduksi berbagai macam cat yang digunakan untuk segala macam kebutuhan, seperti cat tembok, cat genteng, cat kayu, cat besi, dan lain-lain. Cat-cat tersebut nantinya akan di distribusikan ke seluruh Indonesia.

Akurasi merupakan salah satu kriteria yang penting dalam melakukan peramalan. Hasil peramalan dikatakan baik jika hasil peramalan tidak terlalu tinggi atau tidak terlalu rendah dibandingkan dengan keadaan yang sebenarnya (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1978). Akurasi peramalan yang dimiliki PT.XYZ harus tinggi, karena akurasi yang tinggi menghasilkan peramalan yang akurat. Persediaan barang disesuaikan berdasarkan hasil peramalan yang ada. Persediaan barang harus sesuai agar tidak terjadi *stock out* atau *overstock*. Akurasi peramalan PT.XYZ setiap bulannya berfluktuasi, dengan rata-rata akurasi sebesar 65,23%. Akurasi peramalan pada tahun 2014 sebesar 71.73%. Pada tahun 2015 menurun 13.01%, yaitu sebesar 58.72%.

Tingkat akurasi pada PT.XYZ yang rendah menyebabkan *stock* yang tersedia tidak sesuai dengan jumlah permintaan, sehingga terjadi gap yang cukup tinggi. Gap tersebut menyebabkan terjadinya *overstock*, yang membuat perusahaan harus mengeluarkan biaya lebih untuk menyimpan cat-cat yang tidak terjual di gudang. Perbandingan antara *stock* yang tersedia dengan jumlah permintaan tahun 2014-2015 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Stock dan Permintaan Cat Periode Januari 2014 - Desember 2015

Karena permasalahan yang ada, diperlukan penelitian mengenai peramalan permintaan agar dapat meningkatkan tingkat akurasi peramalan permintaan pada PT.XYZ. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat membantu PT.XYZ untuk dapat meningkatkan akurasi peramalan permintaan sehingga dapat meminimasi terjadinya *overstock*.

2. Dasar Teori dan Model Konseptual

2.1 Dasar Teori

2.1.1. Peramalan

Peramalan merupakan suatu perkiraan masa depan yang menggunakan model pendekatan yang sesuai dengan data aktual perusahaan. Dengan kata lain, peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan data masa lalu dan menempatkannya di masa yang akan datang dengan suatu model matematik atau prediksi intuisi yang bersifat subyektif (Baroto, 2002). Dalam kegiatan produksi, peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan terhadap suatu produk atau beberapa produk pada periode di masa yang akan datang dan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi (Ginting, 2007).

2.1.2. Jenis-Jenis Peramalan

Jenis peramalan yang digunakan bergantung pada jangka waktu peramalan, tipe pola data dan berbagai aspek lainnya. Jenis peramalan dibagi menjadi dua, yaitu peramalan kualitatif dan peramalan kuantitatif (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1978)

2.1.3.1. Peramalan Kualitatif

Pada umumnya peramalan kualitatif bersifat subyektif dan lebih bergantung kepada pengalaman, keahlian, dan pendapat seseorang dalam pengambilan keputusan untuk meramal. Hasil dari peramalan kualitatif sangat tergantung pada orang yang membuatnya.

2.1.3.2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan metode peramalan yang menggunakan data-data yang terjadi pada masa lalu dalam melakukan peramalan. Berikut ini merupakan metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variable waktu, yang merupakan deret waktu atau "time-series". Metode ini mengasumsikan beberapa pola akan berulang sepanjang waktu, serta pola dasarnya dapat diidentifikasi melalui data historis (data masa lalu).

