

FORCASTING MODEL EXSPONENSIAL SMOOTHING TIME SERIES RATA RATA MECHANICAL AVAILABILITY UNIT OFF HIGHWAY TRUCK CAT 777D CATERPILLAR

Raihan⁽¹⁾, M. Syafwansyah Eff⁽²⁾, Ahmad Hendrawan⁽²⁾

msyafwansyah@gmail.com, ahendra_72@yahoo.com

(1) Staf Pengajar Progam Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin

(2) Staf Pengajar Progam Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Rendahnya nilai *availability* dipengaruhi oleh besarnya total *downtime losses*. Total *downtime losses* disebabkan oleh frekuensi *breakdown* yang sering serta lamanya waktu menganggur mesin maupun waktu penyetelan mesin. Nilai *availability* ini bisa terjadi bervariasi seiring dengan waktu yang bisa diakumulasi rata-rata tiap bulan dalam suatu periode waktu pengoperasiannya. Tingkat nilai *availability* ini bisa diramalkan berdasarkan data tersebut salah satunya dengan metode *Exponential Smoothing*.

Bersumber dari hasil kajian referensi dari jurnal dan juga tinjauan pustaka yang mendukung penelitian ini, bawah *state of art* permasalahan yang mendasar adalah mengaplikasikan metode *exponential smoothing* ini dalam aspek yang lebih luas. Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan penerapan model ini banyak dilakukan di lingkungan industri, dan belum ada yang mengaplikasikannya dalam membuat model peramalan *exponential smoothing availability* pada peralatan berat terutama yang dioperasikan disektor pertambangan.

Pada penelitian ini, berdarkan pada aplikasi penggunaan metode *exponential smoothing* yang cukup luas dalam peramalan, maka cukup menarik untuk menerapkan metode peramalan ini untuk *mechanical availability* alat berat unit truck tambang batubara, dan membuat model regresinya dari unit tersebut. Hal ini dilakukan untuk bisa menjadi rujukan sebagai sebuah model regresi *mechanical availability* truk tambang

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun adalah layak untuk meramalkan Nilai MA dari OHT 777 D tiga tahun kedepan. 36,0% nilai Mechanical Availability pada masa yang akan datang dipengaruhi oleh pola data nilai Mechanical Availability yang terjadi pada masa lampau hingga saat ini, sedangkan sisanya (64%), dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Tingkat akurasi rata-rata model dalam memprediksi nilai MA pada OHT 777 D adalah 81,564%..

Kata Kunci : *Mechanical Availability, Exponential Smoothing, Truck Tambang*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kinerja (*performance*) dari suatu mesin tergantung pada; *reliability* dan *availability* peralatan yang digunakan, lingkungan operasi, efisiensi pemeliharaan, proses operasi dan keahlian operator, dan lain-lain. Jika *reliability* dan *availability* suatu sistem rendah, maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau sistem. Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan sebagai seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu,

berapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi. Perawatan sangat diperlukan untuk meningkatkan *reliability* dan *availability* dari mesin. Kostas N. D (1981) menjelaskan bahwa perawatan adalah semua kegiatan yang berhubungan untuk mempertahankan suatu mesin agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan agar mesin tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik. Peranan pemeliharaan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi. Mengacu pada hal ini lebih jelas bahwa perawatan ini

adalah bertujuan untuk peningkatan *availability* dan *reliability* dari peralatan.

Ebeling, dalam Eko Nursubiyantoro (2012) menjelaskan *availability* didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa sistem atau komponen melakukan fungsi atau operasi sesuai yang diperlukan pada saat tertentu dalam periode tertentu dan dipelihara dengan cara yang sudah ditentukan. *Availability* adalah probabilitas bahwa suatu sistem mungkin gagal atau tidak menjalani tindakan perbaikan bila perlu digunakan. Sedangkan Rahmad dkk (2012) menerangkan bahwa *availability* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. Nilai *availability* ini bisa terjadi bervariasi seiring dengan waktu yang bisa diakumulasi rata-rata tiap bulan dalam suatu periode waktu pengoperasiannya. Tingkat nilai *availability* ini bisa diramalkan berdasarkan data tersebut salah satunya dengan metode *exponential smoothing*.

