



PENERAPAN OPTIMASI PARAMETER PADA METODE EXPONENTIAL SMOOTHING UNTUK PERKIRAAN DEBIT

Budi Santosa¹, Suharyanto², Djoko Legono³

Diterima 8 Desember 2009

ABSTRACT

Exponential smoothing is a technique that is very easy to apply and very effective as a forecasting tool. However it requires the estimation of a parameter in order to get good acceptable results. The Paper present the optimization technique to estimate the parameter resulting in minimum error. The Optimization is performed by using LINGO 11. The resulted parameter gives predicted values closest to the observed data, and produces very good predictions as indicated in the MAE and MSE values better than other methods.

keywords: Discharge prediction, parameter optimization, exponential smoothing

ABSTRAK

Exponential smoothing adalah suatu metode yang sangat mudah untuk di terapkan dan sangat efektif dalam peramalan. Akan tetapi, penerapan metode Exponential Smoothing ini memerlukan perkiraan parameter smoothing yang tepat. Dalam paper ini disajikan teknik optimasi parameter untuk memperkirakan parameter smoothing yang menghasilkan error yang minimum. Dalam optimasi yang digunakan LINGO 11. Parameter yang dihasilkan memberikan hasil prediksi yang paling dekat dengan data observasi, serta memberikan hasil yang lebih baik sebagaimana ditunjukkan dengan nilai MAE dan MSE dibanding dengan metode lain.

Kata kunci: Perkiraan debit, optimasi parameter, exponential smoothing

¹ Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Gunadarma
Jalan Akses Kampus G Universitas Gunadarma, Kelapa Dua, Cimanggis, Depok, Jakarta
Email: bsantosa@staff.gunadarma.ac.id

² Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto SH. Tembalang, Semarang 50275
Email : suharyanto20@yahoo.co.id

³ Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, FT Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No 2, Yogyakarta

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan statistik sebagai metode ilmiah telah mempengaruhi hampir setiap aspek kehidupan manusia modern. Pada abad ini, manusia sadar atau tidak sadar, suka berfikir secara kuantitatif. Keputusan-keputusan sering harus diambil atas dasar hasil analisis dan interpretasi data kuantitatif. Dalam hal demikian itu, metode statistik mutlak dibutuhkan sebagai peralatan analisis dan dasar pengambilan keputusan. Peranan metode statistik semakin besar dalam proses pengambilan keputusan.

Forecasting (peramalan) adalah suatu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan. Suatu dalil yang dapat diterima menyatakan bahwa semakin baik ramalan tersedia untuk pimpinan, semakin baik pula prestasi kerja mereka sehubungan dengan keputusan yang mereka ambil.

Ramalan serial data yang dilakukan umumnya akan berdasarkan pada data masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Data masa lampau dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis dihubungkan dengan perjalanan waktu. Karena adanya faktor waktu itu, maka dari hasil analisis tersebut kita mencoba mengatakan sesuatu yang akan terjadi dimasa mendatang. Jelas dalam hal tersebut kita berhadapan dengan ketidakpastian sehingga akan ada faktor akurasi atau keseksamaan yang harus diperhitungkan. Akurasi suatu ramalan berbeda untuk setiap persoalan dan berbagai faktor, akurasi peramalan tidak akan selalu didapatkan hasil ramalan dengan ketepatan 100%, namun demikian tidak berarti bahwa ramalan menjadi tidak penting. Ramalan telah banyak digunakan dan membantu dengan baik dalam berbagai kasus dalam manajemen, sebagai pendukung dalam perencanaan, pengawasan, dan penagambilan keputusan.

Model perkiraan debit dengan metode *exponential smoothing* merupakan salah satu model perkiraan dengan data berkala (*time series*).

Beberapa keunggulan metode penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*) dibandingkan dengan metode tradisional (Leabo D. A., 1968) adalah :

1. 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;
4. Dapat digunakan dengan biaya murah baik secara manual maupun dengan komputer.

Dalam bidang sumber daya air metode *exponential smoothing* juga telah banyak digunakan terutama dalam peramalan data. Tularam, G. A., et al. (2008) menggunakan *exponential smoothing* untuk memisahkan aliran dasar yang merupakan dampak langsung dari kesalahan hitungan, yaitu dengan meminimumkan kesalahan dan menyeleksi konstanta *smoothing level* (α).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu metode untuk perkiraan dan/atau peramalan data debit yang efisien dan efektif (lebih baik) dari metode sebelumnya.

