

PERBANDINGAN PERAMALAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* SATU PARAMETER BROWN DAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DUA PARAMETER HOLT

Julnita Bidanghan¹, Ika Purnamasari², Memi Nor Hayati³

¹Mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Dosen Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

Alamat e-mail : ita_raenjul@yahoo.com

ABSTRAK

Peramalan merupakan suatu proses atau metode dalam meramal suatu peristiwa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Pemulusan eksponensial adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih lama. Pada penelitian ini membahas tentang metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dan *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dalam meramalkan jumlah produksi air bersih Kota Samarinda. Metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dan *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt merupakan metode extrapolasi atau deret waktu dengan menggunakan riwayat permintaan masa lalu dalam membuat ramalan untuk masa depan yang dijadikan panduan dalam proses pembuatan keputusan. Metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dengan parameter $\alpha = 0,21$ menghasilkan ramalan jumlah produksi air pada bulan November 2015 adalah 6.673,93 m³, bulan Desember 2015 adalah 6.728,11 m³, dan bulan Januari 2016 adalah 6.728,11 m³ dengan MAPE adalah 2,9629 %. Pada metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dengan parameter $\alpha = 0,31$ dan $\gamma = 0,92$ menghasilkan ramalan jumlah produksi air pada bulan November 2015 adalah 6.694,09 m³, bulan Desember 2015 adalah 6.831,22 m³, dan bulan Januari 2016 adalah 6.968,35 m³ dengan MAPE adalah 2,9016 %. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa MAPE untuk metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dengan $\alpha = 0,31$ dan $\gamma = 0,92$ lebih kecil dibandingkan MAPE untuk metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown

Kata Kunci : *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari Holt, *Double Exponential Smoothing* Satu Parameter dari Brown, MAPE.

PENDAHULUAN

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan diambil [1]. Secara umum, metode peramalan dibagi dalam dua kelompok

utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Referensi [2] menunjukkan bahwa metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua jenis metode peramalan, yaitu metode kasual (regresi) dan metode *time series*. Pada metode *time series*, pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan pada nilai masa lalu dari suatu variabel atau kesalahan (faktor gangguan) masa lalu. Pada *time series* metode yang dapat digunakan untuk peramalan antara lain metode rata-rata bergerak atau MA

(*Moving Average*), metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), dan metode pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) [1]. *Double exponential smoothing* adalah metode yang digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend*. *Double exponential smoothing* dibagi menjadi dua yaitu *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dan *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt [2]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil peramalan produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda dengan metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dan *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt berdasarkan nilai MAPE.

Double exponential smoothing dari Brown merupakan model *linear* yang dikemukakan oleh Brown. Di dalam metode *double exponential smoothing* ini dilakukan proses *smoothing* dua kali. Dengan analogi yang dipakai pada waktu berangkat dari *single moving average* ke *single exponential smoothing* maka dapat pula berangkat dari *double moving average* ke *double exponential smoothing*. Perpindahan seperti itu mungkin menarik karena salah satu keterbatasan dari *single moving average* (yaitu perlunya menyimpan n nilai terakhir) masih terdapat pada *double moving average*. *Double exponential smoothing* dapat dihitung hanya dengan tiga nilai data dan satu nilai untuk α . Pendekatan ini juga memberikan bobot yang semakin menurun pada observasi masa lalu. Dengan alasan ini *double exponential smoothing* lebih disukai daripada *double moving average* sebagai suatu metode peramalan dalam berbagai kasus utama.

Dasar pemikiran dari *double exponential smoothing* dari Brown adalah serupa dengan *double moving average* karena kedua nilai *single smoothing* dan *double smoothing* ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*.