Exponential smoothing methods yang paling banyak digunakan sebagai metode peramalan. Perumusan *eksponensial smoothing* sebagai metode peramalan muncul sejak tahun 1950 dari karya asli Brown (1959). Selanjutnya Li, Z. P (2008) menjelaskan *exponential smoothing* adalah peramalan intuitif metode yang menitik beratkan pada *time series* yang diamati. Sedangkan Montgomery D (1990) menerangkan bahwa *exponential smoothing* adalah metode banyak digunakan dalam analisis *time series*. Banyaknya penggunaan ini dapat dikaitkan dengan kesederhanaan, efisiensi komputasi, kemudahan menyesuaikan respon terhadap perubahan dalam proses perkiraan, dan akurasi yang wajar.

Penelitian tentang peramalan dengan metode *exponential Smoothing* sudah pernah dilakukan oleh para peneliti. Penelitian tersebut di antaranya dilakukan oleh Sidik (2010), yang meramalkan produksi tanaman pangan, tanaman perkebunan rakyat kabupaten Magelang dengan metode ES berbantu Minitab. Berdasarkan hasil penelitian, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode *Double Exponential Smoothing* lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, sehingga metode *Double Exponential Smoothing* lebih baik digunakan untuk meramalkan produksi tanaman pangan dan tanaman perkebunan rakyat di kabupaten Magelang Jalil et al

(2013) yang meramalkan permintaan kebutuhan akan listrik di Malaysia dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Metode *Exponential Smoothing* yang digunakan adalah Holt-Winters Taylor, Holt Winters, dan Holt-Winters yang telah dimodifikasi. Untuk membandingkan metode-metode tersebut, Jalil et al menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai tingkat keakuratannya dan Suwanvijit (2011) meramalkan penjualan jangka panjang terhadap minuman bersoda di 14 propinsi di Thailand Selatan. Suwanvijit menggunakan metode Lee-Carter dan Holt-Winters *exponential smoothing* untuk meramalkannya. Selanjutnya oleh Pradeep Kumar Sahu, Rajesh Kumar (2013) menguji metode peramalann penjualan produk susu dimana salah satu metode yang diuji adalah *exponential smoothing*. Man Ho Kim et al (2013) menggunakan metode *exponential smoothing method* untuk *Safety Critical Systems* pada mobil

Aplikasi lain berbagai penerapan metode ini dalam penelitian peramalan pada bidang lain misalnya T. Ofori dan L. Ephraim (2012) , menggunakan *exponential smoothing* dalam meramalkan tingkat laju inflasi di Ghana. Giacomo Sbrana dan Andrea Silvestrini (2014) menggunakan metode *exponential smoothing* sebagai alat untuk meramalkan makro ekonomi, keuangan dan bisnis dan penelitian-penelitian lain yang cukup banyak mengaplikasikan *exponential smoothing* dalam metode peramalan.

Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya yang bersumber dari sebagai hasil-hasil kajian referensi dari jurnal-jurnal dan juga tinjauan pustaka yang mendukung penelitian ini, bawah *state of art* permasalahan yang mendasar adalah mengaplikasikan metode *exponential smoothing* ini dalam aspek yang lebih luas. Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan penerapan Model ini banyak dilakukan di lingkungan industri, dan belum ada yang mengaplikasikannya dalam membuat model peramalan *exponential smoothing availability* pada peralatan Berat terutama yang dioperasikan disektor pertambangan

Pada penelitian ini, berdarkan pada aplikasi penggunaan metode *exponential smoothing* yang cukup luas dalam peramalan, maka cukup menarik untuk menerapkan metode peramalkan ini untuk Mechanical Availability alat berat unit Truck Tambang Batubara, dan membuat model regresinya dari unit tersebut. Hal ini dilakukan karena

penting sekali untuk menjadi rujukan sebagai sebuah model regresi *Mechanical Availability* Truk Tambang.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model regresi peramalan dengan menggunakan metode Exponential smoothing pada nilai availability unit truck tambang yang banyak diaplikasikan untuk angkutan batu bara di Indonesia. Hasil dari model ini bisa sebagai dasar justifikasi untuk menetapkan dan gambaran kemampuan mechanical availability truk tambang, dan menjadi suatu rujukan model dasar peramalan pada truk tambang. Disamping itu juga untuk bisa dipublikasikan baik di jurnal nasional terakreditasi atau jurnal internasional

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ketersediaan (*Availability*)