METODOLOGI

Penelitian ini membandingkan hasil perkiraan debit dengan menggunakan berbagai nilai *smoothing factor* (α). Beberapa nilai *smoothing factor* diperoleh dari cara coba-coba dan nilai *smoothing factor* dari hasil optimasi parameter.

Kedekatan antara hasil prediksi dengan hasil pengamatan dilakukan dengan melihat besarnya nilai MAE dan MSE. Nilai MAE dan MSE

yang lebih kecil menunjukkan hasil perkiraan yang lebih baik.

Metode Exponential Smoothing

Smoothing adalah mengambil rata-rata dari nilai pada beberapa periode sebelumnya untuk menaksir nilai pada suatu periode (Pangestu P., 1986), *Exponential Smoothing* adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara exponential terhadap nilai-nilai observasi sebelumnya (Makridakis, 1993).

Metode *exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving average*. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru.

Metode Single Exponential Smoothing

Metode *single exponential smoothing* merupakan perkembangan dari metode *moving average* sederhana, yang mula-mula dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{t+1} = \frac{X_1 + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$S_t = \frac{X_{t-1} + X_{t-2} \dots + X_{t-n}}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan melihat hubungan antara Persamaan (1) dan Persamaan (2) bila S_t diketahui maka nilai S_{t+1} dapat dicari berdasarkan S_t (Persamaan 3).

$$S_{t+1} = \frac{X_t}{n} + S_t - \frac{X_{t-n}}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Bila x_{t-n} diganti dengan nilai peramalan pada t yaitu S_t maka Persamaan (3) menjadi Persamaan (4).

$$S_{t+1} = \frac{X_t}{n} + S_t - \frac{S_t}{n} \dots\dots\dots(4)$$

Atau Persamaan (5).

$$S_{t+1} = \frac{1}{n} X_t + \left(1 - \frac{1}{n}\right) S_t \dots\dots\dots(5)$$

Bila $1/n = \alpha$, maka Persamaan (5) menjadi

$$S_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_t \dots\dots\dots(6)$$

Metode Double Exponential Smoothing

Metode ini merupakan model linier yang dikemukakan oleh Brown. Didalam metode *Double Exponential Smoothing* dilakukan proses *smoothing* dua kali seperti pada Persamaan (7) dan (8).

$$s'_t = \alpha X'_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \dots\dots\dots(7)$$

$$s''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan berbeda dengan *single exponential smoothing*, X'_t dapat dipakai untuk mencari S'_t peramalan dilakukan dengan Persamaan (9).

$$S_{1+m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots(9)$$

dimana :

m = jangka waktu perencanaan kedepan,

$$a_t = 2S'_t - S''_t, \text{ dan } b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t).$$

Metode *doubl exponential smooting* biasanya digunakan untuk meramalkan data yang mempunyai *trend*.

Menghitung kesalahan Ramalan

Besarnya error dapat dihitung dengan menggunakan *mean absolute error (MAE)* dan *mean square error (MSE)*. *Mean absolute error* adalah rata-rata nilai absolute dari kesalahan meramal.

$$MAE = \frac{\sum |X_t - F_t|}{n} \dots\dots\dots(10)$$

Mean square error adalah rata-rata kuadrat kesalahan peramalan.

$$MSE = \frac{\sum |X_t - F_t|^2}{n} \dots\dots\dots (11)$$

dimana:

- X_t = data sebenarnya terjadi
- F_t = data hasil ramalan dihitung dari model yang digunakan pada waktu t
- N = adalah banyak data hasil ramalan.

prinsip dalam menghitung kesalahan peramalan (*forecasted error*), model yang baik adalah model yang mempunyai kesalahan *error* paling kecil dari terhadap data pengamatan yang sebenarnya dilapangan.

Optimasi Dengan Lingo

Lingo adalah suatu program yang digunakan untuk melakukan optimasi terhadap suatu permasalahan sehingga menghasilkan hasil yang optimal dari sumber yang tersedia. Proses penyelesaian program kadang membutuhkan perhitungan dalam jumlah yang banyak dengan sumber yang kompleks, sehingga dibutuhkan program komputer yang baik dan handal.