Perbedaan antara nilai *single smoothing* dan *double smoothing* ($S'_t - S''_t$) dapat ditambahkan dengan kepada nilai *single smoothing* (S'_t) dan disesuaikan untuk *trend* [2]. Rumus yang dipakai dalam implementasi *double exponential smoothing* dari Brown ditunjukkan di bawah ini:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (1)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2)$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (3)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (4)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (5)$$

dimana:

S'_t = Nilai pemulusan eksponensial pertama

S''_t = Nilai pemulusan eksponensial kedua

X_t = Nilai aktual pada periode ke-t

a_t dan b_t = Konstanta pemulusan

α = Nilai parameter pemulusan yang besarnya $0 < \alpha < 1$

Metode *double exponential smoothing* dari Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown kecuali Holt tidak menggunakan rumus *double smoothing* secara langsung. Sebagai gantinya Holt memuluskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret asli. Ramalan dari *double exponential smoothing* dari Holt di dapat dengan menggunakan dua parameter pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1, dimana $0 < \alpha < 1$) dan tiga persamaan:

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

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

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (8)$$

dimana,

S_t = data pemuluan pada periode t

b_t = *trend* pemuluan pada periode t

F_{t+m} = peramalan pada periode t

Proses inialisasi untuk *exponential smoothing* linier dari Holt memerlukan dua taksiran yang satu mengambil nilai *smoothing* pertama untuk S_t dan yang lain mengambil *trend* b_t , yang pertama mudah dilakukan. Pilih $S_t = X_t$, Taksiran *trend* kadang-kadang lebih merupakan masalah. Kita memerlukan taksiran *trend* dari satu periode lainnya. Inilah beberapa kemungkinannya $b_1 = X_2 - X_1$.

Dalam banyak situasi peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Bagi pemakai ramalan, ketepatan ramalan yang akan datang adalah sangat penting. Ketepatan metode ramalan dilihat dari kesalahan peramalan. Kesalahan peramalan merupakan ukuran ketepatan dan menjadi dasar untuk membandingkan kinerja. Dalam penelitian ini digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk pemilihan metode terbaik serta mengetahui ketepatan peramalan. Adapun rumus MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad (9)$$

dengan n adalah banyaknya periode dan PE_t adalah kesalahan persentasenya (*percentage error*):

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100 \% \quad (10)$$

dimana:

X_t = observasi pada periode ke t.

F_t = ramalan pada periode ke t.

Semakin kecil nilai MAPE berarti nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya, atau metode yang dipilih merupakan metode terbaik [2]. Suatu metode mempunyai kinerja sangat bagus

jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai berada di antara 10% dan 20% [3].

METODOLOGI PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari PDAM Tirta Kencana Samarinda di bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang). Variabel yang digunakan adalah produksi air bersih (m^3) di PDAM Tirta Kencana Samarinda.

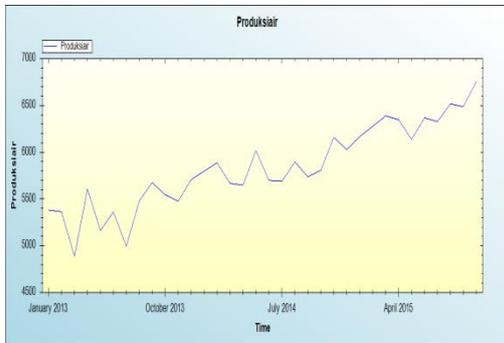
Langkah-langkah Penelitian

Dalam analisis data pada penelitian ini, beberapa tahap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisa statistika deskriptif dan membuat *scatter diagram* untuk melihat pola data.
2. Perhitungan metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown
 - a. Menentukan nilai α
 - b. Menentukan nilai *smoothing* pertama (S'_t)
 - c. Menentukan nilai *smoothing* kedua (S''_t)
 - d. Menentukan nilai a_t
 - e. Menentukan nilai b_t
 - f. Menentukan nilai peramalan (F_t)
 - g. Menentukan Ketepatan Ramalan
3. Perhitungan metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt
 - a. Menentukan nilai α dan γ
 - b. Menentukan nilai *exponential smoothing* (S_t)
 - c. Menentukan nilai b_t
 - d. Menentukan nilai peramalan (F_t)
 - e. Menentukan Ketepatan Ramalan
4. Menentukan hasil peramalan produksi air bersih 3 periode kedepan.
5. Menentukan metode terbaik dengan nilai MAPE terkecil

HASIL PENELITIAN

Untuk menggunakan metode *double exponential smoothing*, data yang diteliti harus memiliki pola data *trend*. Sehingga perlu membuat grafik untuk melihat pola data.



