

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/349517861>

PENGUJIAN MODEL PERAMALAN DERET WAKTU SEA SURFACE TEMPERATURE (SST) TELUK AMBON LUAR DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING

Article in *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)* - January 2011

CITATIONS

4

READS

184

1 author:



[Gerry Giliant Salamena](#)

James Cook University/National Research and Innovation Agency of Indonesia

12 PUBLICATIONS 36 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

ISSN 0125 - 9830

OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA

Volume 37, Nomor 1, April 2011



**PUSAT PENELITIAN OSEANOGRAFI
PUSAT PENELITIAN LIMNOLOGI
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
JAKARTA - BOGOR**

OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA (OLDI)

- Diterbitkan oleh : PUSAT PENELITIAN OSEANOGRAFI DAN
PUSAT PENELITIAN LIMNOLOGI,
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI)
- Pemimpin Redaksi : Prof. Dr. Sri Juwana
Redaksi Pelaksana : Prof. Drs. Ruyitno M.Sc.
Anggota Redaksi : 1. Ir. Sulastri
2. Dr. Ir. Dede Irving Hartoto
3. Dra. Tjutju Susana
4. Dr. Hagi Yulia Sugeha, S.Pi, M.Si.
- Sekretaris Redaksi : 1. Siti Sulanjari
2. Dian Oktaviyani, A.Md.
- E-mail Redaksi : 1. dian_jakun@yahoo.co.id
2. sing002@lipi.go.id
- Alamat Redaksi : Pusat Penelitian Oseanografi LIPI
Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur,
Jakarta, Indonesia.
Telp. 021-6471 3850
Fax. 021-6471 1948
- Nomor Akreditasi : 189/AUI/P2MBI/08/2009
Mitra Bestari : 1. Dr. Anugerah Nontji
2. Prof. Dr. Endi Setia Kartamiharja, M.Sc.
3. Prof. Dr. Ir. Komar Sumantadinata, M. Sc.

Catatan untuk penulis naskah:B

1. **Bidang:** Tulisan-tulisan yang dapat dimuat dalam *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* adalah yang bersangkutan dengan kegiatan penelitian perairan laut dan perairan darat di Indonesia.
2. **Tipe manuskrip:** Hasil-hasil penelitian, dan hasil-hasil survey, tinjauan kritis, resensi buku, atau komunikasi singkat (*short notes*), mengenai perairan Indonesia meliputi: oseanografi, limnologi, biologi perairan, produktivitas perairan, pencemaran perairan, dan masalah-masalah lain yang terkait (*relevant*).
3. **Bahasa manuskrip:** Semua naskah harus ditulis dengan bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang jelas. Naskah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia menggunakan (Ejaan Yang Disempurnakan) atau dalam bahasa Inggris (Ejaan menurut *Oxford Dictionary*).
4. **Hasil cetak:** Setiap penulis akan menerima satu terbitan.
5. **Hak cipta:** Hak cipta makalah yang diterbitkan pada jurnal ini diserahkan kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
6. **Persyaratan teknis manuskrip:** Dewan Redaksi hanya akan memproses secara keredaksian bila manuskrip yang diterima sudah memenuhi persyaratan teknis seperti yang disajikan pada Petunjuk Penulisan Manuskrip.
7. **Lain-lain:** Oseanologi dan Limnologi di Indonesia menerima sumbangan naskah dari penulis di luar Puslit Oseanografi dan Puslit Limnologi dengan ketentuan isinya memenuhi kriteria standard OLDI.

DAFTAR ISI

	Halaman
1. ANDRIANI WIDYASTUTI : Perkembangan gonad kerang darah (<i>Anadara antiquate</i>) di perairan Pulau Auki, Kepulauan Padadido, Biak, Papua.....	1-17
2. RICKY ROSITASARI dan YUNIA WITASARI : Kajian paleoklimat berdasarkan karakteristik mineral dan foraminifera di pesisir Cirebon, Jawa Barat.....	19-28
3. NURDIN MANIK : Struktur komunitas ikan di padang lamun Kecamatan Wori, Sulawesi Utara.....	29-41
4. GERRY GILANT SALAMENA : Pengujian model peramalan deret waktu <i>Sea Surface Temperature (SST)</i> Teluk Ambon Luar dengan metode <i>Exponential Smoothing</i>	43-55
5. PRAPTO DARSONO : Evaluasi aplikasi teknik manipulasi lingkungan dalam pemijahan teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>)....	57-70
6. UCU YANU ARBI : Struktur komunitas moluska di padang lamun perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara.....	71-89
7. NOVA MUJIONO : Studi variasi motif dan morfometri cangkang pada <i>Clithon oualaniensis</i> (Gastropoda : Neritidae) di Indonesia...	91-103
8. RAHMI DINA, MENNOFATRIA BOER dan NURLISA A. BUTET : Profil ukuran panjang dan tingkat kematangan gonad ikan Bada (<i>Rasbora argyrotaenia</i>) pada alat tangkap berbeda di Danau Maninjau.....	105-118
9. CYNTHIA HENNY : “Kolong “ bekas tambang timah di Pulau Bangka : permasalahan kualitas air dan alternatif solusi untuk pemanfaatan.....	119-138
10. SUGIARTI, RADEN TJANG MAS SUTAMIHARDJA, PADMONO CITROREKSOKO : Distribusi spasial sulfida total di kolom air Danau Maninjau Sumatera Barat.....	139-154
11. NOFDIANTO : Growth of algal periphyton to light and temperature.....	155-169
12. IIN INAYAT AL HAKIM : Fauna makrobentik substrat lunak di perairan pelabuhan Tanjung Mas Semarang Jawa Tengah.....	171-189

