

PERAMALAN CURAH HUJAN DI KOTA BENGKULU DENGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL

RA Mirdaliafianti¹, Sigit Nugroho² dan Baki Swita²

¹Alumni Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu

²Dosen Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Pengembangan sektor pariwisata, sektor pertanian, dan sektor penerbangan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca diantaranya adalah curah hujan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan metode pemulusan eksponensial yang terbaik mengenai ramalan curah hujan di kota Bengkulu.

Penelitian ini menggunakan data curah hujan yang didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika sebagai data sekunder pada tahun 1985 sampai dengan Januari 2007.

Berdasarkan analisis metode pemulusan eksponensial diperoleh kesimpulan bahwa metode pemulusan eksponensial tunggal dan metode pemulusan eksponensial ganda metode dua parameter dari Holt lebih baik.

Kata kunci : *peramalan, pemulusan eksponensial, Holt*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Propinsi Bengkulu mempunyai banyak sumber daya alam yang dapat dikembangkan, antara lain sektor pertambangan, pariwisata, industri, dan pertanian. Sedangkan di kota Bengkulu, sebagai ibukota propinsi, potensi sumber daya alam yang dapat dikembangkan adalah sektor pariwisata, sektor pertanian, dan sektor penerbangan.

Pengembangan sektor-sektor tersebut dipengaruhi oleh iklim dan cuaca di kota Bengkulu diantaranya adalah curah hujan. Sehingga data curah hujan dapat dijadikan acuan oleh para pengambil kebijakan, perencana, dan pelaksana lapangan. Dengan mempertimbangkan keadaan curah hujan yang dihadapi, sehingga peramalan curah hujan sangat diperlukan.

Salah satu teknik peramalan dalam statistika adalah metode deret waktu (*Time Series*). Metode deret waktu terdiri dari beberapa bentuk, salah satunya adalah metode pemulusan (*smoothing*). Metode pemulusan ini dapat dilakukan dengan dua pendekatan yakni metode perataan (*average*) dan metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*). Pemulusan eksponensial adalah teknik yang dapat memberikan ketepatan dalam ramalan jangka pendek (Arsyad, 2001). Karena curah hujan merupakan faktor penting dalam kehidupan dan data pengamatan banyaknya curah hujan dapat disajikan dalam metode pemulusan eksponensial, maka metode pemulusan ini dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan.

Metode pemulusan eksponensial terdiri dari: (1) pemulusan eksponensial tunggal, (2) pemulusan eksponensial tunggal: pendekatan adaptif, (3) pemulusan eksponensial ganda: metode linier satu parameter dari Brown, (4) metode pemulusan

eksponensial ganda: metode dua parameter dari Holt (Makridakis, 1999). Tidak ada satupun referensi yang mengatakan bahwa metode yang paling baik untuk peramalan adalah mengikuti metode tertentu, akan tetapi tergantung data yang ada. Berdasarkan alasan tersebut penulis akan membandingkan hasil peramalan metode pemulusan eksponensial yaitu pemulusan eksponensial tunggal dengan pemulusan eksponensial tunggal pendekatan adaptif dan pemulusan eksponensial ganda metode linier satu parameter dari Brown dengan metode pemulusan eksponensial ganda metode dua parameter dari Holt.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan hasil peramalan curah hujan di kota Bengkulu antara metode pemulusan eksponensial tunggal dan metode pemulusan eksponensial tunggal pendekatan adaptif.
2. Membandingkan hasil peramalan curah hujan di kota Bengkulu antara metode pemulusan eksponensial ganda metode linier satu parameter dari Brown dan metode pemulusan eksponensial ganda metode dua parameter dari Holt.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Curah Hujan

Menurut Lakitan (2002), salah satu unsur iklim yang sering dipakai oleh para pakar untuk mengklasifikasikan iklim adalah curah hujan. Pada kenyataannya, klasifikasi iklim di Indonesia seluruhnya memang dikembangkan dengan menggunakan curah hujan sebagai kriteria utamanya. Hal ini dilakukan karena keragaman (variasi) curah hujan untuk wilayah Indonesia sangat nyata.

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang menutupi permukaan tanah jika air hujan itu tidak meresap, tidak mengalir, dan tidak menguap, yang dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) (Mustofa, 2002).

Uji Data Deret Waktu

Uji Stasioneritas

Tujuan dari uji stasioneritas adalah untuk mendapatkan nilai rata-rata stabil dan *random error* sama dengan nol, sehingga model yang diperoleh memiliki kemampuan yang tepat dalam melakukan prediksi.

Dalam melakukan penelitian ini, uji stasioner yang digunakan adalah metode grafik. Metode grafik digunakan untuk mendeteksi apakah suatu series data stasioner atau tidak secara visual dapat dilihat plot/grafik data observasi terhadap waktu. Apabila data stasioner maka grafiknya akan mempunyai kecenderungan konstan di sekitar nilai rata-ratanya dengan amplitudo yang relatif tetap atau tidak terlihat adanya *trend* naik atau turun.

