

## Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode *Exponential Smoothing*

(Studi Kasus : PDAM Kota Malang)

Bossarito Putro<sup>1</sup>, M. Tanzil Furqon<sup>2</sup>, Satrio Hadi Wijoyo<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>bossarito.11@gmail.com, <sup>2</sup>m.tanzil.furqon@ub.ac.id, <sup>3</sup>satriohadi@ub.ac.id

### Abstrak

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Manusia, hewan, dan tumbuhan memerlukan air untuk kelangsungan kehidupannya. Beda dengan binatang dan tumbuhan, manusia membutuhkan air yang bersih untuk keberlangsungan hidupnya. Menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi PDAM seluruh Indonesia untuk terus mencukupi jumlah permintaan ketersediaan air bersih, tak terkecuali PDAM Kota Malang. Prediksi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Exponential Smoothing*. *Exponential Smoothing* merupakan metode yang secara terus menerus melakukan perbaikan peramalan dengan mengambil nilai rata-rata penghalusan (*smoothing*) nilai masa lalu dari suatu data runtut waktu dengan cara menurun (*exponential*). Pada penelitian ini dibandingkan 3 metode *Exponential Smoothing*, yaitu: *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) yang digunakan untuk mendapatkan hasil prediksi dan melakukan evaluasi hasil prediksi dengan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE terkecil didapatkan pada saat menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) pada saat nilai  $a = 0,2$  dengan nilai MAPE sebesar 3,992, metode *Double Exponential Smoothing* (DES) pada saat nilai  $a = 0,1$  dengan nilai MAPE sebesar 4,932, dan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) pada saat nilai  $a = 0,1$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,6$  dengan nilai MAPE sebesar 6,733. Dengan nilai MAPE dibawah 10, maka metode *Exponential Smoothing* untuk prediksi jumlah kebutuhan air termasuk kedalam kategori sangat baik.

**Kata kunci:** prediksi, *Exponential Smoothing*, *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), *Triple Exponential Smoothing* (TES), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), PDAM

### Abstract

*Water is a natural resource that needed by all living things. Humans, animals, and plants need water to survive. Unlike animals and plants, humans need clean water to survive. Becoming a challenge for all PDAM Indonesia to keep sufficient number of demand for clean water supply, not to mention PDAM Malang City. Prediction done in this research use Exponential Smoothing method. Exponential Smoothing is a method that continuously performs forecasting improvements by taking the average value of smoothing past values from time expanding data in exponential way. In this research, we will compare three Exponential Smoothing methods: Single Exponential Smoothing (SES), Double Exponential Smoothing (DES), and Triple Exponential Smoothing (TES) used to obtain prediction result and evaluate prediction result with Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The smallest MAPE was obtained when using Single Exponential Smoothing (SES) method when value  $a = 0.2$  with MAPE value 3.992, Double Exponential Smoothing (DES) method when value  $a = 0.1$  with MAPE value 4.932, and Triple Exponential Smoothing method (TES) when the value of  $a = 0.1$ ,  $\beta = 0.1$ , and  $\gamma = 0.6$  with MAPE value of 6.733. With the MAPE value below 10, the Exponential Smoothing method to predict the amount of water requirement included into the category is very good.*

**Keywords:** prediction, *Exponential Smoothing*, *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), *Triple Exponential Smoothing* (TES), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), PDAM

### 1. PENDAHULUAN

PDAM merupakan perusahaan milik daerah

yang memiliki fungsi sebagai penyedia air bersih. PDAM terdapat di setiap Provinsi,

Kabupaten, dan Kota Madya di seluruh Indonesia. Salah satu PDAM juga terdapat di Kota Malang. Pemakaian air yang tinggi mengakibatkan kebutuhan akan permintaan ketersediaan air bersih terus meningkat sedangkan persediaan air bersih sendiri di setiap tahun jumlahnya terus berkurang seiring dengan banyaknya lahan hijau terbuka yang dijadikan pemukiman atau bangunan.

Berdasarkan permasalahan tersebut menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi PDAM seluruh Indonesia untuk terus mencukupi jumlah permintaan ketersediaan air bersih bagi para pelanggannya, tak terkecuali PDAM Kota Malang. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memprediksi jumlah kebutuhan air di periode mendatang sehingga PDAM dapat mempersiapkan lebih dini persediaan air bersih yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Selain itu, prediksi kebutuhan air juga dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk mengalokasikan pendistribusian air ke pelanggan guna menghindari kejadian kekurangan atau pemborosan pemakaian air. Hasil prediksi yang akurat juga dapat menekan tingkat kerugian air dan juga biaya yang ditanggung oleh PDAM serta dengan menggunakan air secara efisien, air tadi dapat disalurkan ke PDAM daerah lain ataupun untuk mengalir lahan persawahan.