A. Smoothing Method

1. Metode Moving Average

Moving average menyediakan sebuah metode sederhana untuk menghaluskan ketidakaturan dari data masa lalu. Metode ini terbagi menjadi 3, yaitu :

- a. *Single Moving Average*
- b. *Double Moving Average*
- c. *Weighted Moving Average*

2. Metode Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* merupakan teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana data diberi bobot oleh sebuah fungsi eksponensial. Bobot yang diberikan merupakan sebuah konstanta dalam rentang 0 sampai dengan 1. Metode ini terbagi menjadi tiga metode, yaitu :

a. *Single Exponential Smoothing*

Metode ini mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai mean yang tetap, tanpa *trend* atau pola pertumbuhan yang konsisten.

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F_{t+1} = peramalan untuk periode t

Y_t = data aktual pada periode t

α = konstanta pemulusan (antara 0 -1)

b. *Holt Exponential Smoothing*

Metode ini memuluskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dengan parameter pada data asli. Peramalan metode Holt menggunakan dua konstanta pemulusan (dengan nilai Antara 0 sampai dengan 1) dan berikut merupakan perumusan metode Holt :

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \dots\dots\dots (2)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \dots\dots\dots (3)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \dots\dots\dots (4)$$

c. *Winter Exponential Smoothing*

Pada metode ini terdapat satu parameter untuk mengatasi pola data musiman. Salah satu keuntungan dari metode ini, apabila data permintaan menunjukkan adanya unsur musiman, metode Winter ini dapat menangani faktor musiman secara langsung (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1978).

Metode ini dibagi menjadi dua model, yaitu model aditif dan model multiplikatif. Perhitungan dengan model aditif dilakukan jika plot data aktual menunjukkan fluktuasi musim yang relatif stabil, sedangkan model multiplikatif digunakan jika plot data aktual menunjukkan fluktuasi musim yang bervariasi. Pada penelitian ini digunakan metode *Winter Exponential Smoothing* multiplikatif. Berikut merupakan persamaannya :

$$Level : L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \dots\dots\dots (5)$$

$$Trend : b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \dots\dots\dots (6)$$

$$Seasonal : S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \dots\dots\dots (7)$$

$$Forecast : F_{t+m} = (L_t + b_t) S_{t-s+m} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

Y_t = data aktual pada periode t

α = konstanta *smoothing level*

β = konstanta *smoothing trend*

γ = konstanta *smoothing musiman*

s = estimasi panjang musiman

F_{t+m} = peramalan untuk periode m

B. Metode Regresi

Metode ini dapat melakukan peramalan jangka pendek maupun jangka panjang. Data yang dibutuhkan dalam metode ini minimal lima tahun. Namun, semakin banyak data yang dimiliki maka semakin baik pula hasil yang diperoleh. Metode ini dibagi menjadi dua metode, yaitu metode konstan dan linier

Persamaan metode Regresi Linier adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{\sum Y_t \sum t^2 - \sum t \sum Y_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (9)$$

$$b = \frac{n \times \sum t \times Y_t - \sum t \sum Y_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (10)$$

$$\hat{Y} = a + bt \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

\hat{Y} = hasil peramalan

b = konstanta

2.1.3. Perhitungan Kesalahan Peramalan

Dalam menghitung peramalan dapat dianalisis berapa besar kesalahannya, yaitu kesalahan peramalan terhadap data aktual yang didapatkan. Untuk metode analisis kesalahan peramalan terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu :

2.1.4.1. MAD (Mean Absolute Deviation)

MAD merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan analisis kesalahan dalam peramalan.

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

A_t = nilai aktual

F_t = nilai peramalan

n = jumlah periode data

2.1.4.2. MSE (Mean Square Error)

Mean Square Error merupakan metode lain yang digunakan untuk melakukan analisis kesalahan dalam peramalan.