PENGUJIAN MODEL PERAMALAN DERET WAKTU SEA SURFACE TEMPERATURE (SST) TELUK AMBON LUAR DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING

oleh

GERRY GILIAN T SALAMENA

UPT. Balai Konservasi Biota Laut LIPI – Ambon

Received 18 October 2010, Accepted 11 January 2011

ABSTRAK

Model peramalan deret waktu suhu air laut permukaan (*Sea Surface Temperature - SST*) dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) dengan menggunakan data yang bersifat musiman yakni metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* tipe aditif dan multiplikatif. Penelitian difokuskan pada eksplorasi data kontinu SST di Teluk Ambon bagian luar, periode Maret 1973 – Agustus 1975. Tujuan penelitian ini adalah menguji tingkat akurasi model peramalan terhadap data observasi SST dan membuat pola data untuk kepentingan lebih lanjut yakni peramalan untuk satu tahun ke depan berdasarkan hasil model yang dibandingkan untuk menganalisis karakteristik model. Kalkulasi data menggunakan *R software* dengan dasar pemilihan konstanta *Holt-Winters* (α , β dan γ) mengacu pada teknik meminimalan kesalahan prediksi kuadrat rata-rata (*minimizing the mean squared prediction error*). Hasil perhitungan model menunjukkan tingkat kesalahan (*error*) peramalan dengan hasil observasi seperti MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) kurang dari 10%. Nilai MAE (*Mean Absolute Error*), MSE (*Mean Square Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan SDE (*Standard Deviation of Error*) dari model ini lebih rendah jika dibandingkan dengan model pemulusan eksponensial tunggal dan ganda. Model pemulusan eksponensial *Holt-Winters* memiliki hubungan korelasi yang tinggi dengan data observasi ($r_{\text{aditif}} = 0,75020$ dan $r_{\text{multiplikatif}} = 0,74430$).

Kata kunci: *Holt-Winters*, SST, Teluk Ambon bagian luar.

ABSTRACT

TEST FORECASTING MODEL OF OUTER AMBON BAY SEA SURFACE TEMPERATURE (SST) TIME SERIES BY EXPONENTIAL SMOOTHING METHOD. *Forecasting model of Sea Surface Temperatures (SST) time series can be built by several method, for example by seasonal exponential*

smoothing method, that are multiplicative seasonal model of Holt-Winters's method and additive seasonal model of Holt-Winters's method. This research concern about exploration of average SST data time series of outer Ambon Bay in March 1973 to August 1975 period by statistical model. The main purposes of this research are verifying model result to observed value and predicting one year ahead data series based on model result verified to analyzing characteristic of model. Forecasting model was built by Holt-Winters exponential smoothing method (additive and multiplicative) that calculating by R software with minimizing the mean squared prediction error. Model calculating result show that an error analysis (MAPE - Mean Absolute Percentage Error) of forecasting model to observed data was smaller than 10 %. Error analysis (Mean Absolute Error (MAE), Mean Square Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Standard Deviation of Error (SDE)) of Holt-Winters exponential smoothing method are smaller than others exponential smoothing (single and double). Holt-Winters exponential smoothing method have high relationship of correlation to observed data ($r_{aditif} = 0,75020$ and $r_{multiplikatif} = 0,74430$).

Key words: *Holt-Winters*, SST, outer Ambon Bay.

PENDAHULUAN

Secara klimatologi, wilayah Indonesia mengalami dua jenis musim akibat pengaruh aktivitas monsoon yakni musim kering (*dry season*), yang terjadi dalam periode bulan Juli hingga November, dan musim penghujan (*wet season*) yang terjadi dalam periode Desember hingga Mei (Hendon, 2003). Pengaruh aktivitas ENSO, secara klimatologi wilayah Indonesia mengalami hujan di musim kering (*dry season rainfall*), pada periode April - September dan musim basah/penghujan (*wet season*), pada periode Oktober – Maret (MoE, 2007). Khusus daerah Teluk Ambon ada empat musim yang terjadi yakni musim barat, pada periode Desember hingga Februari, musim peralihan I, pada periode Maret hingga Mei, musim timur, pada periode Juni hingga Agustus dan musim peralihan II, pada periode September hingga November (Tarigan & Sapulete, 1987). Perbedaan karakteristik empat musim tentunya mempengaruhi kondisi perairan di Teluk Ambon.