Gambar 1. Grafik *Time Series* Data Produksi air Bersih (m^3) Samarinda Bulan Januari 2013 s/d Oktober 2015

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa nilai Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda cenderung mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda cenderung berpola *trend* meningkat.

Setelah data menunjukkan adanya *trend*, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dengan menggunakan persamaan 1 sampai persamaan 5. Pada penelitian ini penulis menggunakan *software excel* untuk melakukan perhitungan. Untuk mendapatkan parameter α terbaik maka dilakukan *trial and error* untuk mendapatkan nilai MAPE terkecil. Adapun hasil perhitungan untuk nilai α dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai MAPE Untuk $\alpha = 0,1$ s/d $0,9$

No.	α	MAPE
1.	0,1	3,246 %
2.	0,2	2,963 %
3.	0,3	3,018 %
4.	0,4	3,247 %
5.	0,5	3,521 %
6.	0,6	3,818 %
7.	0,7	4,159 %
8.	0,8	4,657 %
9.	0,9	5,346 %

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh nilai MAPE terkecil yaitu dengan nilai $\alpha = 0,2$ sebesar 2,963 %, untuk meyakinkan nilai parameter α yang paling terbaik penulis menentukan kembali nilai parameter dengan 2 angka di belakang desimal yaitu 0,21 s/d 0,29.

Tabel 2. Nilai MAPE untuk $\alpha = 0,21$ s/d $0,29$

No.	α	MAPE
1.	0,21	2,9629 %
2.	0,22	2,9662 %
3.	0,23	2,9733 %
4.	0,24	2,9799 %
5.	0,25	2,9858 %
6.	0,26	2,9914 %
7.	0,27	2,9965 %
8.	0,28	3,0013 %
9.	0,29	3,0088 %

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai MAPE terkecil yaitu dengan nilai $\alpha = 0,21$ sebesar 2,9629 %. Setelah mendapatkan parameter terbaik dari *trial and error* maka dapat dilakukan peramalan Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda untuk 3 bulan yang akan datang menggunakan persamaan 5. Hingga diperoleh hasil peramalan Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda untuk bulan November 2015 sebesar 6.673,93 m^3 , untuk bulan Desember 2015 sebesar 6.728,11 m^3 dan untuk bulan Januari 2016 sebesar 6.782,29 m^3 .

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dengan menggunakan persamaan 6 sampai persamaan 8. Sama halnya pada Brown untuk menentukan parameter α dan γ pada Holt maka dilakukan *trial and error* untuk mendapatkan nilai MAPE terkecil. Pada Tahap awal menggunakan parameter 1 angka di belakang desimal yaitu $\alpha = 0,1$ s/d $0,9$ dan $\gamma = 0,1$ s/d $0,9$ sehingga percobaan yang dilakukan sebanyak 81 kali percobaan. Dari percobaan tersebut diperoleh nilai MAPE terkecil yaitu dengan nilai $\alpha = 0,3$ dan $\gamma = 0,9$ sebesar 2,92 %. Dan untuk meyakinkan nilai parameter α dan γ yang paling terbaik penulis menentukan kembali nilai

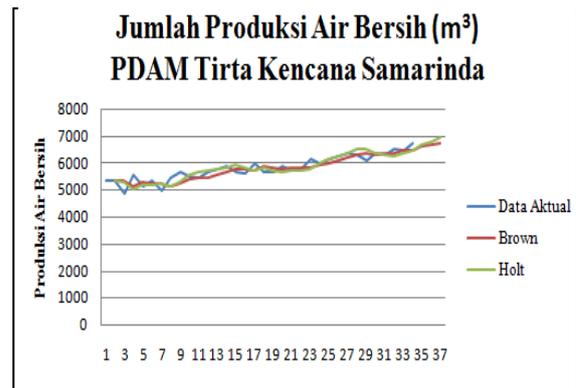
parameter dengan 2 angka dibelakang desimal yaitu $\alpha = 0,31$ s/d $0,39$ dan $\gamma = 0,91$ s/d $0,99$ sehingga percobaan yang dilakukan juga sebanyak 81 kali percobaan. Dari percobaan tersebut diperoleh nilai MAPE terkecil yaitu dengan nilai $\alpha = 0,31$ dan $\gamma = 0,92$ sebesar 2,9016 %. Setelah mendapatkan parameter terbaik dari *trial and error* maka dapat dilakukan peramalan Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda untuk 3 bulan yang akan datang menggunakan persamaan 8. Hasil peramalan Produksi Air PDAM Tirta Kencana Samarinda untuk bulan November 2015 sebesar 6.694,09 m³, untuk bulan Desember 2015 sebesar 6.831,22 m³ dan untuk bulan Januari 2016 sebesar 6.968,35 m³.