Availability didefinisikan sebagai peluang sebuah komponen atau sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan pada waktu tertentu yang berada pada kondisi normal *Availability* juga diartikan sebagai jumlah waktu dikurangi dengan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perawatan dan perbaikan. Tingkat ketersediaan atau *availability* dipengaruhi oleh nilai interval penggantian dan perbaikan. Ada beberapa cara pengukuran keterawatan, namun yang paling sering digunakan dan yang akan dibahas pada bagian ini adalah *Mean Time To Repair (MTTR)*. Secara umum waktu perbaikan dapat diberlakukan sebagai variabel random karena kejadian yang berulang dapat mengakibatkan waktu perbaikan yang berbeda-beda. *MTTR* diperoleh dengan (Ebbiling, 1997)

$$MTTR = \int_0^{\infty} t \cdot h(t) dt = \int_0^{\infty} (1 - H(t)) dt \quad (1)$$

Dimana:

h(t) adalah fungsi kepadatan peluang untuk data waktu perbaikan.

H(t) adalah fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan.

t adalah waktu

Metode Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. Metode peramalan ini menitik-beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang

lebih tua. Dalam *exponential smoothing* terdapat satu atau lebih parameter *smoothing* yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Metode *exponential smoothing* dibagi lagi berdasarkan menjadi beberapa metode. (Makridakis, 1999)

Single Exponential Smoothing

Juga dikenal sebagai *simple exponential smoothing* yang digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya hanya 1 bulan ke depan. Model mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai mean yang tetap, tanpa trend atau pola pertumbuhan konsisten. Rumus untuk Simple exponential smoothing adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = a * X_t + (1 - a) * F_t \quad (2)$$

Dimana :

F_t = peramalan untuk periode t

$X_t + (1-a)$ = Nilai aktual time series

F_{t+1} = peramalan pada waktu t + 1

a = konstanta perataan antara 0 dan 1 (Makridakis, 1999).

Double Exponential Smoothing

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend. *exponential smoothing* dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diupdate setiap periode level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. Trend adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode. Rumus *double exponential smoothing* adalah:

$$S_t = a * Y_t + (1-a) * (S_{t-1} + b * t - 1)$$

$$B_t = \gamma * (S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma) * b * t - 1$$

$$F_{t+m} = S_t + b * t * m$$

dimana:

S_t = peramalan untuk periode t.

$Y_t + (1-a)$ = Nilai aktual time series

$b * t$ = trend pada periode ke-t

a = parameter pertama perataan antara nol dan 1

1 = untuk pemulusan nilai observasi

γ = parameter kedua, untuk pemulusan trend

F_{t+m} = hasil peramalan ke-m

m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

(Makridakis, 1999).

Triple Exponential Smoothing

Makridakis, (1999) menerangkan bahwa metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend dan perilaku musiman Untuk menangani musiman, telah dikembangkan parameter persamaan ketiga yang disebut metode *Holtn Winters* sesuai dengan nama penemunya. Terdapat dua model *Holt-Winters* tergantung pada tipe musimannya yaitu *Multiplicative seasonal model* dan *Additive seasonal model*. Metode *exponentian smoothing* yang telah dibahas sebelumnya dapat digunakan untuk hampir segala jenis data stasioner atau non stasioner sepanjang data tersebut tidak mengandung faktor musiman. Tetapi bilamana terdapat musiman, metode ini dijadikan cara untuk meramalkan data yang mengandung faktor musiman, namun metode ini sendiri tidak dapat mengatasi masalah tersebut dengan baik. Meskipun demikian, metode ini dapat menangani factor musiman secara langsung. Rumus yang digunakan untuk *triple exponential smoothing* adalah:

Pemulusan trend:

$$Bt = g (St - St-1) + (1 - g) bt-1$$

Pemulusan Musiman:

$$I = b t X \\ t S + (1-b) t -L + m$$

Ramalan:

$$Ft + m = (St + bt m)It - L + m$$

Dimana L adalah panjang musiman (misal, jumlah kuartal dalam suatu tahun), b adalah komponen trend, I adalah faktor penyesuaian musiman, dan $Ft + m$ adalah ramalan untuk m periode ke muka dapat dihipotesiskan baik sebagai fungsi dari waktu atau sebagai fungsi dari variabel bebas, kemudian diuji. Langkah penting dalam memilih model *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis dan *trend*.