Metode Pemulusan Eksponensial

Metode pemulusan eksponensial adalah suatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru. Metode ini didasarkan pada perhitungan rata-rata data-data masa lalu secara eksponensial (Lincoln, 1995 dalam Anonim 1, 2007).

Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal

Metode pemulusan eksponensial tunggal dikembangkan dengan sebuah persamaan awal, yaitu:

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

Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal: Pendekatan Adaptif

Persamaan awal untuk peramalan dengan metode pemulusan eksponensial tunggal dengan tingkat respon adaptif serupa dengan persamaan diatas kecuali bahwa nilai α diganti dengan α_t .

di mana :

$$F_{t+1} = \alpha_t X_t + (1 - \alpha_t) F_t$$

$$\alpha_{t+1} = \pm \left| \frac{E_t}{M_t} \right|$$

$$E_t = \beta e_t + (1 - \beta) E_{t-1}$$

$$M_t = \beta |e_t| + (1 - \beta) M_{t-1}$$

$$e_t = X_t - F_t$$

Keterangan :

F_{t+1} : Nilai ramalan pada periode ke- $t + 1$

X_t : Data aktual pada periode ke- t

E_t : Nilai kesalahan yang dihaluskan

M_t : Nilai kesalahan absolut yang dihaluskan

e_t : Nilai kesalahan

Dengan α dan β merupakan parameter antara 0 dan 1.

Metode Pemulusan eksponensial Ganda: Metode Linier Satu Parameter dari Brown

Menurut Assauri (1984) dalam anonim 1 (2007), dasar pemikiran dari metode eksponensial tunggal maupun ganda adalah bahwa nilai pemulusan akan terdapat pada waktu sebelum data sebenarnya apabila pada data tersebut terdapat komponen trend. Oleh karena itu untuk nilai-nilai pemulusan tunggal perlu ditambahkan nilai pemulusan ganda guna menyesuaikan trend. Adapun formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

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

$$\text{Pemulusan trend} : a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

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

$$\text{Peramalan} : F_{t+m} = a_t + b_t m$$

Keterangan :

S'_t : Nilai pemulusan eksponensial Tunggal

S''_t : Nilai pemulusan eksponensial ganda

b_t : Pemulusan trend

: Nilai ramalan pada periode m

F_{t+m}

X_t : Nilai X aktual pada periode $ke-t$

α : Konstanta dengan nilai $0 < \alpha < 1$

Metode Pemulusan Eksponensial Ganda: Metode Dua-Parameter dari Holt

Metode pemulusan ganda lain yang dapat digunakan untuk menangani trend yang linier adalah metode dua parameter dari Holt. Pada metode Holt nilai trend tidak dimuluskan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan trend dilakukan dengan menggunakan parameter yang berbeda dengan parameter yang digunakan pada pemulusan data asli. Pada metode Brown hanya terdapat satu parameter saja dan estimasi nilai trend masih sangat sensitif sekali terhadap fluktuasi random. Metode Holt memberikan banyak kefleksibelan dalam menyeleksi komponen trend. Metode Holt secara matematis ditulis pada tiga persamaan berikut:

$$\text{Pemulusan total} : S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$\text{Pemulusan trend} : b_t = \gamma + (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$\text{Peramalan} : F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Keterangan :

- S_t : Nilai pemulusan eksponensial
- m : Periode yang diramalkan
- b_t : Pemulusan trend
- F_{t+m} : Nilai ramalan pada periode m
- X_t : Nilai X aktual pada periode $ke-t$
- α : Konstanta pemulusan dengan nilai $0 < \alpha < 1$
- γ : Konstanta pemulusan untuk pemulusan trend $0 < \gamma < 1$

Ukuran Ketepatan Ramalan

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan atau nilai kecocokkan untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai:

$$e_i = X_i - F_i$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah kesalahan. Bagi pemakai ramalan, ketepatan dalam peramalan adalah hal yang paling penting. Untuk mengevaluasi kesalahan peramalan dapat menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE). Kriteria ukuran ketepatan ramalan dapat didefinisikan sebagai berikut:

Nilai Tengah Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Error*)

$$MAE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |X_i - F_i|}{n}}$$

Nilai tengah kesalahan kuadrat (*Root Mean Squared Error*)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - F_i)^2}{n}}$$

Nilai Tengah Kesalahan Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*)