Monitoring parameter suhu air laut permukaan (*Sea Surface Temperature - SST*) perairan Teluk Ambon bagian luar dengan posisi area penelitian $03^{\circ} 37' 42''$ - $03^{\circ} 47' 35''$ LS dan $127^{\circ} 59' 09''$ - $128^{\circ} 14' 25''$ BT secara musiman telah dilakukan sejak tahun 1973 hingga tahun 1983 dengan hasil berupa nilai rata-rata SST tiap bulannya (Tarigan, 1989). Metode yang dipakai Tarigan (1989) untuk mengukur suhu permukaan adalah dengan menggunakan alat *protected reversing thermometer* di kedalaman 0,50 meter. Namun data observasi yang bersifat cukup kontinu hanya dari periode Maret 1973 hingga Agustus 1975 (Tarigan, 1989). Terdapat data beberapa tahun kedepan hingga 1983, namun tidak bersifat kontinu. Data kontinu dari periode Maret 1973 hingga Agustus 1975 sangat bermanfaat jika dieksplorasi

guna dibuat model peramalan sehingga pendugaan dan pencocokan terhadap data-data setelahnya untuk keperluan pengamatan musiman dapat bersifat lebih komprehensif. Pengamatan SST yang dilakukan kontinu selama periode Maret 1973 hingga Agustus 1975 berturut-turut untuk tiap musim di areal perairan tersebut menghasilkan kumpulan data deret waktu (*time series data*) yang intervalnya kurang lebih untuk dua tahun pengamatan (Tarigan, 1989).

Data deret waktu adalah data yang dikumpulkan dan diamati atas rentang waktu tertentu (Firdaus, 2006). Eksplorasi data menekankan pada bagaimana data sepanjang periode pengamatan (Firdaus, 2006). Diasumsikan data deret waktu dapat dipisahkan berdasarkan empat unsur yakni : trend, variasi musiman, siklus serta komponen acak (Firdaus, 2006).

Tren adalah komponen data deret waktu yang menunjukkan peningkatan atau penurunan pola data dalam waktu yang cukup lama selama periode waktu pengamatan (Firdaus, 2006). Unsur variasi musiman adalah fluktuasi data berulang setiap hari, minggu atau bulan karena faktor tertentu misalnya cuaca (Firdaus, 2006). Siklus adalah fluktuasi seperti gelombang disekitar tren, dengan kata lain siklus adalah pola musiman dalam waktu yang lebih panjang yang berulang seperti lima sampai sepuluh tahun (Firdaus, 2006). Komponen acak adalah fluktuasi dalam data yang disebabkan oleh variasi ketiganya yakni faktor-faktor yang tidak terantisipasi (Firdaus, 2006).

Keberadaan data deret waktu yang dihasilkan dari pengamatan temperatur secara kontinu setiap musimnya di Teluk Ambon bagian luar (Tarigan, 1989) memberikan pola data untuk interval waktu pengamatan. Jika membahas pengamatan secara musiman di Teluk Ambon maka aspek tren, variasi musiman dan siklus akan berperan utama pada data deret waktu tersebut. Menurut Mentzer (1988), analisis dari data deret waktu dilakukan untuk mencari pola masa lampau dari variabel yang akan menjadi ramalan dan pengujian pada objek tinjauan untuk memprediksi masa depan. Dengan data deret waktu, maka dapat dibuat peramalan yang berfungsi untuk membuat dan menentukan pola data, estimasi model peramalan dan pengevaluasian hasil estimasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menguji tingkat akurasi model peramalan terhadap data observasi SST dan (2) membuat dan menentukan pola data untuk kepentingan lebih lanjut semisal peramalan untuk satu tahun ke depan berdasarkan hasil model yang dibandingkan untuk menganalisis karakteristik model. Manfaat dari model yang dibuat ini nantinya akan menghasilkan rekomendasi apakah model ini cocok untuk peramalan nilai SST di perairan Teluk Ambon bagian luar (*outer Ambon Bay*) untuk periodisasi yang berbeda selain periode tahun 1973 hingga 1975.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode peramalan kuantitatif. 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 beberapa metode yang ada adalah pemulusan 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.*, 2006). Kedua, model pemulusan eksponensial memiliki tingkat kompleksitas yang rendah dari ARIMA dan membuatnya sangat populer (Lai *et al.*, 2006). Lilien & Kotler (1983) melaporkan bahwa model pemulusan eksponensial dipakai secara luas yakni persentase sekitar 13 % di industri. Hal ini menunjukkan populernya metode ini. Ketiga, Mills (1991) menemukan perbedaan yang cukup kecil secara akurasi dalam peramalan antara teknik pemulusan eksponensial dengan model ARIMA. Secara umum, model pemulusan eksponensial 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.*, 2006). Berdasarkan pendapat lain, secara ringkas keunggulan metode pemulusan eksponensial dibandingkan metode tradisional lainnya menurut Leabo & Smith (1968) 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.

Hasil penggunaan metode ini untuk data-data musiman seperti untuk peramalan data perairan dilaporkan Kettle *et al.* (2004) untuk kasus model pemulusan eksponensial pada modelnya yakni empiris suhu permukaan pada sebelah barat daya perairan Greenland saat musim panas. Data yang dipakai Kettle *et al.* (2004) pada periode tahun 1998-2000 dengan rentan waktu dua tahun sama dengan data yang dimiliki Tarigan (1989) walaupun untuk periode yang berbeda. Hasil yang didapat cukup presisi dengan kemampuan peramalan (*forecast skill*) hingga 90% dengan deviasi standar rata-rataprediksi (*average standard error of prediction*) tiap 1,0 °C serta memiliki koefisien korelasi (r) sebesar 0,927362 (Kettle *et al.*, 2004). Dengan demikian direkomendasikan untuk penelitian data deret waktu temperatur laut permukaan (*Sea Surface Temperatures- SST*) pada Teluk Ambon bagian luar untuk menggunakan metode pemulusan eksponensial. Dalam aplikasinya, model pemulusan eksponensial terdiri atas tiga tipe yang dipakai secara