Reveiw Penelitian Sebelumnya

Sanjoy Kumar Paul (2012) Dalam penelitiannya yang berjudul *Determination of Exponential Smoothing Constant to Minimize Mean Square Error and Mean Absolute Deviation* Memilih nilai yang sesuai dari *eksponensial smoothing* konstan untuk meminimalkan kesalahan dalam peramalan. Makalah ini membahas pemilihan nilai optimal *eksponensial smoothing* konstan meminimalkan *mean square error (MSE)* dan rata-rata penyimpangan absolut (*MAD*).

T. Ofori¹ and L. Ephraim (2012) Dalam penelitiannya *Vagaries of The Ghanaian Inflation Rate Application of Exponential Smoothing Technique*. Subjek penelitian ini adalah representasi dan perbandingan terbaik *exponential smoothing* Teknik transformasi, transformasi akar kuadrat dan transformasi alamiah *log data set*. Analisis didasarkan pada tingkat inflasi bulanan Ghana dari Januari 2000 sampai Desember 2011. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat prediksi inflasi konsisten dengan *time series* yang diamati. Trend teknik *exponential smoothing* ditemukan sebagai yang paling cocok dibanding *Normalised Bayesian Information Criterion (BIC)* dari 1,373, rata-rata Kesalahan Persentase *Absolute (MAPE)* dari 5,652, *Root Mean Square* 1,846 dan nilai yang tinggi dari *R-Square* sebesar 0,951.

Tomas Nordfjell dkk (2010) dalam artikelnya *Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010* penelitian ini menjelaskan perkembangan teknologi logging skala besar di Swedia dari tahun 1985 sampai 2010. Data dikumpulkan dari penjualan bahan produsen dan dari perusahaan hutan yang luas. Rata-rata, forwarder yang diproduksi pada tahun 2010 telah booming sampau 27-33% lebih tinggi daripada yang diproduksi pada tahun 1985 1989. Harga disesuaikan dengan inflasi menengah pemanen tunggal grip tetap sama, tapi harga majunya meningkat sebesar 30-50% dalam periode ini. *Mechanical availibilty* berbagai kelas mesin yang digunakan meningkat dari 70? 80% sampai 85? 88% antara tahun 1985 dan 2008. panen yang biaya menipis menurun antara tahun 1990 dan 1998, sedangkan perasaan akhir menurun dari tahun 1985 sampai 2006. Namun, di 2008 biaya baik penebangan menipis dan terakhir cenderung meningkat.

Man Ho Kim dkk (2008) dalam penelitiannya *Predictive Hybrid Redundancy using Exponential Smoothing Method for Safety Critical Systems* struktur prediksi *redundansi hybrid* yang dapat menghapus nilai-nilai yang paling keliru. Selain itu, beberapa Hasil simulasi numerik diberikan di mana *redundansi hybrid* prediksi melebihi rata-rata terkenal dan memilih median

L. K Ibrahim dan U. Dauda (2012) dalam penelitiannya *Modeling Monthly Rainfall Time Series Using Ets Stace Space and Sarima Models* subjek penelitian adalah stasiun cuaca di Malaysia dengan menggunakan berbagai metode statistik memungkinkan untuk menganalisis perilaku temporal curah hujan di wilayah studi. Analisis *time series* adalah alat

penting dalam pemodelan dan peramalan curah hujan. *Ekspensial smoothing* dibangun dan dapat memberikan informasi yang dapat membantu pengambil keputusan membangun strategi untuk perencanaan yang tepat bagi pertanian, sistem drainase dan aplikasi sumber daya air lainnya di Malaka dan Kelantan.

Zhiyong Yang (2014) dalam penelitiannya *An Exponential Smoothing Adaptive Failure Detector in the Dual Model of Heartbeat and Interaction*, dimana dalam tulisan ini mengusulkan implementasi baru dari detektor kegagalan. Implementasi ini menggunakan model dual detak jantung dan interaksi. Pertama, model detak jantung diadopsi untuk mempersingkat waktu deteksi, jika proses deteksi tidak menerima pesan detak jantung dalam waktu yang diharapkan. Model interaksi ini kemudian digunakan untuk memeriksa proses lebih lanjut. Waktu yang diharapkan dihitung dengan menggunakan metode eksponensial. Pemulusan eksponensial smoothing yang digunakan untuk memperkirakan waktu kedatangan berikutnya tidak hanya dalam data acak, tetapi juga dalam data tren linear. Hal ini membuktikan bahwa detektor bisa menjadi detektor sempurna