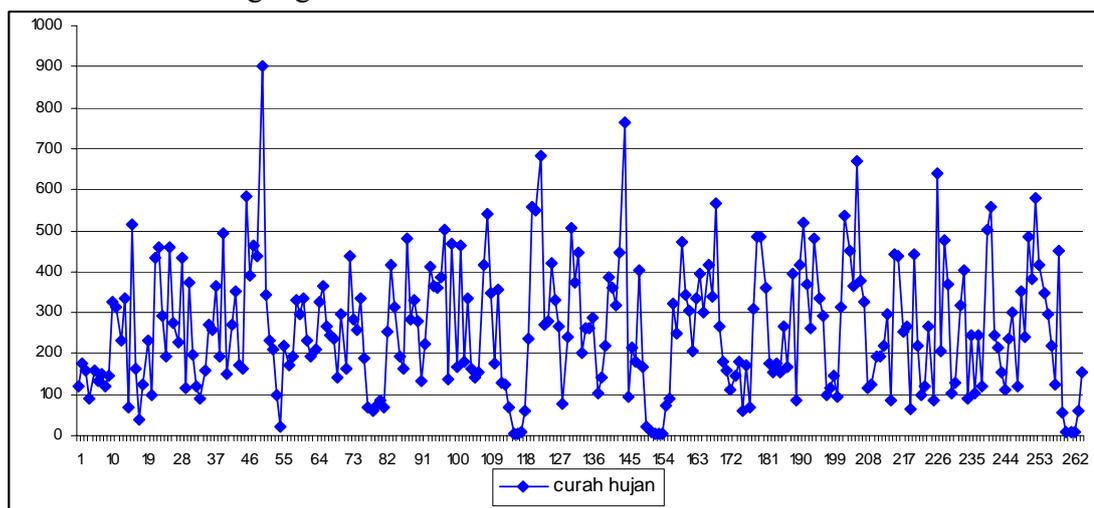
$$MAPE = \sqrt{\frac{100 \sum_{i=1}^n \frac{|X_i - F_i|}{X_i}}{n}}$$

Model terbaik adalah model yang memiliki nilai statistik paling minimum, yang berarti penyimpangan nilai peramalan dengan nilai aktualnya paling kecil.

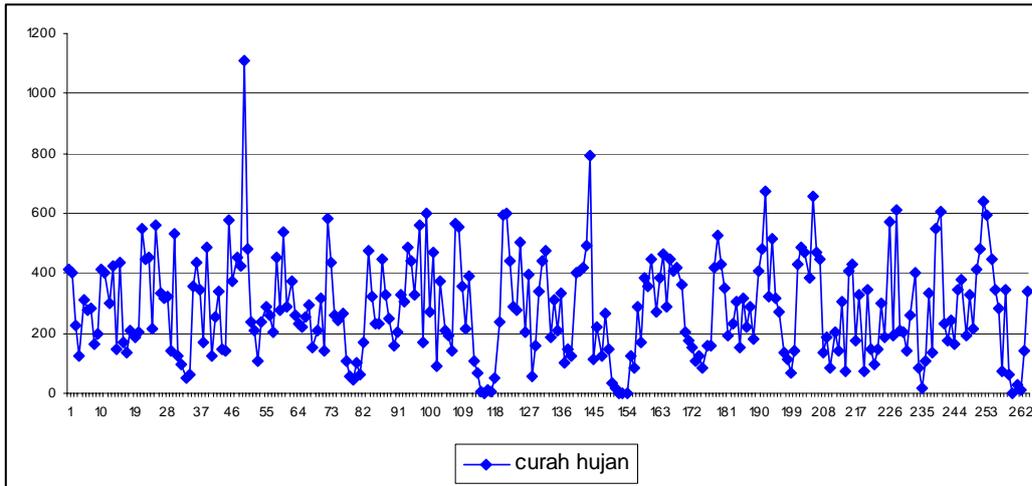
PEMBAHASAN

Uji Stasioneritas

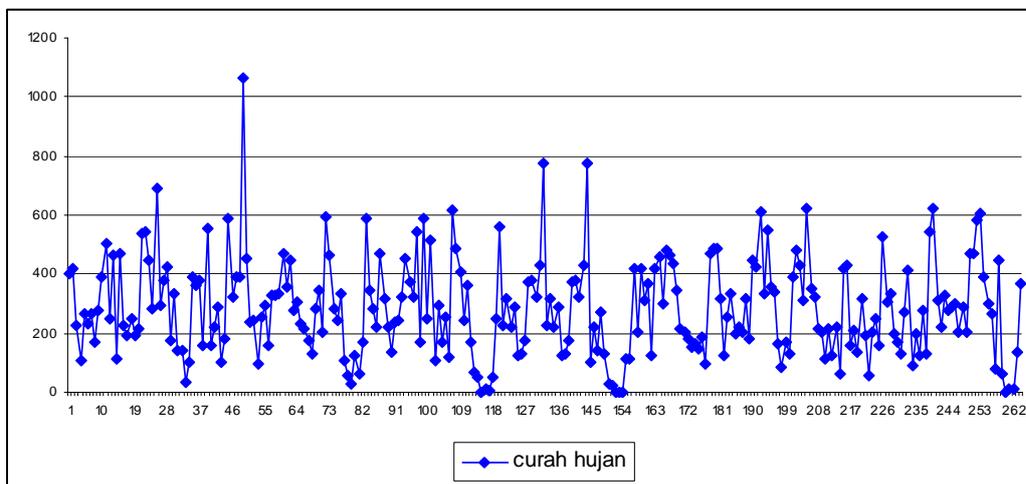
Data banyaknya curah hujan di kota Bengkulu yang diukur bulanan dari bulan Januari 1985 sampai dengan Januari 2007 diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Pulau Baai Bengkulu, dituangkan dalam Lampiran 2. Proses eksekusi data secara keseluruhan dilakukan dengan menggunakan *software microsoft excel*. Dengan *microsoft excel* dapat dihasilkan grafik untuk data orisinal yang dituangkan dalam Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 sebagai gambaran kestasioneran data.