luas dalam deret waktu yang bervariasi. Pemulusan eksponensial sederhana/tunggal (Tipe I) adalah model pemulusan eksponensial yang dipakai untuk data deret waktu yang tidak memiliki tren dengan pola pertumbuhan (*pattern of growth*) yang konstan (Lai *et al.*, 2006; Kalekar, 2004). Pemulusan eksponensial ganda (Tipe II) adalah sebuah metode pemulusan eksponensial untuk memecahkan permasalahan deret waktu yang menunjukkan tren linear yang perubahan lambat (Lai *et al.*, 2006; Kalekar, 2004). Dua metode ini terangkum dalam bentuk yang lebih populer yakni : (1) pemulusan eksponensial ganda satu parameter yang bekerja dengan sebuah konstanta pemulusan tunggal, (2) pemulusan eksponensial ganda : dua parameter *Holt-Winters* yang bekerja dengan dua konstanta pemulusan (Lai *et al.*, 2006). Metode ketiga adalah metode *Winter* (Tipe III). Seringkali metode tipe III disebut juga metode pemulusan eksponensial tripel: *Holt –Winters* sesuai nama penemunya (Kalekar, 2004). Metode ini adalah sebuah metode pemulusan eksponensial yang melakukan pendekatan terhadap prediksi data musiman (Kalekar, 2004). Metode ini juga berisi dua pendekatan yakni : (1) metode *Holt-Winters* multiplikatif (*multiplicative Holt-Winter’s method*) yang cocok untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan/penurunan (fluktuasi), dan (2) metode *Holt-Winters* aditif (*additive Holt-Winter’s method*) yang cocok untuk variasi musiman yang bersifat konstan (Lai *et al.*, 2006).

Konsekuensi dari metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* (tipe III) yang dapat dipakai untuk prediksi data musiman, maka metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* cocok untuk dipakai juga untuk data-data oseanografi yang berfluktuasi secara musiman. Metode *Holt-Winters* didasarkan pada tiga persamaan pemulusan, yakni persamaan pemulusan keseluruhan (*overall smoothing*), persamaan pemulusan tren (*smoothing for trend factor*) dan persamaan pemulusan musiman (*smoothing for the seasonal index*) (Hyndman *et al.*, 2008).

Karakteristik mendasar dari metode *Holt-Winters* multiplikatif adalah ukuran dari fluktuasi musiman bersifat variasi dan tergantung pada pemulusan keseluruhan (*overall smoothing*) dari deret waktunya (Kalekar, 2004). Persamaan model ini adalah sebagai berikut :

$$l_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$

(1)

$$b_t = \beta^* (l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$$

(2)

$$S_t = \frac{\gamma y_t}{(l_{t-1} + b_{t-1})} + (1 - \gamma)S_{t-m}$$

(3)

$$y_{t+h} = (l_t + hb_t)S_{t-m+h}$$

(4)

dimana m adalah panjangnya musim yang diamati (dapat berupa jumlah bulan dalam satu tahun, l_t merepresentasikan tingkatan dari deret, b_t menotasikan

peningkatan/penurunan (tren), S_t adalah komponen musiman dan y_{t+h} adalah ramalan untuk periode h kedepan. Parameter α , β^* dan γ adalah tiga parameter pemulusan dengan nilai bersifat opsional antara 0 dan 1 (Hyndman *et al.*, 2008). Persamaan 1-4 berturut-turut disebut persamaan pemulusan keseluruhan (*overall smoothing*), persamaan pemulusan tren (*smoothing for trend factor*), persamaan pemulusan musiman (*smoothing for the seasonal index*) dan persamaan model peramalan (*forecasting model*).

Karakteristik mendasar dari metode metode *Holt-Winters* aditif adalah ukuran dari fluktuasi musiman bersifat tetap (*steady seasonal fluctuations*) dan tergantung pada pemulusan keseluruhan (*overall smoothing*) dari deret waktunya (Kalekar, 2004). Persamaan model ini adalah sebagai berikut :

$$l_t = \alpha(y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1} \quad (6)$$

$$S_t = \gamma(y_t - (l_{t-1} + b_{t-1})) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (7)$$

$$y_{t+h} = (l_t + hb_t)S_{t-m+h} \quad (8)$$

dengan penjelasan variabel dan persamaan sama dengan penjelasan metode *Holt-Winters* multiplikatif (Hyndman *et al.*, 2008).