*Exponential Smoothing* merupakan metode yang secara terus menerus melakukan perbaikan peramalan dengan mengambil nilai rata-rata penghalusan (*smoothing*) nilai masa lalu dari suatu data runtut waktu dengan cara menurun (*exponential*). Analisis *exponential smoothing* merupakan salah satu analisis deret waktu dan merupakan metode peramalan dengan memberi nilai penghalusan pada serangkaian pengamatan sebelumnya untuk memprediksi nilai pada masa depan (Trihendradi, 2005).

Metode *Exponential Smoothing* juga telah diterapkan oleh Iwa Sungkawa pada tahun 2011 dengan judul "Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia" pada tahun 2011. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meramalkan volume penjualan PT Satriamandiri Citramulia, penelitian tersebut membahas pemilihan model peramalan yang sesuai dan tepat dengan data deret waktu yang ada. Dalam penelitian ini dibahas cara mendeteksi ketepatan peramalan dengan berbagai cara, yaitu: *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute*

*Percentage Error* (MAPE). Peramalan menggunakan metode *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Winters*. Dari ketiga metode, *Exponential Smoothing* dinilai karena memiliki nilai MSE, MAPE, *Durbin-Watson* yang paling kecil dibandingkan dua metode lainnya dengan nilai MSE sebesar 157,51, MAPE sebesar 8,841, dan *Durbin-Watson* sebesar 0,559. Hal itu membuktikan bahwa metode *Exponential Smoothing* termasuk kedalam kriteria sangat baik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai error prediksi antara metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Triple Exponential Smoothing* dalam memprediksi jumlah kebutuhan pemakaian air di PDAM Kota Malang.

## 2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Pemakaian Air

Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumberdaya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia (Sunaryo, dkk, 2005).

### 2.2 Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Perusahaan daerah merupakan salah satu pelaku ekonomi di suatu daerah, selain perusahaan milik negara, perusahaan swasta dan koperasi. Tujuan pemerintah mendirikan perusahaan daerah yaitu untuk menjadi penyokong dalam pembangunan daerah. PDAM adalah satu dari beberapa Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), yang mengelola kebutuhan air minum. Pada saat ini PDAM memiliki peran yang sangat penting bagi masyarakat dalam hal mendukung kelancaran pembangunan daerah, sehingga keberhasilan PDAM harus selalu di upayakan (Kurniawati, 2009).

### 2.3 Prediksi

Prediksi merupakan suatu proses untuk meramalkan atau memperkirakan suatu *variable* di masa yang akan datang. Dalam kasus prediksi biasanya data yang sering digunakan adalah data kuantitatif. Prediksi tidak harus menghasilkan suatu jawaban yang pasti kejadian, melainkan

berusaha untuk mencari jawaban yang sedekat mungkin dengan kejadian yang akan terjadi.

**2.3.1 Metode Prediksi**

Dalam prediksi jangka pendek biasanya membutuhkan metode yang tidak bervariasi, beda halnya dengan prediksi jangka menengah dan panjang (Taylor, 2003). Ada beberapa metode yang digunakan dalam prediksi data yaitu sebagai berikut:

- *Smoothing*, metode ini biasanya untuk peramalan perencanaan keuangan dan berfungsi untuk meminimalisir data masa lalu yang tidak beraturan atau musiman
- *Box jenknis*, metode ini berisi model matematis yang berfungsi untuk meramalkan data *time series* pada jangka pendek.
- *Proyeksi trend*, metode ini berisi persamaan matematis yang berupa garis *trend* dan berfungsi untuk prediksi jangka panjang dan pendek.

**2.3.2 Kesalahan Prediksi**

Ada beberapa metode perhitungan yang biasa digunakan dalam menghitung kesalahan prediksi (*forecast error*). Cara untuk mengevaluasi teknik peramalan salah satunya adalah MAPE.