Proses kerja penyelesaian suatu model optimasi terhadap suatu masalah terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut:

1. Memahami permasalahan,
2. Memformulasikan permasalahan kedalam model,
3. Menyiapkan data input untuk model,
4. Menjalankan model,
5. Mengimplementasikan keluaran model kedalam sebuah kesimpulan.

Struktur model Lingo dibagi menjadi tiga bagian blok yaitu : blok SETS, blok DATA, dan blok PERSAMAAN MODEL. Input data dalam blok SETS akan didiskripsikan menjadi struktur data yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Kemudian dalam bagian blok DATA merupakan wadah untuk mengumpulkan data yang akan

digunakan. Selanjutnya dalam bagian blok PERSAMAAN MODEL, data yang terkumpul akan didiskripsikan sebagai hubungan antara masing-masing data yang akan menghasilkan keputusan.

Kecilnya kesalahan (*error*) dalam peramalan adalah salah satu ukuran keakuratan peramalan. Kesalahan adalah selisih antara hasil peramalan dengan pengamatan dilapangan. Sehingga apabila dilakukan optimasi minimum terhadap kesalahan (*error*), maka akan didapatkan hasil peramalan yang paling optimum. Persamaan (11) merupakan fungsi tujuan dalam optimasi minimum terhadap kesalahan (*error*), sedangkan Peramaan (12,13,14) merupakan batasan-batasan yang dipakai untuk mendapatkan nilai minimum dari optimasi error.

$$\text{Min} = \sum |error|^n \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{Error} = \text{prediksi} - \text{pengamatan} \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{prediksi}(T) = \alpha * \text{pengamatan}(T-1) + (1 - \alpha) * \text{prediksi}(T-1) \dots\dots\dots (13)$$

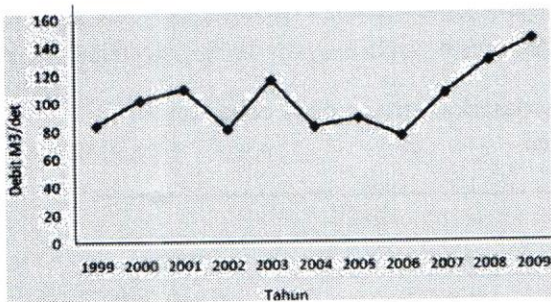
$$0 < \alpha < 1 \dots\dots\dots (14)$$

Data

Analisis data akan dilakukan berdasarkan ketersediaan data yang diperoleh dari pengumpulan data yaitu data debit tahunan rata-rata yang tersedia di Kantor Balai PSDA wilayah sungai Cimanuk-Cisanggarung. Data didapatkan dari stasiun pengamatan Tomo, dengan panjang pengamatan 11 tahun, yaitu dari tahun 1999 hingga 2009, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Debit tahunan rata-rata stasiun pengamatan Tomo pada wilayah sungai Cimanuk – Cisanggarung

No	Tahun	Pengamatan (m ³ /det)
1	1999	83,8
2	2000	101,4
3	2001	109,4
4	2002	80,8
5	2003	115,8
6	2004	82,3
7	2005	88,4
8	2006	75,7
9	2007	106,2
10	2008	129,3
11	2009	144,7



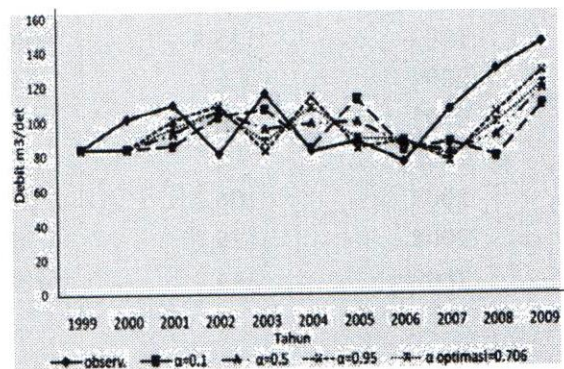
Gambar 1. Debit pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Peramalan serial data debit dilakukan dengan cara meminimalkan selisih (*error*) peramalan terhadap data observasi dengan menggunakan Persamaan (6). Minimalisasi dilakukan dengan metode manual dengan cara memasukkan nilai

$\alpha = 0,1 ; 0,2 ; 0,95$ dan dengan cara mengoptimasi nilai *error* Persamaan (11) dengan memasukkan batasan-batasan Persamaan 12, 13, 14. Dengan meminimalkan *error*, akan menghasilkan nilai α yang paling optimum, dan didapatkan hasil peramalan yang paling optimum. Hasil-hasil analisis dapat dilihat seperti Tabel 2 dan Gambar 2.