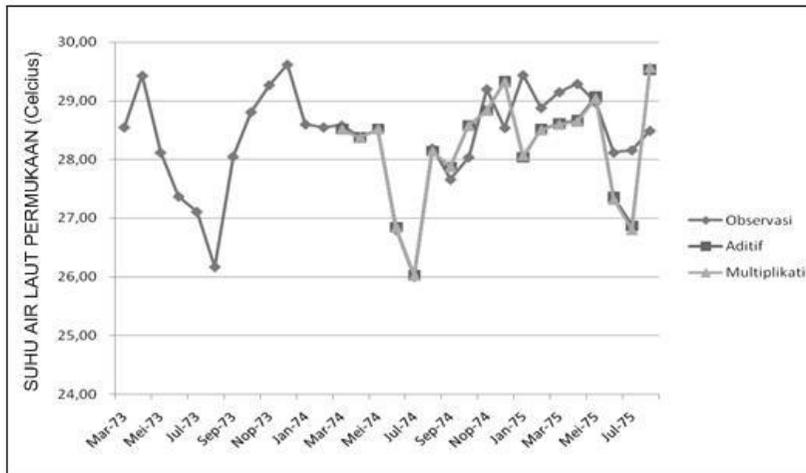
Untuk mengeksekusi persamaan model *Holt-Winters* (multiplikatif dan aditif), digunakan bantuan *R software* (*Comprehensive R Archive Network – CRAN*). Pemilihan nilai konstanta α , β^* dan γ dilakukan oleh *R software* secara otomatis didasarkan pada meminimalan kesalahan prediksi kuadrat rata-rata (*minimizing the mean squared prediction error*) dari peramalan satu langkah kedepan (*the one – step – ahead forecast*) (Nenadic & Zucchini, 2004). Output yang dihasilkan adalah nilai observasi yang telah divalidasi dengan nilai ramalan beserta konstanta α , β dan γ dan data ramalan satu tahun kedepan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan mengeksekusi persamaan-persamaan model pemulusan eksponensial *Holt-Winters* dengan bantuan *R Software*, maka didapat bentuk pencocokan hasil model yang berpasangan dengan hasil observasi untuk masing-masing metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* (Gambar 1). Nilai konstanta α , β dan γ yang ditentukan oleh *R software* berturut-turut adalah $\alpha = 0,4125$, $\beta = 0$ dan $\gamma = 0$ untuk metode aditif dan $\alpha = 0,3891$, $\beta = 0$ dan $\gamma = 0$ untuk metode multiplikatif.

Gambar 1 menunjukkan bahwa model aditif dan multipikatif sangat presisi terutama untuk beberapa data awal. Data ramalan yang dihasilkan oleh metode aditif

MODEL PERAMALAN SST TELUK AMBON



Gambar 1. Grafik fitting metode aditif dan multiplikatif data SST Teluk Ambon bagian luar 1974 -1975.

Figure 1. Fitting graph of additive method and multiplicative method for outer Ambon Bay SST time series in 1974 to 1975 period.

dan multiplikatif dari waktu Maret 1974 hingga Agustus 1974 sangat presisi dengan data observasi.

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa suhu terendah adalah pada periode Agustus 1974 akibat fenomena *upwelling* dengan suhu mencapai 26,00 °C seperti yang dilaporkan Tarigan & Wenno (1991). Menurut Tarigan & Wenno (1991), indikator fenomena *upwelling* di perairan Teluk Ambon bagian luar (berdasarkan pengamatan pada Maret 1974 hingga Februari 1975) adalah perubahan nilai SST di Teluk Ambon bagian luar dimana pada bulan Maret 1974 nilai SST tinggi (28,75 °C) dan menurun pada bulan Agustus 1974 (26,07 °C). Data SST adalah suatu data musiman yang siklusnya akan berulang pada tahun berikutnya maka model multiplikatif dan aditif mencoba memprediksi pengulangan siklus *upwelling* untuk Agustus 1975.

Hal ini ternyata sedikit tidak tercapai (diduga *upwelling* terjadi pada tahun 1975 agak terlambat ataupun kondisi cuaca pada pengamatan saat itu) sehingga belum tercapai suhu minimum pada bulan Agustus 1975. Walaupun demikian, model multiplikatif dan aditif mencoba memberikan gambaran terhadap siklus *upwelling* ini. Tingkat akurasi dari model *Holt-Winters* data SST Teluk Ambon bagian luar menggunakan instrumen statistik seperti *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Standard Deviation of Error* (SDE) dan koefisien korelasi (r) (Makridakis *et al.*, 1995). MAE, MSE, MAPE dan SDE merujuk pada besarnya tingkat kesalahan (*error*) dari sebuah peramalan, semakin kecil nilai instrumen-instrumen ini maka semakin baik peramalan yang dilakukan (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria evaluasi model peramalan *Holt-Winters*.
Table 1. Holt-Winters forecasting models evaluation.

Exponential Smoothing Method	Kind of Error Measurement of Model				r
	MAE	MSE	MAPE (%)	SDE	
Additive ($\alpha = 0.4125$; $\beta = 0$; $\gamma = 0$)	0.45636	0.39875	1.59307	0.64977	0.75020
Multiplicative ($\alpha = 0.3891$; $\beta = 0$; $\gamma = 0$)	0.46356	0.41412	1.61866	0.66218	0.74430

Khusus untuk instrumen r, menurut Cohen *et al.* (2003), koefisien korelasi memiliki sifat berkisar dari -1, ..., 0, ...1. Jika bernilai 0 berarti data tersebut tak memiliki hubungan, dan bila bernilai (-1) atau 1, kedua data yang dibandingkan memiliki hubungan yang kuat. Perbandingan antara metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* dengan dua peninjauan (multiplikatif dan aditif) menunjukkan bahwa metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* tipe aditif lebih presisi (Tabel 1).