Kesalahan persen rata-rata absolute atau *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). MAPE merupakan rata-rata diferensiasi absolut antara nilai peramalan dan aktual, yang dinyatakan sebagai presentase nilai aktual. MAPE dihitung sebagai rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diramal dan aktual, dinyatakan sebagai presentase nilai aktual. Nilai MAPE dapat dicari dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum \frac{|At-Ft|}{At} \tag{1}$$

dimana :

*At* = nilai aktual pada data *t*

*Ft* = nilai peramalan pada data *t*

*n* = jumlah periode data

Penggunaan MAPE pada evaluasi hasil prediksi dapat menghindari pengukuran akurasi terhadap besarnya nilai aktual dan nilai prediksi. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada Tabel 1 (Chang, Wang, & Liu, 2007).

**Tabel 1 Kriteria Nilai MAPE**

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik

10% – 20%	Baik
20% – 50%	Cukup
> 50%	Buruk

**2.4 Algoritma Metode Smoothing Exponential**

*Exponential Smoothing* merupakan metode yang secara terus menerus melakukan perbaikan peramalan dengan mengambil nilai rata-rata penghalusan (*smoothing*) nilai masa lalu dari suatu data runtut waktu dengan cara menurun (*exponential*).

**2.4.1 Metode Pemulusan Exponential Tunggal (Single Exponential Smoothing)**

Metode pemulusan *Exponential Tunggal (Single Exponential Smoothing)* mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai *mean* yang tetap, tanpa *trend* atau pola pertumbuhan konsisten (Makridakis, 1999). Nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.

$$Ft = \alpha X_t + (1 - \alpha) Ft_{-1} \tag{2}$$

dimana:

*Ft* = peramalan untuk periode *t*.

*Xt* = nilai aktual pada waktu ke *t-1*

*Ft-1* = peramalan pada waktu *t-1*

$\alpha$  = parameter *Exponential* dengan nilai antara 0 – 1

**2.4.2 Metode Linear Exponential Smoothing (Double Exponential Smoothing) Brown**

Metode ini dikembangkan oleh Brown’s untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada *trend* pada perubahan datanya. Dasar pemikiran dari pemulusan *Exponential linier* dari Brown’s adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier (*Linier Moving Average*). Proses inialisasi menggunakan Persamaan 3–4 dan nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 5– 9.

- Inialisasi :

$$S't = S''t = aT \tag{3}$$

$$bT = \frac{(X_2-X_1)+(X_4-X_3)}{2} \tag{4}$$

- Rumus *Double Exponential Smoothing Brown* :

$$S't = \alpha Xt + (1 - \alpha)S't_{-1} \tag{5}$$

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha)S''t_{-1} \tag{6}$$

$$aT = 2 S't - S''t \tag{7}$$

$$bT = \frac{a}{1-a} (S't - S''t) \tag{8}$$

$$Ft+m = aT + bTm \tag{9}$$

dimana :

$S't$  = Nilai pemulusan tunggal pada waktu ke- $t$

$S''t$  = Nilai pemulusan ganda pada waktu ke- $t$

$Xt$  = data aktual pada waktu ke- $t$

$aT, bT$  = konstanta pemulusan

$Ft+m$  = nilai peramalan

$m$  = periode masa mendatang

$a$  = parameter *Exponential* dengan nilai antara 0 - 1

### 2.4.3 Metode Pemulusan *Exponential Musiman / Winter's (Triple Exponential Smoothing)*

Salah satu metode peramalan yang khusus untuk data yang berpola musiman adalah metode pemulusan *Exponential linier* dan musiman dari Winter. Metode ini didasarkan atas tiga persamaan, yaitu unsur stasioner, *trend* dan musiman, proses inialisasi menggunakan Persamaan 10–12 nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 13–16.

- Inialisasi :

$$St = \frac{1}{L} (y_1 + y_2 + \dots + y_L) \tag{10}$$

$$Tt = \frac{1}{L} \left( \frac{(y_{L+1} - y_1)}{L} + \frac{(y_{L+2} - y_2)}{L} + \dots + \frac{(y_{L+L} - y_L)}{L} \right) \tag{11}$$

$$SNt = \frac{y_1}{St} \tag{12}$$

- Rumus *Triple Exponential Smoothing* :

$$St = a \frac{Xt}{SNt-1} + (1-a) (St-1 + Tt-1) \tag{13}$$

$$Tt = \beta (St - St-1) + (1-\beta) Tt-1 \tag{14}$$

$$SNt = \gamma \left( \frac{Xt}{St} \right) + (1-\gamma) SNt-1 \tag{15}$$

$$Ft+m = St + Tt m \tag{16}$$

dimana :