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n} \dots\dots\dots (13)$$

2.1.4.3. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Mean Absolute Percentage Error, dimana kesalahan dihitung berdasarkan persen kesalahannya absolutenya. MAPE menghitung deviasi antara data aktual dengan nilai peramalan kemudian dihitung persen rata-ratanya.

$$MAPE = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n \times A_t}$$

$\sum_{i=1}^n x_i = 100$ (14)

2.1.4. Verifikasi Peramalan

Proses verifikasi digunakan untuk melihat apakah metode peramalan yang diperoleh representatif terhadap data. Proses verifikasi dilakukan dengan menggunakan *Moving Range Chart* (MRC). Dari *chart* (peta) ini dapat terlihat apakah sebaran masih dalam kontrol ataupun sudah berada di luar kontrol. Jika sebaran berada di dalam kontrol, maka metode peramalan tersebut sesuai, artinya pola peramalan terhadap data tersebut representatif (Ginting, 2007).

Harga MR diperoleh dari :

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{t=2}^N MR_t}{N-1} \dots\dots\dots (15)$$

dimana :

$$MR_t = |(d_t - d'_t) - (d_{t-1} - d'_{t-1})| \dots\dots\dots (16)$$

$$MR_t = |e_t - e_{t-1}| \dots\dots\dots (17)$$

Adapun batas-batas kontrol diperoleh dari :

Batas kontrol atas : $UCL = 2.66 \times \overline{MR}$ (18) (19)
 Kontrol bawah : $LCL = -2.66 \times \overline{MR}$

Batas daerah A :

$$A (+) = 2/3 \times UCL \dots\dots\dots (20)$$

$$A (-) = 2/3 \times LCL \dots\dots\dots (21)$$

Batas daerah B :

$$B (+) = 1/3 \times UCL \dots\dots\dots (22)$$

$$B (-) = 1/3 \times LCL \dots\dots\dots (23)$$

Kondisi *out of control* dapat diperiksa dengan menggunakan empat aturan berikut (Ginting, 2007) :

1. Aturan satu titik
 Bila ada titik sebaran (d-d') berada di luar UCL dan LCL. Walaupun jika semua titik sebaran berada dalam batas kontrol, belum tentu fungsi/metode representatif. Untuk itu penganalisaan perlu dilanjutkan dengan membagi MRC dalam tiga daerah, yaitu: A, B, dan C.
2. Aturan tiga titik
 Bila ada tiga buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, yang mana dua diantaranya jatuh pada daerah A.
3. Aturan lima titik
 Bila ada lima buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, yang mana empat diantaranya jatuh pada daerah B.
4. Aturan delapan titik
 Bila ada delapan buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, pada daerah C.

3. Pembahasan dan Analisis

3.1. Pola Data

Berdasarkan pergerakan *volume* permintaan cat sebanyak 24 bulan (Januari 2014 sampai Desember 2015) menunjukkan unsur musiman. Unsur musiman dipengaruhi oleh adanya hari libur seperti tahun baru dan tahun baru imlek pada bulan Januari, Kenaikan Yesus Kristus dan Wafat Isra Mi'raj Nabi Muhammad SAW pada bulan Mei, Hari Raya Waisak pada bulan Juni, Hari Kemerdekaan Republik Indonesia pada bulan Agustus, Hari Raya Natal pada bulan Desember.

Periode	Permintaan	Periode	Permintaan	Periode	Permintaan	Periode	Permintaan
1	117730	7	124830	13	86380	19	70130
2	128595	8	91640	14	115190	20	102295
3	137740	9	136695	15	91865	21	112540
4	143165	10	121680	16	83975	22	109625
5	118790	11	143350	17	104390	23	106760
6	115050	12	140360	18	117375	24	110430