Instrumen-instrumen error seperti MAE, MSE, MAPE (%) dan SDE dari model aditif lebih kecil dari model multiplikatif untuk data yang bersifat siklus musiman pada SST Teluk Ambon bagian luar. Instrumen lain seperti koefisien korelasi yang mengungkapkan kuat-tidaknya hubungan antara dua data menunjukkan bahwa metode aditif lebih tinggi koefisien korelasinya dibandingkan dengan metode multiplikatif. Nilai koefisien korelasi yang didapat sedikit lebih rendah yakni berselisih 0,17716 untuk metode aditif dan 0,18306 untuk metode multiplikatif terhadap nilai koefisien korelasi yang dilaporkan oleh Kettle *et al.* (2004) yakni sebesar 0,927362, mengingat objek pengamatan model ini diaplikasikan pada perairan laut, model yang sama diaplikasikan Kettle *et al.* (2004) pada perairan darat (danau) dimana memiliki dinamika yang tidak terlalu kompleks. Sebagai perbandingan untuk metode teknik pemulusan eksponensial lainnya, disajikan juga perbandingan terhadap pemulusan eksponensial tunggal dan ganda (Tabel 2).

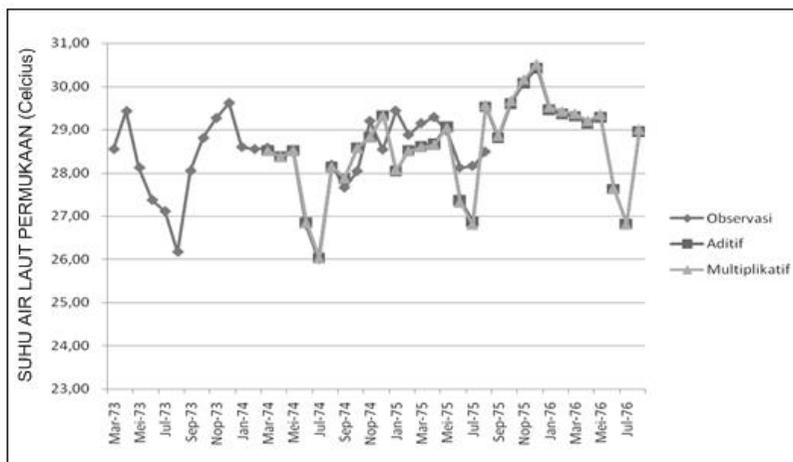
Model tripel pemulusan eksponensial (*Holt-Winters* metode aditif dan multiplikatif) memiliki presisi yang baik khususnya metode aditif untuk data yang sifatnya siklus musiman seperti SST, ditunjukkan pada Tabel 2. Secara umum metode pemulusan eksponensial dapat dikatakan memiliki akurasi peramalan yang baik untuk model pemulusan eksponensial dengan metode aditif, multiplikatif, tunggal dan ganda. Hal ini ditunjukkan dengan besar MAPE yang kurang dari 10% sama seperti yang diperoleh juga oleh Ashuri & Lu (2010) pada peninjauan yang berbeda. Standar nilai MAPE lebih kecil dari 10% dikemukakan oleh Wong *et al.* (2005) sebagai suatu kondisi ambang yang dapat diterima (*an acceptable threshold*) untuk menentukan tingkat akurasi suatu hasil peramalan.

Hal ini berarti bahwa model pemulusan eksponensial dengan metode *Holt-Winters* adalah salah satu alternatif yang dapat dipakai untuk melakukan peramalan untuk data yang bersifat berkala. Setelah perbandingan hasil peramalan terhadap hasil observasi lapangan dari periode Maret 1974 hingga Agustus 1975 memiliki tingkat akurasi yang baik seperti penjelasan Gambar 1, Tabel 1 dan Tabel 2 maka dibuat peramalan lanjutan. Pada peramalan untuk satu tahun berikutnya yakni dari September 1975 hingga Agustus 1976 (Gambar 2) untuk kedua metode *Holt-Winters*

Tabel 2. Perbandingan beberapa metode pemulusan eksponensial data SST Teluk Ambon bagian luar .

Table 2. Comparison of several exponential smoothing for SST outer Ambon Bay time series.

Exponential Smoothing Method	MAE	MSE	MAPE (%)	SDE	r
Additive	0.45636	0.39875	1.59307	0.64977	0.75020
Multiplicative	0.46356	0.41412	1.61866	0.66218	0.74430
Double	0.68130	0.75836	2.43070	0.84416	0.52775
Single	0.68856	0.74654	2.45269	0.83357	0.51407



Gambar 2. Prediksi pola SST Teluk Ambon bagian luar September 1975 – Juli 1976.

Figure 2. Prediction of SST outer Ambon Bay pattern on September 1975 to July 1976 .

menunjukkan prediksi pola siklus musiman SST Teluk Ambon bagian luar dengan siklus yang terus berulang dan memiliki pola yang khas dan berkarakter.

Pada Gambar 2, fenomena *upwelling* diramalkan masih terjadi pada bulan Juli 1976 dengan suhu terendah yang dicapai sebesar 26,82819 °C untuk metode aditif dan 26,80892328 °C untuk metode multiplikatif. Peramalan setahun ke depan dari September 1975 hingga Agustus 1976 dilakukan selain untuk mengamati pola SST secara musiman namun juga agar mendapatkan gambaran SST periode ini. Hasil penelitian SST Teluk Ambon bagian luar yang dilaporkan Tarigan (1989) hanya memiliki data kontinu hingga Agustus 1975, sedangkan periode September 1975 hingga Agustus 1976 memiliki data yang minim. Data yang tercatat dari Tarigan (1989) hanya untuk periode Februari 1976 yang bernilai 27,42 °C dan Juli 1976 sebesar 27,15 °C. Diharapkan dengan pendekatan model peramalan pemulusan

Tabel 3. Prediksi SST untuk periode September 1975 hingga Agustus 1976 .
Table 3. SST prediction for September 1975 until August 1976.