$St$  = Nilai pemulusan keseluruhan

$Xt$  = Data aktual pada waktu ke- $t$

$Tt$  = Pemulusan musiman

$\alpha, \beta, \gamma$  = parameter *Exponential* dengan nilai antara 0 dan 1

$SNt$  = pemulusan *trend*

$Ft+m$  = nilai peramalan

$m$  = periode masa mendatang

## 3. METODOLOGI

### Pengumpulan Data

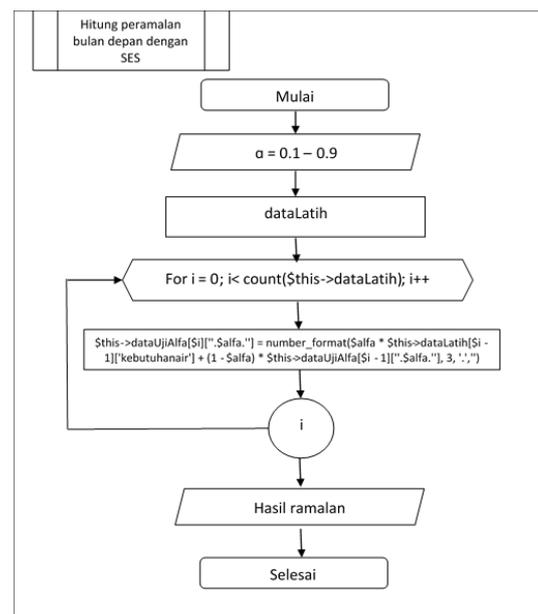
Untuk pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang telah dibuat atau dikumpulkan oleh orang lain yang dapat digunakan untuk tujuan penelitian yang diperoleh dengan cara riset kepustakaan, membaca buku atau jurnal yang berkaitan dengan masalah yang dianalisis. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini berupa data yang diberikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang yang berupa data total pemakaian air pelanggan PDAM per bulan dalam satuan meter kubik ( $m^3$ ) dalam kurun waktu tahun 2008-2013 sehingga menghasilkan 72 data (Istiqara, 2017).

## 4. PERANCANGAN

Perancangan metode *Exponential Smoothing* akan dijabarkan pada bab perancangan dalam bentuk perancangan alur algoritma, manualisasi data aktual, perancangan antarmuka dan perancangan pengujian.

### 4.1 Proses Perhitungan *Single Exponential Smoothing*

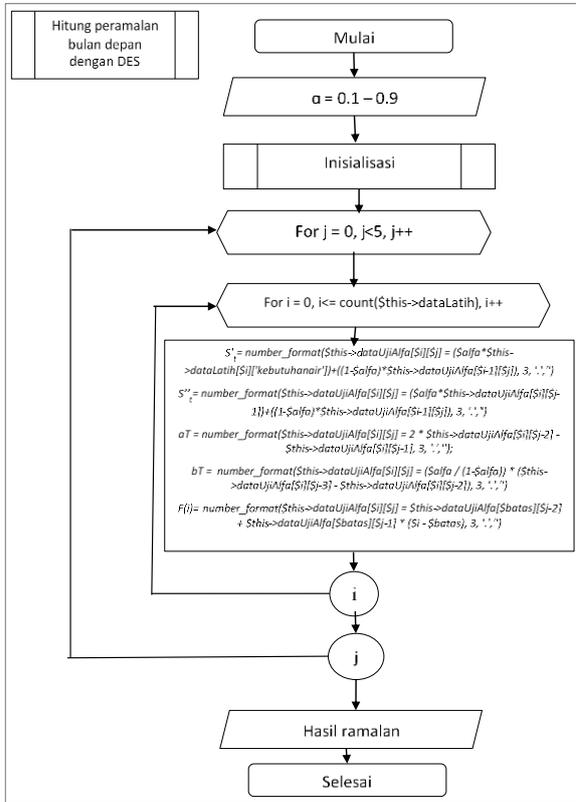
Proses perhitungan *Single Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 1 yang dirujuk pada Persamaan 2.