Shih-Huang Chen, et al (2014) dalam penelitiannya *Establishing of Passengers Forecasting Model between the Cross-Strait Using Support Vector Regression, Genetic Programming, and Exponential Smoothing*, Penelitian ini menggunakan metode support vector regresi, pemrograman genetik, dan model pemulusan eksponensial dengan membangun model peramalan penumpang antara lintas-selat. Penelitian ini telah mengadopsi metode SVR membangun model perkiraan yang sesuai pada penumpang antara lintas selat. Model bisa akurat memperkirakan jumlah penumpang di pasar diperlukan di masa depan

3. METODE PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode peramalan kuantitatif. Dimana metode peramalan kuantitatif adalah metode peramalan yang melibatkan analisis statistik terhadap data-data masa lalu (Firdaus, 2006). Penelitian yang menggunakan rentetan data deret waktu, maka metode peramalan kuantitatif yang dipakai adalah metode peramalan kuantitatif model deret waktu satu ragam. Metode peramalan kuantitatif model deret waktu satu ragam adalah metode peramalan yang fokus pada observasi

terhadap urutan pola data yang secara kronologis suatu peubah tertentu, misalnya teknik naïf, perataan, pemulusan (*smoothing*), dekomposisi, tren, metodologi *Box Jenkins* seperti *ARMA* dan *ARIMA* (Firdaus, 2006)

Bentuk peramalan kuantitatif yang dipilih dari adalah eksponensial *smoothing*. Hal ini disebabkan keunggulan metode ini dibandingkan metode-metode lainnya. Pertama, metode pemulusan eksponensial bersifat sederhana, intuitif dan mudah dipahami. Artinya, walaupun sederhana namun sangat berguna bagi peramalan pendek (*shortterm forecasting*) dari data deret waktu yang panjang (Lai et al dalam Gerry Giliant Salamena, 2011). Kedua, model eksponensial smoothing memiliki tingkat kompleksitas yang rendah dari *ARIMA* dan membuatnya sangat populer Lai et al dalam Gerry Giliant Salamena, 2011). Lilien & Kotler dalam Gerry Giliant Salamena, (2011) melaporkan bahwa model pemulusan eksponensial dipakai secara luas yakni persentase sekitar 13 % di industri. Hal ini menunjukkan populernya metode ini. Ketiga, Mills dalam Gerry Giliant Salamena, (2011) menemukan perbedaan yang cukup kecil secara akurasi dalam peramalan antara teknik pemulusan eksponensial dengan model *ARIMA*. Secara umum, model *eksponensial smoothing* direkomendasikan sebagai sebuah teknik yang tidak kompleks dan ekonomis (*inexpensive technique*) dengan hasil ramalan yang cukup baik dalam variasi aplikasi yang luas (Lai et al. dalam Gerry Giliant Salamena, 2011.). Berdasarkan pendapat lain, secara ringkas keunggulan metode *eksponensial smoothing* dibandingkan metode tradisional lainnya menurut Leabo & Smith dalam Gerry Giliant Salamena, (2011) yakni : (1) data-data selalu dioperasikan dengan efisien, (2) hanya membutuhkan sedikit data dari satu waktu ke waktu berikutnya, (3) dapat dimodifikasi untuk mengolah data yang berisi trend tertentu atau pola musiman, dan (4) dapat digunakan dengan biaya murah baik secara manual maupun dengan komputer.

Data dan Pengolahan Data

Data di ambil dari riwayat preventif maintenance sebuah perusahaan tambang yang menggunakan truk tambang di daerah Kalimantan Selatan. Hal ini karena populasi penggunaan peralatan berat di Kalimantan Selatan cukup besar terutama di sektor pertambangan batu bara. Pengolahan data dengan uji statistik menggunakan *SPPS* dengan menggunakan metode *exponential smoothing* seperti yang dijelaskan diatas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Data

Data pada penelitian ini dikumpulkan dari riwayat maintenance truk Off High Way (OHT) model 777 D Caterpillar dari salah satu perusahaan tambang yang besar di Kalimantan Selatan dan menggunakan truk model ini.