Period	Observed (°C)	Exponential Smoothing Model of <i>Holt-Winters</i>	
		Additive (°C)	Multiplicative (°C)
Sep-75	-	28.81601	28.85510
Oct-75	-	29.60635	29.66912
Nov-75	-	30.08211	30.16007
Dec-75	-	30.42787	30.51655
Jan-76	-	29.46571	29.52661
Feb-76	27.42	29.36564	29.42308
Mar-76	-	29.31557	29.37095
Apr-76	-	29.15175	29.20318
May-76	-	29.29459	29.35083
Jun-76	-	27.63035	27.63554
Jul-76	27.15	26.82819	26.80892
August-76	-	28.95729	29.00462

eksponensial *Holt-Winters* dengan metode aditif dan multiplikatif dapat direkonstruksi data yang kosong dalam periode September 1975 hingga Agustus 1976.

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan bahwa pola SST akan rendah pada periode Juli 1976 dengan nilai ramalan 26,82819 °C (aditif) dan 26,80892328 °C (multiplikatif). Secara lengkap perbandingan hasil ramalan model pemulusan eksponensial metode aditif dan multiplikatif disajikan pada Tabel 3 sepanjang periode September 1975 hingga Agustus 1976. Prediksi yang dihasilkan oleh model pemulusan eksponensial *Holt-Winters* metode aditif dan multiplikatif untuk periode September 1975 hingga Agustus 1976 didasarkan pada data berkala yang telah dilaporkan oleh Tarigan (1989) untuk periode Maret 1973 hingga Agustus 1975. Akibat data historis sepanjang dua tahun berturut-turut ini maka dua metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* mencoba merekonstruksi prediksi periode September 1975 hingga Agustus 1976 (Tabel 3).

Validasi data prediksi ini terhadap hasil pengukuran Tarigan (1989), ternyata hanya periode Juli 1976 yang memiliki korelasi yang baik, sedangkan pada validasi nilai SST pada periode Februari 1976, perbedaan antara nilai prediksi dan nilai observasi berbeda hingga 2 °C. Pembahasan penyimpangan nilai peramalan terhadap nilai observasi yang terjadi pada bulan Februari 1976 dapat dilakukan dengan pendekatan pada karakteristik model *Holt-Winters* yang dibangun. Model *Holt-Winters* yang dibangun memiliki data historis sejak Maret 1973 hingga Agustus 1975.

Secara otomatis, pola yang dimiliki ini akan diulang sebagai sebuah siklus musiman. Pada Februari 1976, suhu rata-rata Teluk Ambon bagian luar justru lebih rendah dari yang diramalkan. Hal ini menunjukkan bahwa pada periode Februari 1976 ada fenomena atmosfer yang menyebabkan penurunan nilai SST yang tidak

terekam sebagai pola pada data historis yang digunakan. Tarigan (1989) melaporkan kondisi lokal saat itu bahwa rata-rata suhu udara pada bulan Februari untuk tahun 1974, 1975 dan 1976 berturut-turut adalah 28,5 °C, 29,2 °C dan 25,9 °C. Nilai rata-rata tingkat curah hujan untuk periode yang sama di Pulau Ambon dan sekitarnya berturut-turut adalah 91 mm, 27 mm dan 88 mm (Tarigan, 1989), sedangkan rata-rata kecepatan angin di Pulau Ambon dan sekitarnya pada periode yang sama berturut-turut adalah 3 knots, 3 knots dan 5 knots (Tarigan, 1989). Hal ini menunjukkan bahwa dibanding periode Februari 1974 dan Februari 1975, pada periode bulan Februari 1976, kondisi atmosfer Teluk Ambon bagian luar cenderung memiliki suhu udara yang lebih rendah, curah hujan yang lebih tinggi dan kecepatan angin yang lebih besar. Berdasarkan kondisi ini maka nilai SST periode Februari 1976 menjadi lebih rendah.

Sebenarnya model *Holt-Winters* telah dengan baik melakukan penyesuaian dalam segi meramalkan data observasi dengan hubungan korelasi yang tinggi ($r_{\text{aditif}} = 0,75020$ dan $r_{\text{multiplikatif}} = 0,74430$), hanya saja penggunaan deret data berkala yakni data milik Tarigan (1989) pada model *Holt-Winters* belum terlalu representatif terhadap dinamika SST Teluk Ambon bagian luar, terutama dari segi cakupan panjangnya data berkala (semakin panjang data berkala yang dipakai maka akan semakin representatif peramalan yang dihasilkan karena sebagian besar dinamika musiman nilai SST Teluk Ambon bagian luar telah tercakup didalam deret waktu tersebut). Walaupun data SST yang dilaporkan oleh Tarigan (1989) tidak cukup representatif untuk mendeskripsikan dinamika SST di Teluk Ambon bagian luar secara komprehensif setelah data tersebut dipakai untuk model *Holt-Winters*, namun demikian data Tarigan (1989) cukup berguna dalam membantu menunjukkan keakuratan dari model yang dibangun, sehingga model *Holt-Winters* dapat direkomendasikan sebagai salah satu alternatif model peramalan yang mampu mengeksplorasi dan menangani data-data yang bersifat musiman seperti data rata-rata suhu permukaan laut (SST).