Gambar 2. Debit pengamatan dan peramalan

Dari grafik dan tabel hasil analisis, dapat dilihat bahwa hasil optimasi minimum *error* didapat nilai $\alpha = 0,706$, yang menghasilkan prediksi dengan kesalahan total *Mean absolute error (MAE)* paling kecil dibandingkan dengan hasil prediksi dengan nilai α yang didapat dengan cara coba-coba. Sedangkan kesalahan prediksi dengan menggunakan rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean square error*) didapat hasil cukup baik yaitu mempunyai total kesalahan terkecil setelah prediksi berdasarkan coba-coba dengan nilai $\alpha = 0,5$.

Tabel 2. peramalan debit dengan nilai α dari coba coba dan dari optimasi error

Tahun	Debit pengamatan	peramalan dengan $\alpha =$			α hasil optimasi
		$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,706$
1999	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8
2000	101,4	83,8	83,8	83,8	83,8
2001	109,4	85,6	92,6	100,5	96,2
2002	80,8	102,2	105,4	109,0	105,5
2003	115,8	106,5	95,1	82,2	88,1
2004	82,3	84,3	98,3	114,1	107,6
2005	88,4	112,5	99,1	84,0	89,8
2006	75,7	82,9	85,4	88,1	88,8
2007	106,2	87,1	82,1	76,3	79,5
2008	129,3	78,8	91,0	104,7	98,4
2009	144,7	108,5	117,75	128,145	120,2

Tabel 3: Perbandingan MAE dan MSE berdasarkan nilai α coba coba dan α hasil optimasi

MAE				MSE			
α coba-coba			α opt.	α coba-coba			α opt.
$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,706$	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,706$
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,6	1,6	1,6	1,6	28,2	28,2	28,2	28,2
2,2	1,5	0,8	1,2	51,7	25,7	7,2	15,8
1,9	2,2	2,6	2,2	41,6	55,0	72,3	55,6
0,8	1,9	3,1	2,5	7,8	39,0	102,4	69,9
0,2	1,5	2,9	2,3	0,4	23,3	91,6	58,4
2,2	1,0	0,4	0,1	52,6	10,3	1,8	0,2
0,7	0,9	1,1	1,2	4,7	8,5	14,0	15,6
1,7	2,2	2,7	2,4	33,1	53,0	81,1	64,6
4,6	3,5	2,2	2,8	232,3	133,7	55,1	87,0
3,3	2,5	1,5	2,2	119,1	66,0	24,9	54,5
19,2	18,7	18,9	18,6	571,4	442,6	478,6	449,7

KESIMPULAN

Dengan melakukan optimasi parameter untuk data debit di Stasiun Tomo di WS Cimanuk-Cisanggarung, maka diperoleh $\alpha = 0,706$ yang merupakan nilai α yang paling optimal untuk menghasilkan prediksi debit yang paling baik. Hasil analisa peramalan debit tahunan rata-rata dengan $\alpha = 0,1; 0,5; 0,95$ dibandingkan dengan nilai α hasil optimasi menghasilkan nilai MAE hasil optimasi yang paling kecil. Sedangkan nilai MSE dengan $\alpha = 0,5$ paling kecil, dan nilai MSE hasil optimasi terkecil no 2.

Dari hasil perbandingan MAE dan MSE tersebut dapat disimpulkan bahwa peramalan data menggunakan metode *exponential smoothing* dengan melakukan optimasi parameter akan menghasilkan hasil peramalan yang lebih baik dibanding dengan hasil dari coba-coba.

DAFTAR PUSTAKA

- Leabo Dick A, (1968), *Basic Statistic*, 3rd edition, Illinois, Richard D. Irwin, Inc, Homewood.
- Makridakis, Spyros. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika.
- Tularam, G. A., and Ilahee M., (2008), *Exponential Smoothing Method of Base Flow Separation and Its Impact on Continuous Loss Estimates*, American Journal of Environmental Sciences 4 (2): 136-144, ISSN 1553-345X Science Publications
- Subagyo, Pangestu. (1986), *Forecasting Konsep dan Aplikasi*, BPFE UGM Yogyakarta, Yogyakarta.