Gambar 1 Diagram Alir Proses Perhitungan *Single Exponential Smoothing*

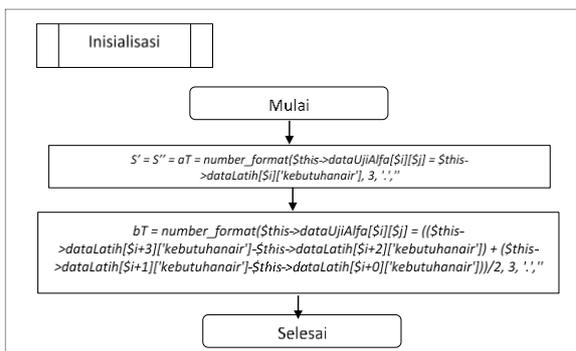
### 4.2 Proses Perhitungan Double Exponential Smoothing

Proses perhitungan *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 2 merujuk Persamaan 3–9.



Gambar 2 Diagram Alir Proses Perhitungan Double Exponential Smoothing

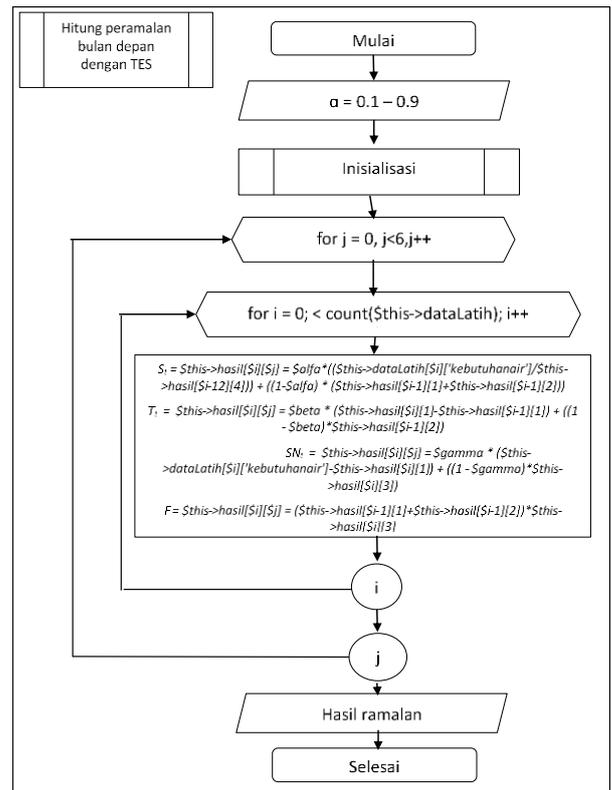
Proses inisialisasi awal *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 3 merujuk pada Persamaan 3–4 :



Gambar 3 Proses Inisialisasi Double Exponential Smoothing

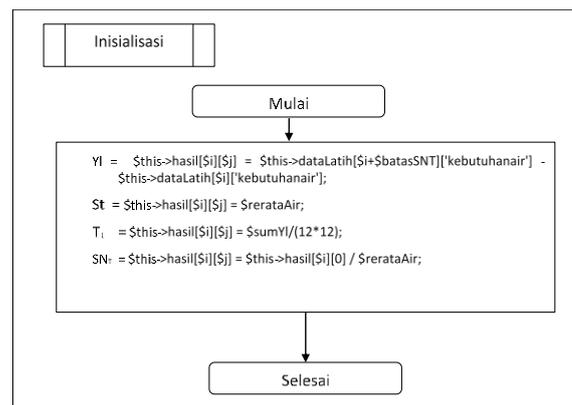
### 4.3 Proses Perhitungan Triple Exponential Smoothing

Proses perhitungan *Triple Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 4 merujuk Persamaan 10– 16.



Gambar 4 Diagram Alir Proses Perhitungan Triple Exponential Smoothing

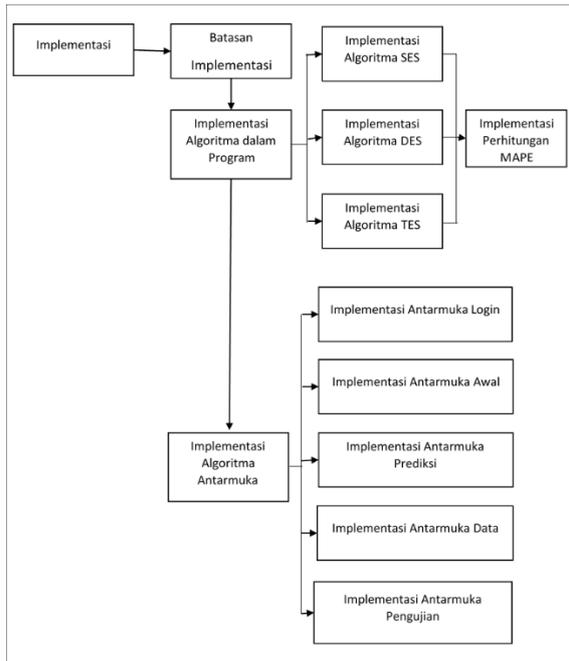
Proses inisialisasi awal *Triple Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 5 merujuk Persamaan 10–12:



Gambar 5 Proses Inisialisasi Triple Exponential Smoothing

## 5. IMPLEMENTASI

Implementasi yang ada dalam sistem ini meliputi batasan implementasi, implementasi algoritma dan implementasi antarmuka. Berikut merupakan diagram implementasi sistem yang ditunjukkan pada Gambar 6.

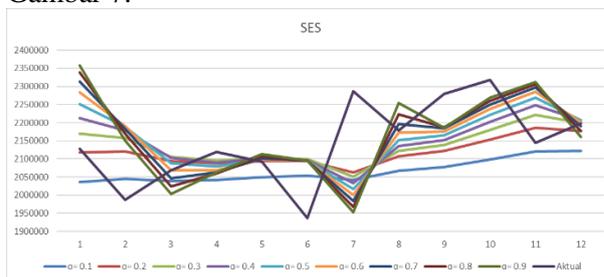


Gambar 6 Tahapan Implementasi

## 6. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 6.1 Pengujian Pengaruh Nilai Parameter Single Exponential Smoothing

Pada pengujian metode *Single Exponential Smoothing* nilai parameter yang digunakan adalah alfa ( $\alpha$ ). Pengujian nilai  $\alpha$  menggunakan nilai 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, dan 0,9. Pengujian pengaruh nilai  $\alpha$  dilakukan untuk mengetahui berpengaruh atau tidaknya nilai  $\alpha$  terhadap nilai *error* kesalahan prediksi ketika parameter tersebut diubah. Hasil pengujian *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat Gambar 7.



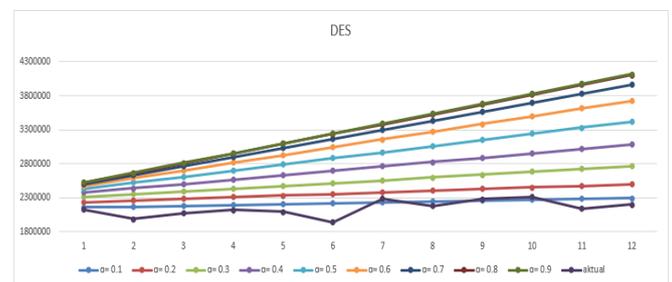
Gambar 7 Grafik Pengaruh Nilai Parameter Single Exponential Smoothing

Terlihat dalam gambar bahwasannya nilai hasil perhitungan *Single Exponential Smoothing* kurang bagus dalam memprediksi data yang polanya naik turun. Hal itu diakibatkan karena dalam perhitungan *Single Exponential Smoothing* menggunakan nilai aktual dan nilai hasil prediksi periode sebelumnya, dan juga terlihat bahwasannya biasanya *trend* grafiknya cenderung

telat seperti pada bulan ke 6 dan ke 7.

### 6.2 Pengujian Pengaruh Nilai Parameter Double Exponential Smoothing

Pada pengujian metode *Double Exponential Smoothing* nilai parameter yang digunakan adalah alfa ( $\alpha$ ). Pengujian nilai  $\alpha$  menggunakan nilai 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, dan 0,9. Pengujian pengaruh nilai  $\alpha$  dilakukan untuk mengetahui berpengaruh atau tidaknya nilai  $\alpha$  terhadap nilai *error* kesalahan prediksi ketika parameter tersebut diubah. Hasil pengujian *Double Exponential Smoothing* dapat dilihat Gambar 8.

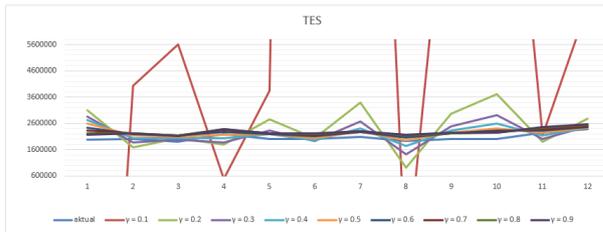


Gambar 8 Grafik Pengaruh Nilai Parameter Double Exponential Smoothing

Terlihat dalam gambar bahwasannya nilai hasil perhitungan *Double Exponential Smoothing* memiliki kecenderungan bahwa semakin tinggi nilai  $\alpha$  maka nilai hasil prediksi cenderung semakin naik menjauhi nilai aktualnya, dalam *Double Exponential Smoothing* nilai inisialisasi memegang peran yang sangat vital terhadap nilai hasil prediksi. Selisih nilai prediksi dan nilai aktual paling dekat berada pada saat  $\alpha = 0,1$ , selebihnya prediksi akan cenderung mengalami peningkatan jumlah hasil prediksinya.