KESIMPULAN

Berdasarkan model peramalan nilai SST Teluk Ambon bagian luar untuk data kontinu Maret 1973 hingga Agustus 1975 dengan metode pemulusan ekponensial *Holt-Winters*, dapat disimpulkan beberapa hal berikut : (1) Tingkat akurasi model terhadap data observasi SST memiliki akurasi yang cukup baik; (2) Model ini dapat direkomendasikan untuk meramalkan nilai SST perairan Teluk Ambon bagian luar.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Augy Syahailatua, M.Sc., Bapak Dr. Agus Santoso dan Bapak Dr. Jerry F. Salamena, M.Si. atas dukungan dan kerjasamanya sehingga terselesainya penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashuri, B. & J. Lu. 2010. Exponential smoothing time series models for forecasting and construction cost index. *Proceeding The 46th Annual International Conference Of The Associated Schools Of Construction (ASC), In Conjunction With The Annual Meeting Of CIB Workgroup 89*. The Marriot Long Wharf Hotel, Boston. 7 – 10 April 2010.
- Cohen, P., J. Cohen, S. G. West & L. S. Aiken. 2003. *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences, Third Edition*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. New Jersey-USA. 703pp.
- Firdaus, M. 2006. *Analisis deret waktu satu ragam Arima Sarima Arch-Garch*. IPB Press. Bogor. 116 pp.
- Hendon, H. H. 2003. Indonesian rainfall variability : Impact of ENSO and local air-sea interaction. *Journal of Climate*, 16 : 1775 – 1790.
- Hyndman, R., A. B. Koehler, J. Keith Ord & R. D. Snyder. 2008. Forecasting with exponential smoothing: The state space approach. *Springer Series in Statistics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin. 359 pp.
- Kalekar, P. 2004. Time series forecasting using Holt-Winters exponential smoothing. *Proceeding IT694 Seminar*. Kanwal Rekhi School of Information Technology, 6 Desember 2004, Bombay : 1 – 13.
- Kettle H., R. Thompson, N. J. Anderson & D. M. Livingstone. 2004. Empirical modelling of Summer Lake surface temperatures in Southwest Greenland. *Limnology and Oceanography*, 49: 271–282.
- Lai, K.K., L. Yu, S. Y. Wang & W. Huang. 2006. Hybridizing exponential smoothing and neural network for financial time series prediction, *Dalam : V. Alexandro (Ed.) Lecture Notes In Computer Science (LNCS) Series*. Springer-Verlag : 493-500.

- Leabo, D. A. & C. F. Smith 1968. *Basic statistics, Third Edition*. Richard D., Darwin Inc. Illinois. 668 pp.
- Lilien, G. L. & P. Kotler. 1983. *Marketing decision making: A model building approach*. Harper and Row Publishers. New York.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright & V.E. McGee. Terjemahan U.S. Andriyanto & A. Basith. 1995. *Metode dan aplikasi peramalan, Jilid 1, Edisi kedua*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 532 pp.
- Mentzer, J.T. 1988. Forecasting with addaptive extended exponential smoothing. *Journal of the Academy of Marketing Science* (16) 3: 062 – 070.
- Mills, T.C. 1991. *Time series techniques for economists*. Cambridge University Press. Cambridge. 377 pp.
- MoE. 2007. *Indonesia country report: climate variability and climate change, and their implication*. Ministry of Environment, Republic of Indonesia. Jakarta. 67 pp.
- Nenadić, O. & W. Zucchini. 2004. *Statistical analysis with R : A quick start*. Universität Göttingen. Mimieo. 46 pp.
- Tarigan, M. S. & D. Sapulete. 1987. Perubahan musiman suhu air laut di Teluk Ambon bagian dalam *Dalam: S. Soemodihardjo, S. Birowo & K. Romimohtarto (Eds.). Teluk Ambon I, Biologi, Perikanan, Oseanografi dan Geologi*. ISBN : 979-8093-03-8. Balai Sumberdaya Laut, Ambon. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI: 81-90.
- Tarigan, M. S. 1989. Kondisi air laut dan udara di Teluk Ambon bagian luar. *Dalam: S. Soemodihardjo, S. Birowo & K. Romimohtarto (Eds.). Teluk Ambon II, Biologi, Perikanan, Oseanografi dan Geologi*. ISBN: 979-8093-04-6. Balai Sumber Daya Laut, Ambon. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI : 121-131.
- Tarigan, M. S. & L. F. Wenno. 1991. Upwelling di perairan Teluk Ambon. *Dalam: D. P. Praseno, W.S. Atmadja, I. Soepangat, Ruyitno & B.S. Soedibjo (Eds.). Perairan Maluku dan Sekitarnya* ISBN : 979-8105-12-5. Balai Sumberdaya Laut, Ambon. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI: 141-146.
- Wong, M. W., P. C. Chan & Y. H. Chiang. 2005. Time series forecast of construction labor market in Hongkong : The Box-Jenkins approach. *Construction Management and Economist*, 23 : 979 – 991.