Gambar 1. Grafik Series Data Curah Hujan Pos Padang Harapan



Gambar 2. Grafik Series Data Curah Hujan Pos Pulau Baai



Gambar 3. Grafik Series Data Curah Hujan Pos Padang Kemiling

Dari Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa data stasioner karena grafiknya mempunyai kecenderungan konstan disekitar nilai rata-ratanya dengan amplitudo yang relatif tetap atau tidak terlihat adanya trend naik atau turun. Menurut Makridakis (1999), jika datanya stasioner maka metode pemulusan eksponensial tunggal merupakan pendekatan yang cukup baik.

Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal

Tujuan dari analisis pemulusan eksponensial tunggal pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai ramalan ke depan. Rumus nilai ramalan metode pemulusan eksponensial tunggal adalah $F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t$, sehingga peramalan yang dilakukan hanyalah untuk meramalkan satu periode saja yaitu bulan Januari 2007. Untuk meramalkan curah hujan di kota Bengkulu Januari tahun 2007 digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.2$, $\alpha = 0.3$. Kemudian akan dilihat seberapa besar tingkat ketepatan ramalan pemulusan eksponensial dengan menggunakan ukuran ketepatan ramalan RMSE, MAE, dan MAPE yang diperoleh dengan menggunakan rumus (19), (20), (21) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ukuran Ketepatan Ramalan Januari 1985 - Desember 2006

POS	RMSE	MAE	MAPE
Padang Harapan			
A = 0.1	163.6965139	11.54416362	15.47486539
A = 0.2	167.4606852	11.68015323	14.78661861
A = 0.3	169.6940131	11.71368058	14.00066043
Pulau Baai			
A = 0.1	179.2551609	12.19724402	25.55191786
A = 0.2	183.4238002	12.26980429	23.74839084
A = 0.3	185.5282077	12.26436386	21.80976394
Padang Kemiling			
A = 0.1	172.0590373	11.80870495	25.20924829
A = 0.2	175.9714562	11.96119417	23.42054099
A = 0.3	178.2595901	12.01548787	21.57876117

Dari Tabel 1 diatas dapat disimpulkan bahwa dari ketiga pos pengamatan nilai RMSE dan MAE yang minimum diperoleh dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$. Sedangkan nilai MAPE yang minimum diperoleh pada konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$. bandingan Data dengan Forecasting Metode Pemulusan

Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal Pendekatan Adaptif

Nilai untuk periode mendatang ($t+1$) didapat dari jumlah nilai peramalan saat ini (saat t) dengan hasil

perkalian antara parameter pemulusan (α_i) yang dapat berubah secara otomatis bilamana terdapat perubahan dalam pola data dasar, yang akan memberikan nilai minimum MSE.

Dapat dilihat dari Tabel 2 nilai MAPE dan MAE yang minimum diperoleh jika digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.3$. Sedangkan nilai RMSE yang minimum diperoleh jika digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.1$.

Berdasarkan data periode Januari 1985 sampai dengan Desember 2006, maka dapat diperoleh nilai ramalan pada periode Januari 2007, dan besar selisih nilai ramalan dengan data aslinya seperti yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Ramalan Periode Januari 2007

POS	Pemulusan Eksponensial Tunggal		
	Xt = Data	Ft = Ramalan	Xt - Ft
Padang Harapan			
$\alpha = 0.1$	234	194.4634265	39.53657349
$\alpha = 0.2$	234	124.3684659	109.6315341
$\alpha = 0.3$	234	79.07554178	154.9244582
Pulau Baai			
$\alpha = 0.1$	570	219.4701700	350.5298300
$\alpha = 0.2$	570	149.1911574	420.8088426
$\alpha = 0.3$	570	107.5610198	462.4389802
Padang Kemiling			
$\alpha = 0.1$	510	217.9691988	292.0308012
$\alpha = 0.2$	510	146.8148389	363.1851611
$\alpha = 0.3$	510	104.3838509	405.6161491
	Pemulusan Eksponensial Tunggal Adaptif		
Padang Harapan	Xt = Data	Ft = Ramalan	Xt - Ft
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.1$	234	94.2686293	139.7313707
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.2$	234	65.4985490	168.5014510
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.3$	234	52.9430967	181.0569033
Pulau Baai			
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.1$	570	142.1659316	427.8340684
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.2$	570	97.87935647	472.1206435
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.3$	570	193.4759504	376.5240496
Padang Kemiling			
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.1$	510	137.0536827	372.9463173
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.2$	510	94.71873296	415.2812670
$\alpha = 0.1$ & $\beta = 0.3$	510	204.3912557	305.6087443

Tabel 5 menggambarkan bahwa metode pemulusan eksponensial tunggal dengan $\alpha = 0.1$ dapat meramalkan jumlah curah hujan periode Januari 2007 sebesar 194.4634265 pada pos pengamatan Padang Harapan yang paling mendekati data asli jika dibandingkan dengan metode pemulusan eksponensial tunggal dengan pendekatan adaptif dan dengan selisih sebesar 39.53657349. Begitu pula pada pos pengamatan Pulau Baai dan Padang Kemiling, hasil ramalan yang didapat mendekati data aslinya adalah dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial tunggal dan $\alpha = 0.1$.

Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Metode Linier Satu Parameter dari Brown

Pada metode ini ramalan curah hujan di kota Bengkulu masing-masing pos pengamatan diperoleh dari perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda serta ditambahkan kepada nilai pemulusan tunggal dan disesuaikan untuk trend. Sehingga di dapat persamaan (14). Kemudian dari hasil ramalan akan dilihat seberapa besar tingkat ketepatan ramalan pada pada masing-masing α dengan menggunakan ukuran RMSE, MAE, dan MAPE yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Ukuran Ketepatan Ramalan Maret 1985 – Desember 2006

Padang Harapan	RMSE	MAE	MAPE
$\alpha = 0.1$	161.5038	11.44607	12.57762
$\alpha = 0.2$	165.1949	11.49913	10.32270
$\alpha = 0.3$	169.3897	11.66571	9.565448
Pulau Baai			
$\alpha = 0.1$	175.6324	11.97095	19.13587
$\alpha = 0.2$	178.2802	11.90575	12.91208
$\alpha = 0.3$	181.5079	11.95555	11.31437
Padang Kemiling			
$\alpha = 0.1$	168.5725	11.57574	18.50583
$\alpha = 0.2$	171.9496	11.54482	12.40580
$\alpha = 0.3$	175.9880	11.64163	11.11222

Dapat disimpulkan dari Tabel 6 diatas bahwa nilai RMSE dan MAE yang minimum diperoleh jika digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0,1$ pada masing-masing pos pengamatan, sedangkan nilai MAPE yang minimum diperoleh jika digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0,3$.

Berdasarkan data periode Januari 1985 sampai dengan Januari 2006, maka dapat diperoleh nilai ramalan pada periode Januari 2007 dengan rumus $F_{t+m} = a_t + b_t m$ dengan t pada periode Januari 2006, $m = 1$ untuk Februari 2006, $m = 2$ untuk Maret 2006 seterusnya sampai $m = 12$ untuk Januari 2007.

Tabel 7. Ramalan Curah Hujan di Kota Bengkulu Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 Pos Pengamatan Padang Harapan

Bulan	Xt	Ft		
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
Feb-06	349	380.6394	462.739	499.7397
Mar-06	294	385.3256	447.8414	448.6957
Apr-06	221	377.1083	406.2976	363.9412
Mei-06	125	352.2465	332.413	240.1677
Jun-06	452	305.9157	218.3628	67.72809
Jul-06	55	344.9442	324.854	307.1074
Agt-06	7	277.2481	154.5565	8.824696
Sep-06	7	202.6418	-8.03028	-225.467
Okt-06	7	135.2595	-128.136	-348.671
Nov-06	61	74.90178	-212.919	-397.556
Des-06	155	37.48718	-225.841	-318.467
Jan-07	234	33.88721	-148.746	-99.3556

Jadi Tabel 7 dan Lampiran 9 menjelaskan bahwa nilai ramalan yang mendekati data asli untuk Februari, Maret, dan November dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$. Dan untuk bulan April, Mei, Juli, dan Agustus nilai ramalan yang mendekati data asli dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ karena pada periode itu data cenderung menurun. Pada Juni, Oktober, November, Desember, dan Januari nilai ramalan yang mendekati data asli dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ karena data mengalami kenaikan. Untuk September dengan konstanta $\alpha = 0.2$ karena pada periode itu

data mengalami kenaikan.

Berdasarkan Tabel 8 dibawah ini dan Lampiran 10 dapat disimpulkan nilai ramalan yang mendekati data asli untuk Februari, Juni, Desember, dan Januari diperoleh dengan menggunakan $\alpha = 0.1$ karena data mengalami kenaikan. Dan September dengan konstanta $\alpha = 0.2$ data mengalami kenaikan. Sedangkan untuk bulan Maret, April, Oktober, dan November nilai ramalan yang mendekati data asli diperoleh dengan menggunakan konstanta $\alpha = 0.1$. Dan untuk bulan Mei, Juli, dan Agustus dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ karena data cenderung menurun.