Data yang dilihat adalah selamat kurun waktu 3 tahun, dimana dilihat rata-rata

Mechanical Availability (MA) tiap bulan selama truk itu beroperasi dari tahun 2011 sampai dengan 2013. Gambaran ringkasan data adalah (Tabel 1). Data ini diolah dengan program SPSS 23 output yang menggambarkan model forecasting exponential smoothing time series .

Tabel 1 Data Rata-rata MA OHT 777 D

Bulan	2011	2012	2013
Januari	78,85	74,43	49,98
Februari	83,50	7,92	7,74
Maret	72,15	68,75	29,33
April	69,76	76,22	67,52
Mei	75,27	61,25	82,29
Juni	43,40	90,12	53,88
Juli	93,09	50,24	63,99
Agustus	77,01	66,69	82,18
September	55,24	29,01	65,49
Oktober	21,49	13,18	40,03
Nopember	40,38	84,12	25,17
Desember	86,01	70,56	35,31

Model Fit

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	,360	.	,360	,360	,360	,360	,360	,360	,360	,360	,360
R-squared	-,032	.	-,032	-,032	-,032	-,032	-,032	-,032	-,032	-,032	-,032
RMSE	24,745	.	24,745	24,745	24,745	24,745	24,745	24,745	24,745	24,745	24,745
MAPE	81,654	.	81,654	81,654	81,654	81,654	81,654	81,654	81,654	81,654	81,654
MaxAPE	691,055	.	691,055	691,055	691,055	691,055	691,055	691,055	691,055	691,055	691,055
MAE	20,457	.	20,457	20,457	20,457	20,457	20,457	20,457	20,457	20,457	20,457
MaxAE	54,732	.	54,732	54,732	54,732	54,732	54,732	54,732	54,732	54,732	54,732
Normalized BIC	6,517	.	6,517	6,517	6,517	6,517	6,517	6,517	6,517	6,517	6,517

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	R-squared	Statistics	DF	Sig.	
Mechanical Availability-Model_1	0	,360	-,032	24,173	17	,115	0

Berdasarkan tabel Model Description di atas, dapat diketahui bahwa Model Peramalan yang terbaik dan sesuai dengan data historis yang dianalisis adalah Model *Winters' Multiplicative*. Model peramalan ini menunjukkan bahwa besaran Mechanical Availability pada OHT 777 D mengikuti pola penurunan seiring dengan waktu dengan besaran nilai Mechanical Availability yang berubah dari waktu ke waktu. Model peramalan yang dihasilkan dari proses peramalan bisa saja berubah dari waktu ke waktu mengikuti perkembangan pola data yang ada. Model pada contoh inipun bisa jadi berbeda bila

rentang waktu data yang digunakan diganti, misalkan jika data yang digunakan diganti menjadi 3 tahun terakhir, maka bisa jadi model peramalan yang didapat akan berbeda dengan model yang menggunakan data 5 tahun terakhir.

Untuk mengetahui layak tidaknya model peramalan untuk digunakan, dapat dilihat dari nilai signifikansi statistik **Ljung-Box Q** pada tabel **Model Statistics**. Jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05, maka model peramalan dinyatakan layak untuk digunakan, sebaliknya jika nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05, maka