### 6.3 Pengujian Pengaruh Nilai Parameter Triple Exponential Smoothing

Pada pengujian metode *Triple Exponential Smoothing* nilai parameter yang digunakan adalah alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ), dan gamma ( $\gamma$ ). Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua parameter yang dibuat sama (misal  $\alpha$  dan  $\beta$  di buat sama, yaitu 0,1 lalu  $\gamma$  di buat berbeda dengan nilai 0,1, 0,3, 0,6, dan 0,9. Pengujian pengaruh nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dilakukan untuk mengetahui berpengaruh atau tidaknya nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  terhadap nilai *error* kesalahan prediksi ketika parameter tersebut diubah. Hasil pengujian *Triple Exponential Smoothing* dapat dilihat Gambar 9.



**Gambar 9** Grafik Pengaruh Nilai Parameter *Triple Exponential Smoothing*

*Triple Exponential Smoothing* cocok untuk pola data yang menunjukkan tren atau musiman, tapi terkadang juga mengalami *error* prediksi, seperti yang terlihat dalam gambar bahwasanya pada saat parameter  $\gamma$  tertentu menghasilkan nilai prediksi yang sangat jauh dari nilai aktual ini dikarenakan biasanya metode ini menggunakan data latih dalam jumlah besar untuk proses pemulusannya. Nilai prediksi yang meleset jauh dengan nilai aktual seperti pada saat  $\gamma = 0.1$ .

**6.4 MAPE *Single Exponential Smoothing***

Pengujian MAPE dilakukan dengan cara membandingkan selisih nilai prediksi dengan nilai aktual. MAPE dihitung sebagai rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diramal dan aktual, dinyatakan sebagai presentase nilai aktual. Hasil pengujian MAPE *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** MAPE *Single Exponential Smoothing*

Parameter	MAPE
$\alpha = 0,1$	4,908
$\alpha = 0,2$	3,992
$\alpha = 0,3$	4,233
$\alpha = 0,4$	4,508
$\alpha = 0,5$	4,642
$\alpha = 0,6$	4,658
$\alpha = 0,7$	4,975
$\alpha = 0,8$	5,333
$\alpha = 0,9$	5,658

Pada pengujian MAPE *Single Exponential Smoothing*, MAPE terkecil didapatkan saat  $a = 0,2$  dengan nilai MAPE sebesar 3,992 dan nilai MAPE terbesar didapatkan saat  $a = 0,9$  dengan nilai MAPE sebesar 5,658. Dengan demikian

parameter terbaik untuk peramalan *Single Exponential Smoothing* adalah pada saat  $a = 0,2$ .

**6.5 MAPE *Double Exponential Smoothing***

Hasil pengujian MAPE *Double Exponential Smoothing* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** MAPE *Double Exponential Smoothing*

Parameter	MAPE
$\alpha = 0,1$	4,925
$\alpha = 0,2$	10,667
$\alpha = 0,3$	18,358
$\alpha = 0,4$	27,233
$\alpha = 0,5$	36,292
$\alpha = 0,6$	44,375
$\alpha = 0,7$	50,508
$\alpha = 0,8$	54,017
$\alpha = 0,9$	54,408

Pada pengujian MAPE *Double Exponential Smoothing*, MAPE terkecil didapatkan saat  $a = 0,1$  dengan nilai MAPE sebesar 4,925 dan nilai MAPE terbesar didapatkan saat  $a = 0,9$  dengan nilai MAPE sebesar 54,408. Dengan demikian parameter terbaik untuk peramalan *Double Exponential Smoothing* adalah pada saat  $a = 0,1$ .