Tabel 8. Ramalan Curah Hujan di Kota Bengkulu Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 Pos Pengamatan Pulau Baai

Bulan	Xt	Ft		
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
Feb-06	449	447.8183	560.3857	589.4023
Mar-06	345	464.8573	560.9892	464.2345
Apr-06	283	457.1527	495.2597	339.6642
Mei-06	76	435.0377	424.4387	73.89757
Jun-06	346	364.3647	257.0410	163.3029
Jul-06	65	366.6063	273.5970	-65.3064
Agt-06	1	295.3993	119.5547	-269.631
Sep-06	29	213.2987	-39.3060	-340.769
Okt-06	14	147.0072	-138.126	-379.490
Nov-06	144	83.32860	-217.934	-193.779
Des-06	340	65.77857	-171.853	228.1784
Jan-07	570	111.5959	26.65726	839.9888

Tabel 9. Ramalan Curah Hujan di Kota Bengkulu Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 Pos Pengamatan Padang Kemiling

Bulan	Xt	Ft		
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
Feb-06	390	446.205	546.7595	617.9961
Mar-06	301	450.6965	523.5602	541.6252
Apr-06	265	428.4383	449.5623	409.3153
Mei-06	77	406.1662	381.7531	297.0082
Jun-06	447	341.7527	227.3308	57.40406
Jul-06	65	370.797	310.7799	260.5806
Agt-06	1	301.805	148.9901	-3.0318
Sep-06	9	222.0354	-16.4797	-232.364
Okt-06	10	151.8296	-134.421	-345.285
Nov-06	136	88.97066	-217.479	-388.377
Des-06	368	69.46367	-176.938	-210.528
Jan-07	510	122.289	46.26084	261.4966

Pada Tabel 9 dan Lampiran 11 menggambarkan nilai ramalan untuk Februari, Maret, dan Oktober mendekati data asli dengan menggunakan konstanta $\alpha = 0.1$ karena pada periode tersebut data cenderung menurun. Pada bulan April, Mei, dan Juli nilai ramalan mendekati data asli dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ karena data cenderung turun. Untuk Juni, November, dan Desember nilai ramalan mendekati data pada konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ karena data mengalami kenaikan. Untuk Oktober nilai ramalan mendekati data dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ cenderung naik. Untuk Agustus dan Januari nilai ramalan mendekati data dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ dan untuk bulan September nilai ramalan mendekati data pada pemulusan eksponensial $\alpha = 0.2$ karena data mengalami kenaikan.

Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Metode Dua Parameter Holt

Pada peramalan curah hujan di kota Bengkulu dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial ganda metode dua parameter Holt dapat memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret asli.

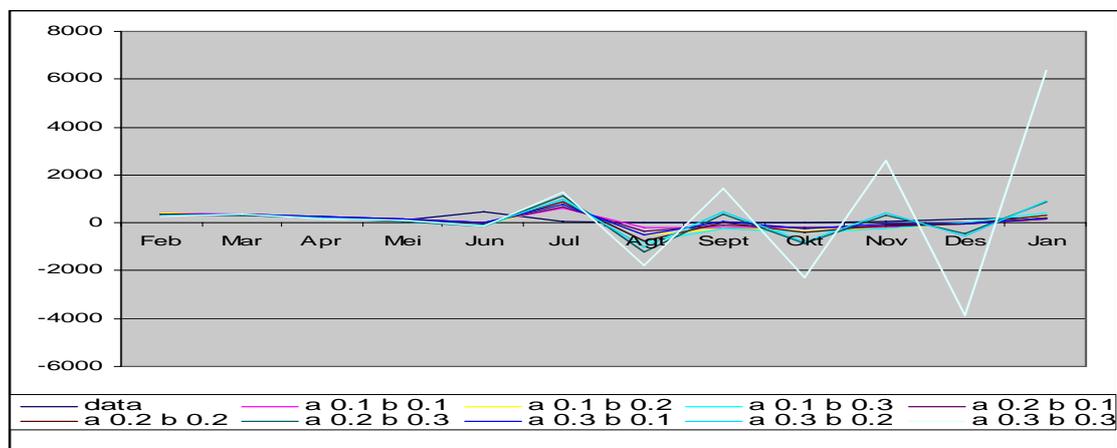
Pertama-tama nilai pengamatan tahun 1985 digunakan untuk memperoleh nilai *intercept* dan *slope trend* linier. Sehingga nilai ramalan untuk Januari 1986 sampai dengan Januari 2006 dapat diperoleh dengan menggunakan rumus (15), (16), (17), dan konstanta pemulusan digunakan untuk ramalan periode ke depan $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.2$, $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.1$, $\beta = 0.2$, $\beta = 0.3$. Perbandingan sembilan ramalan dapat dilihat dari ukuran RMSE, MAE, dan MAPE pada Tabel 10 di bawah ini.

Pada Tabel 10 dibawah ini menjelaskan dari ketiga pos pengamatan nilai RMSE, MAE, dan MAPE yang minimum diperoleh jika digunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.1$.