Dari kedua metode tersebut akan ditentukan metode mana yang terbaik untuk meramalkan jumlah produksi air bersih pada PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda. Untuk menentukan metode terbaik dapat dilihat dari nilai MAPE terkecil.

Tabel 3. Perbandingan nilai MAPE

Metode	Nilai MAPE
Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> Satu Parameter dari <i>Brown</i>	2,9629 %
<i>Double Exponential Smoothing</i> Dua Parameter dari <i>Holt</i>	2,9016 %

Nilai MAPE dengan metode *Double Exponential Smoothing* Satu Parameter dari *Brown* sebesar 2,9629% sedangkan dengan metode *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari *Holt* sebesar 2,9016%. Karena metode *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari *Holt* memiliki nilai MAPE terkecil dibandingkan nilai MAPE metode *Double Exponential Smoothing* Satu Parameter dari *Brown*, maka metode terbaik yang digunakan adalah *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari *Holt*.



Gambar 2 Grafik Perbandingan Nilai Aktual, *Brown* dan *Holt* Jumlah Produksi Air Bersih (m³) PDAM Tirta Kencana Samarinda.

Gambar 2 menunjukkan pergerakan pola data aktual, *Brown* dan *Holt*. Dapat disimpulkan bahwa nilai pemulusan dengan metode *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari *Holt* lebih mulus dari data aktual dan secara visual tidak jauh berbeda dengan pola data yang menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* Satu Parameter dari *Brown*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu:

1. Hasil peramalan produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda pada November 2015 sampai dengan Januari 2015 dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari *Brown* dengan $\alpha = 0,21$ adalah sebesar 6.673,93 m³ pada bulan November 6.728,11 m³ bulan Desember 2015 dan 6.782,29 m³ pada bulan Januari 2016.
2. Hasil peramalan produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda pada November 2015 sampai dengan Januari 2015 dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari *Holt* dengan $\alpha = 0,31$ dan $\gamma = 0,92$ adalah sebesar 6.694,09 m³ pada bulan November 6.831,22 m³

bulan Desember 2015 dan 6.968,35 m³ pada bulan Januari 2016.

3. Peramalan produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari *Brown* menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,9629 %. Sedangkan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dua parameter dari *Holt* menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,9016 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode terbaik untuk meramalkan produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda adalah metode *Double Exponential Smoothing* dua parameter dari *Holt* dengan $\alpha = 0,31$ dan $\gamma = 0,92$.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, peneliti dapat menggunakan Algoritma *Nonlinear Programming* dalam mengoptimalkan nilai parameter α dan γ , untuk metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari *Brown* maupun metode *Double Exponential Smoothing* dua parameter dari *Holt*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman dan PDAM Tirta Kenca Samarinda atas fasilitas yang diberikan untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*, Makasar: Andira Publisher, 2006.
- [2] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E. 2003. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1 Edisi Revisi* (terj.). Binarupa Aksara. Jakarta
- [3] Zainun, N.Y dan Majid, Z.A. 2003. *Low Cost House Demand Perdictor*,

Malaysia: Universitas Teknologi Malaysia.

- [4] Utami, T.W. dan Darsyah, M.Y. 2015. *Peramalan Data Saham dengan Model Winter'S*. Jurnal Statistika. UNIMUS.