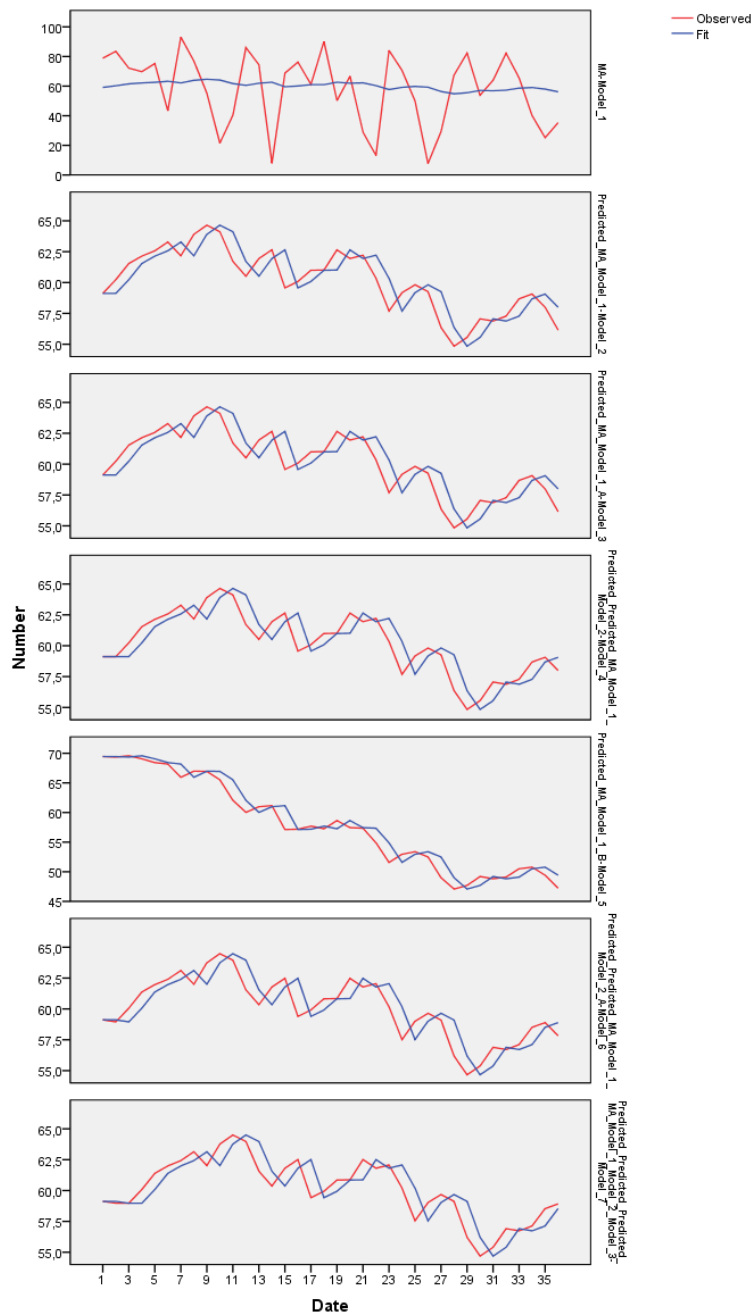
model peramalan dinyatakan tidak layak untuk digunakan. Dari model statistik didapat bahwa signifikansi adalah 0,115 yang berarti model layak untuk digunakan.

Berdasarkan statistik uji Ljung Box Q, dapat dilihat bahwa nilai signifikansinya sebesar 0,115. Oleh karena nilai signifikansinya > 0,05, maka dapat dinyatakan bahwa model peramalan layak untuk digunakan dalam memprediksi selama tiga tahun kedepan. Sementara itu, nilai Stationary R-square sebesar 0,360 menunjukkan bahwa 36,0% nilai Mechanical Availability pada masa yang akan datang

dipengaruhi oleh pola data nilai Mechanical Availability yang terjadi pada masa lampau hingga saat ini, sedangkan sisanya (64%), dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain.

Dari tabel model fit di atas, dapat diketahui bahwa nilai MAPE sebesar 81,564% Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi rata-rata model dalam memprediksi nilai MA pada OHT 777 D adalah 81,564%.

Untuk melihat model prediktif dari MA beberapa tahun kedepan dapat dilihat pada Series Chart berikut :



Gambar 1. Series Chart

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun adalah layak untuk meramalkan Nilai MA dari OHT 777 D tiga tahun kedepan. 36,0% nilai Mechanical Availability pada masa yang akan datang dipengaruhi oleh pola data nilai Mechanical Availability yang terjadi pada masa lampau hingga saat ini, sedangkan sisanya (64%), dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Tingkat akurasi rata-rata model dalam memprediksi nilai MA pada OHT 777 D adalah 81,564%..