Seperti dengan pemulusan eksponensial ganda metode linier satu parameter dari Brown, pemilihan α dan β yang optimal akan menghasilkan nilai ramalan yang

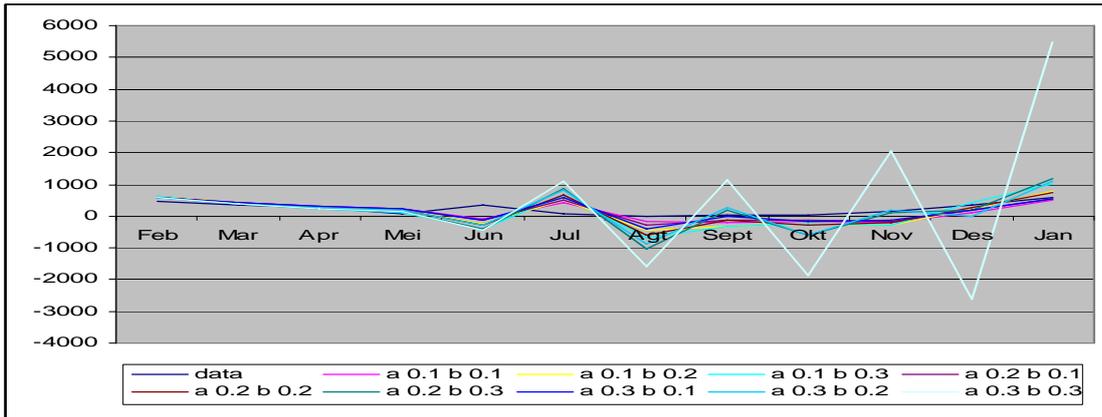
mendekati data yang sebenarnya. Pada kasus ini nilai $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.1$ memberikan ramalan yang lebih baik dibandingkan dengan α dan β yang lain. Keutamaan metode ini adalah mampu menyesuaikan S_t secara langsung untuk trend sebelumnya, yaitu b_{t-1} dengan menambahkan nilai pemulusan terakhir, yaitu S_{t-1} . Hal ini membantu untuk menghilangkan kelambatan dan menempatkan S_t ke dasar perkiraan nilai data saat ini. Selain itu metode ini dapat memuluskan trend.

Berdasarkan data Januari 1985 sampai dengan Januari 2006, nilai ramalan curah hujan di kota Bengkulu bulan Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 dapat diperoleh menggunakan rumus $F_{t+m} = S_t + b_t m$ dengan t pada periode Januari 2006, $t = 253$, dan $m = 1$ untuk Februari 2006, $m = 2$ untuk Maret 2006 dan seterusnya $m = 12$ untuk Januari 2007.



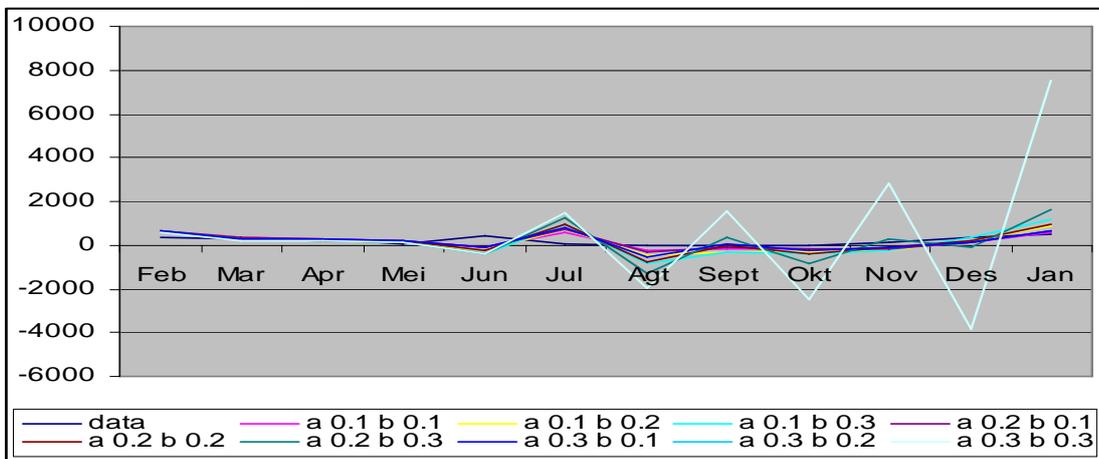
Gambar 7. Ramalan Pemulusan Eksponensial Ganda Dua Parameter Holt Februari 2006 sampai dengan Januari 2007

Berdasarkan Gambar 7 dan Lampiran 12 dapat diketahui bahwa nilai ramalan untuk bulan Februari dan September nilai ramalan yang mendekati data asli diperoleh dengan menggunakan $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.2$ karena pada periode tersebut data cenderung menurun. Sedangkan Maret dan Juli dengan konstanta pemulusan masing-masing $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$, dan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$ karena pada periode tersebut data cenderung menurun. Untuk bulan April dan Mei nilai ramalan yang mendekati data sebenarnya dengan menggunakan konstanta $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.2$. Untuk bulan Juni dan Agustus dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$. Untuk bulan November dan Januari dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.1$, serta untuk bulan Oktober dan Desember dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.1$, dan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$ karena data mengalami kenaikan.