3.2. Perbandingan MSE

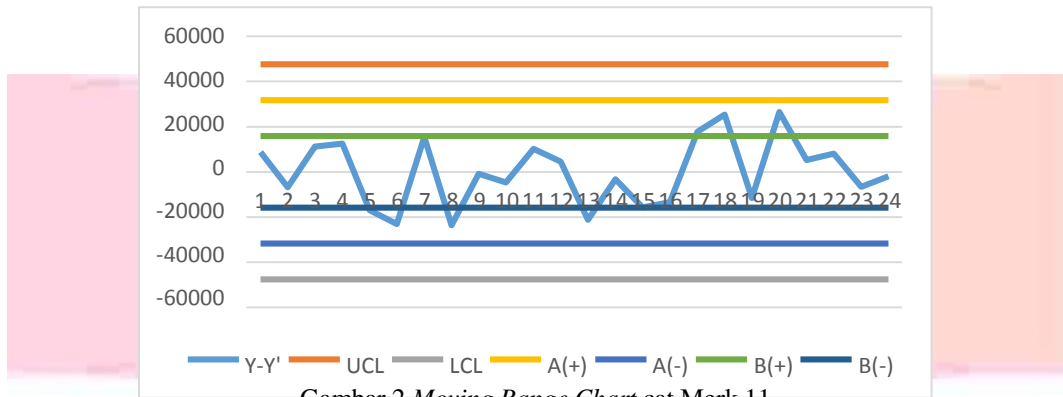
Setelah semua metode peramalan dihitung, kemudian masing-masing nilai MSE dari setiap metode dibandingkan untuk mencari nilai MSE terkecil. Metode yang tepat merupakan metode yang memiliki nilai MSE terkecil. Perbandingan MSE untuk setiap metode peramalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan MSE Setiap Metode Peramalan

Metode	MSE
Regresi Linier	278351634.25
Single Exponential Smoothing	364889450.3
Holt Exponential Smoothing	512314323.1
Winter Exponential Smoothing	208362195.5

3.3. Verifikasi Peramalan

Gambar 2 menunjukkan bahwa metode peramalan yang diperoleh representatif terhadap data yang ada. Empat aturan verifikasi terpenuhi, sehingga data tersebut *in control* yang menyatakan bahwa metode peramalan yang diperoleh representatif terhadap data. Maka metode *Winter Exponential Smoothing* cocok digunakan untuk peramalan permintaan cat.



Gambar 2 *Moving Range Chart* cat Merk 11

3.4. Validasi Peramalan

Validasi peramalan bertujuan untuk mengecek kesesuaian metode peramalan yang terpilih dalam merepresentasikan sistem nyata yang ada. Validasi ini dilakukan dengan menerapkan metode peramalan yang terpilih pada sistem aktual kemudian dibandingkan hasil dari penerapan metode tersebut dengan data historis yang dimiliki oleh perusahaan. Proses validasi menggunakan uji *paired sample t test* dikarenakan uji ini menguji ada tidaknya perbedaan rata-rata untuk dua sampel yang berpasangan atau berhubungan. Adapun hipotesis dalam melakukan uji *paired sample t test* :

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dengan hasil peramalan permintaan

H_1 = Terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dengan hasil peramalan permintaan

Pengambilan keputusan :

Jika Sig. (p) $\geq 0,05$ maka H_0 diterima

Jika Sig.(p) $< 0,05$ maka H_0 ditolak

Hasil validasi peramalan untuk cat merk 11 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Validasi Metode Peramalan

		Paired Samples Test							
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair 1					Lower	Upper			
Permintaan - Peramalan		-170.750	14744.185	3009.644	-6396.673	6055.173	-.057	23	.955

Berdasarkan Tabel 2 nilai Sig. (2-tailed) $\geq 0,05$ maka dari itu H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dengan hasil peramalan permintaan dengan menggunakan metode terpilih.

3.5. Analisis Hasil Peramalan

Hasil peramalan permintaan *existing* yang dilakukan oleh perusahaan memiliki perbedaan yang signifikan dengan permintaan yang terjadi sehingga memiliki tingkat akurasi yang rendah dan menyebabkan *overstock* di gudang. Hasil peramalan permintaan usulan pada penelitian ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan permintaan yang terjadi, oleh karena itu hasil penelitian ini dapat meningkatkan tingkat akurasi dan meminimasi *overstock* yang terjadi.