**6.6 MAPE *Triple Exponential Smoothing***

Hasil pengujian MAPE *Triple Exponential Smoothing* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** MAPE *Triple Exponential Smoothing*

Parameter	MAPE
$\beta = 0,1, \gamma = 0,1$	$\alpha = 0,1$ 800.47
	$\alpha = 0,3$ 89.325
	$\alpha = 0,6$ 47.417
	$\alpha = 0,9$ 55.992
$\alpha = 0,1, \gamma = 0,1$	$\beta = 0,3$ 245.95
	$\beta = 0,6$ 158.02
	$\beta = 0,9$ 69.17
$\alpha = 0,1, \beta = 0,1$	$\gamma = 0,3$ 14.583
	$\gamma = 0,6$ 6.733
	$\gamma = 0,9$ 7.333

Pada pengujian MAPE *Triple Exponential Smoothing* dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap parameter  $a, \beta$ , dan  $\gamma$  untuk mengetahui pengaruh jika nilai parameter itu di

ubah, MAPE terkecil didapatkan saat  $a = 0,1$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,6$  dengan nilai MAPE sebesar 6,733 dan nilai MAPE terbesar didapatkan saat  $a = 0,1$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,1$  dengan nilai MAPE sebesar 800,47. Dengan demikian parameter terbaik untuk peramalan *Triple Exponential Smoothing* adalah pada saat  $a = 0,1$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,6$  dengan nilai MAPE sebesar 6,733. Dan dari hasil beberapa pengujian yang telah dilakukan, maka ditarik kesimpulan bahwa ketika nilai  $a$ ,  $\beta$  yang di buat konstan dengan nilai 0,1 memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan ketika  $\beta$ ,  $\gamma$  maupun  $a$ ,  $\gamma$  yang dibuat konstan.

## 7. PENUTUP

Berdasarkan serangkaian tahapan yang telah dilakukan, yang dimulai dari perancangan, implementasi dan pengujian, maka diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Penerapan metode *Exponential Smoothing* untuk memprediksi jumlah kebutuhan pemakaian air PDAM Kota Malang menggunakan 3 jenis metode *Exponential Smoothing*, yaitu: *Single Exponential Smoothing (SES)*, *Double Exponential Smoothing (DES)*, *Triple Exponential Smoothing (TES)*. Masing-masing metode sangat dipengaruhi oleh parameter pemulusan (nilai  $a$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ ). Dan masing-masing metode memiliki langkah yang berbeda satu sama lainnya.
2. Proses perhitungan nilai *error* menggunakan *Measure Average Percentage Error (MAPE)*. MAPE terkecil didapatkan pada saat menggunakan metode *Single Exponential Smoothing (SES)* pada saat nilai  $a = 0,2$  dengan nilai MAPE sebesar 3,992, metode *Double Exponential Smoothing (DES)* pada saat nilai  $a = 0,1$  dengan nilai MAPE sebesar 4,932, dan metode *Triple Exponential Smoothing (TES)* pada saat nilai  $a = 0,1$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,6$  dengan nilai MAPE sebesar 6,733. Dengan nilai MAPE dibawah 10, maka metode *Exponential Smoothing* untuk prediksi jumlah kebutuhan air termasuk kedalam kategori sangat baik.
3. Prediksi dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing (SES)* di nilai lebih baik dalam memprediksi jumlah kebutuhan pemakaian air PDAM Kota Malang dibandingkan dengan metode *Double*

*Exponential Smoothing (DES)* dan *Triple Exponential Smoothing (TES)*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chang, P.-C., Wang, Y.-W. & Liu, C.-H., 2007. *The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting*. Elsevier, 32(*Expert Systems with Applications*), pp. 86-96.
- Cornellius, Trihendradi, 2005, SPSS 13.0 *Analisis Data Statistik*, Yogyakarta : Andi.
- Istiqara, Khaira, 2017. *Prediksi Kebutuhan Air PDAM Kota Malang Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Dengan Algoritma Genetika*, pp. 1-10.
- Kurniawati, Erna, 2009. *Analisis Rasio Keuangan untuk Menilai Kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (Studi Kasus Pada PDAM di Kota Sorong)*. *Analisis*, 6(2), pp. 112-122.
- Makridakis, Wheelwright & McGee. 1999, *Metode dan Aplikasi Peramalan* (terjemahan). Jakarta : Binarupa Ksara
- Sunaryo, T. M. dkk., 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Malang : Bayumedia Publishing Anggota IKAPI Jatim
- Sungkawa, Iwa., 2011. *Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia*, pp. 1-10.
- Taylor, J. W., 2003. *Short-Term Electricity Demand Forecasting Using Double Seasonal Exponential Smoothing*. *Journal of Operational Research Society*, Volume 54, pp. 799-805.