Gambar 8. Ramalan Pemulusan Eksponensial Ganda Dua Parameter Holt Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 Pos Pulau Baai

Gambar 8 dan Lampiran 13 menjelaskan nilai ramalan untuk bulan Februari dan Maret nilai ramalan yang mendekati data asli diperoleh dengan menggunakan $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.3$ karena pada periode tersebut data cenderung menurun. Dan untuk Mei dan Juli nilai ramalan yang mendekati data sebenarnya diperoleh dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$ dan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$ karena data cenderung menurun. Sedangkan April, Oktober, November, dan Desember nilai ramalan yang mendekati data sebenarnya dengan menggunakan konstanta pemulusan masing-masing $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.2$, $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.1$, $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.3$, dan $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.2$. Untuk Juni dan Agustus dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$. Untuk bulan September dan Januari dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.1$ karena data mengalami kenaikan.



Gambar 9. Ramalan Pemulusan Eksponensial Ganda Dua Parameter Holt Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 Pos Padang Kemiling

Dari Gambar 9 dan Lampiran 14 dapat disimpulkan nilai ramalan untuk bulan Juni, Agustus, Oktober, dan Desember nilai ramalan yang mendekati data asli diperoleh dengan menggunakan masing-masing $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$, $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$, $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.1$, dan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$ karena pada periode tersebut data mengalami kenaikan. Sedangkan untuk April, Juli dan Januari nilai ramalan yang mendekati data sebenarnya diperoleh dengan menggunakan konstanta pemulusan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.1$. Dan untuk Februari, Maret, Mei, September, dan November dengan konstanta

pemulusan masing-masing $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.3$, $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.2$, $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$, $\alpha = 0.3$ dan $\beta = 0.1$, dan $\alpha = 0.1$ dan $\beta = 0.3$ karena data cenderung turun.

Setelah nilai ramalan diperoleh dan dibandingkan dengan nilai sebenarnya pada bulan Februari 2006 sampai dengan Januari 2007 dapat dikatakan bahwa dari keempat metode pemulusan eksponensial tidak ada nilai ramalan yang persis sama dengan data asli. Tetapi nilai ramalan tersebut tidak dapat disalahkan karena baik buruknya hasil ramalan tergantung pada bagaimana data histori diperoleh, karena jika data asli diperoleh dengan cara sembarangan tentu saja nilai ramalan tidak akan akurat dan sebaliknya akan memberikan hasil yang akurat jika data histori berasal dari pengamatan akurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

- a. Peramalan curah hujan di kota Bengkulu pada tiga titik pengamatan, yaitu pos pengamatan Padang Harapan, Pulau Baai, dan Padang Kemiling dengan metode pemulusan eksponensial tunggal lebih baik daripada metode pemulusan eksponensial tunggal pendekatan adaptif dengan menggunakan $\alpha = 0.1$ hasil ramalan mendekati data aslinya.
- b. Peramalan curah hujan dengan metode pemulusan eksponensial ganda dua parameter dari Holt lebih baik daripada pemulusan eksponensial ganda metode linier satu parameter dari Brown.

Saran

Dari pembahasan dan analisis serta kesimpulan yang diperoleh, saran-saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Sebaiknya untuk data historis yang digunakan harusnya diperoleh dari pengamatan yang akurat sehingga akan dihasilkan nilai ramalan dengan tingkat ketepatan yang lebih baik.
- b. Sebaiknya dapat dilakukan penelitian lanjut terhadap kasus ini dengan menggunakan metode-metode pemulusan eksponensial yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1. 2007. *Metode Peramalan Bisnis dan Upaya Memperoleh Akurasi yang Lebih Baik*. <http://dickyrahardi.blogspot.Com/index.html>. 17 Maret 2007; 15:15.
- Anonim 2. 2007. *Klasifikasi Iklim*. <http://mbojo.wordpress.Com/>. 1 Juni 2007; 09:35.
- Anonim 3. 2007. *Rencana Strategis Tahunan*. <http://www.bdg.lapan.go.id/index.php?nama=reinstra&opt=detail&id=37>. 1 Juni 2007; 09:35.
- Arsyad, L. 1994. *Peramalan Bisnis, Edisi Pertama*, Yogyakarta: BPFE.
- Clark, J. R. and Schkade. 1983. *Statistical Analysis for Administrative Decisions*. USA: Ohio South-Westren Publishing CO.
- Haymans, A. 1990. *Teknik Peramalan Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kuncoro, M. 2004. *Metode Kuantitatif Teori dan Aplikasi untuk Bisnis dan Ekonomi*. Yogyakarta: UPPAMPYKPN.
- Lakitan, B. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

- Makridakis, S. S. C. Wheelwright, and V. E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Maryati, M. C. 2001. *Statistik Ekonomi dan Bisnis Plus*. Yogyakarta: UPPAMPYKPN
- Ma'mur, M. T. 1994. *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Mustofa, A. 2000. *Kamus Lingkungan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sugiarto, dan Harijono. 2000. *Peramalan Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sutrisno, H. 2004. *Statistik (Jilid 3) Edisi II*. Yogyakarta: Andi Offset.