3.6. Analisis Akurasi Peramalan

Akurasi peramalan permintaan pada kondisi *existing* di PT.XYZ masih sangat rendah dan belum memenuhi target yang telah ditetapkan. Hal itu terjadi karena PT.XYZ belum melakukan peramalan permintaan dengan metode yang tepat sesuai dengan keadaan yang terjadi di perusahaan. Pada penelitian ini terpilih metode *Winter Exponential Smoothing*, dengan metode tersebut rata-rata akurasi PT.XYZ dapat naik hingga 24,30% dan dapat memenuhi target akurasi yang telah ditetapkan sebelumnya oleh PT.XYZ.

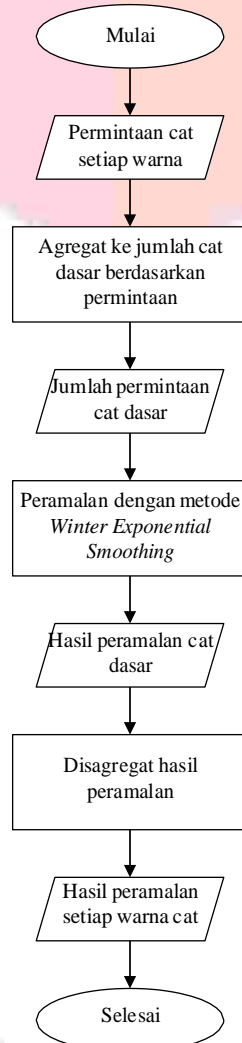
3.7. Analisis Perbandingan Overstock

Dengan menggunakan metode peramalan usulan pada penelitian ini, tingkat akurasi PT.XYZ dapat bertambah sehingga dengan bertambahnya tingkat akurasi tersebut maka *overstock* yang terjadi dapat berkurang. Pada kondisi usulan rata-rata *overstock* di PT.XYZ dapat menurun hingga 26,86%. Sehingga dapat meminimasi biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan persediaan.

3.8. Prosedur Peramalan Permintaan Cat

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa permasalahan yang terjadi pada PT.XYZ adalah rata-rata akurasi peramalan yang menurun pada 2015 sebesar 13.01%, dibandingkan dengan tahun 2014. Hal tersebut menyebabkan *overstock* di gudang, karena *stock* yang ada berdasarkan hasil peramalan tidak sesuai dengan permintaan.

Berdasarkan Gambar 3, data input yang dikumpulkan adalah data permintaan cat pada tahun 2014-2015. Sebelum melakukan perhitungan, data permintaan tersebut di agregat ke jumlah cat dasar yang dibutuhkan. Kemudian data tersebut diramalkan menggunakan metode peramalan yang terpilih, yaitu metode *Winter Exponential Smoothing*. Hasil peramalan yang didapat melalui metode peramalan terpilih didisagregasi. Sehingga *output* yang dihasilkan dari penelitian ini adalah hasil peramalan permintaan cat untuk setiap warna dengan menggunakan metode terpilih dan sistem peramalan yang mampu meningkatkan akurasi peramalan dan meminimasi jumlah *overstock* di PT.XYZ. Usulan prosedur peramalan permintaan pada PT.XYZ dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Prosedur Peramalan Permintaan Cat

4. Kesimpulan

Berdasarkan data permintaan PT.XYZ tahun 2014-2015, data tersebut merupakan pola musiman, sehingga metode peramalan yang tepat adalah metode *Winter Exponential Smoothing* dengan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 208362195,5. Metode tersebut telah terverifikasi dan tervalidasi. Dan dapat meningkatkan akurasi peramalan, juga dapat mengurangi *overstock*. Sehingga metode *Winter Exponential Smoothing* dapat menjadi usulan untuk PT.XYZ kedepannya dalam melakukan peramalan permintaan.

Daftar Pustaka

Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1978). *Forecasting Methods and Applications Second Edition*. Hongkong: John Wiley & Sons.