Saran

Disarankan untuk melakukan forecasting dengan model yang lain dan dengan data yang lebih banyak untuk jenis unit yang sama sehingga akurasi data benar-benar maksimal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, R. G , 1959, Statistical Forecasting for Inventory Control, McGraw-Hill Company New York,
- [2] CZ.P.Yu, H. Liu , Y. C. Liu, F. Q., 2008, An Improved Adaptive Exponential Smoothing Model for Short Term Travel Time Forecasting of Urban Arterial Street, *Acta automatica sinica*, Vol. 34, No. 11, 1404–1409,
- [3] Dervitsiotis, Kostas N. 1981. Operational Management. : Mc Graw Hill Book Company, New York
- [4] Eko Nursubiyantoro dan Triwiyanto, 2012, Sitem Manajemen Perawatan Unit MMU Pump dan Oil Shipping Pump, Industrial Engineering Conference (IEC), Program Studi Teknik Industri, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta
- [5] Ebeling, C.E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. The Mc-Graw Hills Companies Inc., Singapore..
- [6] Firdaus, M. 2006. Analisis deret waktu satu ragam *Arima Sarima Arch-Garch*. IPB Press. Bogor.
- [7] Giacomo Sbrana dan Andrea Silvestrini (2014) Random Switching Exponential Smoothing and Inventory Forecasting, Temi di Discussioni, Printed by the Printing and *Publishing Division of the Banca d'Italia*.
- [8] Gerry Giliant Salamena , 2011, Pengujian Model Peramalan Deret Waktu Sea Surface Temperature (SST) Teluk Ambon Luar Dengan Metode Exponential Smoothing *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, Volume 37 No.1 pp 43-55*
- [9] Jalil, N. A. A., Ahmad, H., M., Mohamed, N. (2013). Electricity Load Demand Forecasting Using Exponential Smoothing Methods *World Applied Sciences Journal* Vol 22 No 11 pp 1818-4952.
- [10] L. K Ibrahim & U. Dauda (2012) Modeling Monthly Rainfall Time Series Using Ets Stace Space and Sarima Model. *International Journal of Physics and Mathematical Research*, Vol. 1, No. 1, pp. 011-014
- [11] Makridakis, Spyros dan Wheelwright, Steven C., 1999, Metode dan Aplikasi Peramalan. Binarupa Aksara, Jakarta
- [12] Man Ho Kim, Suk Lee, and Kyung Chang Lee, 2013 Predictive Hybrid Redundancy using Exponential Smoothing Method for Safety Critical Systems, *International Journal of Control, Automation, and Systems*, vol. 6, no. 1, pp. 126-134.
- [13] Montgomery, D. C, Johnson L.A, Gardiner, JS. 1990, Forecasting and Time Series Analysis, McGraw-Hill, Inc, ISBN 0-07-042858-1.
- [14] Pradeep Kumar Sahu, Rajesh Kumar , 2013 , Demand Forecasting For Sales of Milk Product (Paneer) In Chhattisgarh, *International Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES)*, Volume-1, Issue-9, pp 10-13
- [15] Rahmad dkk, 2012, Penerapan *Overall Equipment Effectiveness (Oee)* Dalam Implementasi *Total Productive Maintenance (TPM)* (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y"), *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3, No.3*, pp 431-437
- [16] Sanjoy Kumar Paul, 2012, Determination of Exponential Smoothing Constant to Minimize Mean Square Error and Mean Absolute Deviation, *Global*

Journal of Research in Engineering
Volume 11 Issue 3 Version 1. pp 31 – 34

- [17] Suwanvijit, W., Lumley, L., Choonpradub, C., McNeil, N, 2011, On Term Sales Forecasting Using Lee-Carter And Holt-Winter Method . *Journal of Applied Business Research Vol.27 No.1.*
- [18] Sidik, N. 2010., Forecasting Volume Produksi Tanaman Pangan, Tanaman Perkebunan Rakyat Kab. Magelang Dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing Berbantu Minitab, Skripsi S1. Medan: Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- [19] Shih-Huang Chen, et al ,2014, Establishing of Passengers Forecasting Model between the Cross Strait Using Support Vector Regression, Genetic Programming, and Exponential Smoothing, *Journal of Industrial and Intelligent Information Vol. 2, No. 1,* pp 78-82
- [20] T. Ofori¹ and L. Ephraim, 2012, *Vagaries of The Ghanaian Inflation Rate Application of Exponential Smoothing Technique. International Journal of Research in Environmental Science and Technology, Vol 2 No. 4,* pp 150-160
- [21] Tomas Nordfjell, Rolf Bjorheden, Magnus Thor, Iwan Wasterlund ,2010 , Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010, *Scandinavian Journal of Forest Research,* pp 382-389
- [22] T. Ofori & L. Ephraim, 2012, Vagaries of the Ghanaian Inflation Rate Application of Exponential Smoothing Technique, *International Journal of Research in Environmental Science and Technology,* pp 150-160
- [23] Zhiyong Yang et al, 2014, An Exponential Smoothing Adaptive Failure Detector in the Dual Model of Heartbeat and Interaction, *Journal of Computing Science and Engineering, Vol. 8, No. 1,* pp. 17-24