

Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD)

Alviani Krisma

Universitas Mulawarman
Fakultas Ilmu Komputer dan
Teknologi Informasi
Samarinda, Indonesia
Krismaalviani17@gmail.com

Muhammad Azhari

Universitas Mulawarman
Fakultas Ilmu Komputer dan
Teknologi Informasi
Samarinda, Indonesia
m4zh4ri@gmail.com

Putut Pamilih Widagdo

Universitas Mulawarman
Fakultas Ilmu Komputer dan
Teknologi Informasi
Samarinda, Indonesia
pututpamilih@fkti.unmul.ac.id

Abstrak—teknik peramalan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu teknik peramalan model kausal dan model *timeseries*. Pemilihan metode peramalan harus sesuai dengan gerakan/variasi data yang terbentuk agar menghasilkan ramalan yang akurat dan nilai *error* yang kecil. Metode peramalan yang efektif adalah metode peramalan yang menghasilkan nilai *error* terkecil. Penelitian ini memakai data jumlah migrasi masuk kota Samarinda untuk membandingkan antara dua metode, yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple exponential Smoothing*, perbandingan yang menjadi parameter adalah nilai *error* yang dihasilkan kedua metode. Berdasarkan hasil pengolahan data maka dapat disimpulkan bahwa perbandingan tingkat *error* dalam pengukuran metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE 17.2785% dan nilai MAD sebesar 453.6447. Pada metode *Triple Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE 17.8882% dan nilai MAD sebesar 467.3268. Maka disimpulkan metode peramalan lebih tepat adalah metode *Double Exponential Smoothing*.

Kata kunci—*forecasting*, *Double Exponential Smoothing (DES)*, *Triple Exponential Smoothing (TES)*, *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, *Means Absolute Deviation (MAD)*

I. PENDAHULUAN

Peramalan adalah suatu hal yang sangat penting dalam era modern saat ini, khususnya dalam mengambil sebuah keputusan, peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Menurut [1] teknik peramalan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu teknik peramalan model kausal dan model *timeseries*. model *timeseries* memiliki karakteristik gerakan/variasi sesuai dengan pola data, terdapat lima macam gerakan/variasi atau pola data dalam *timeseries*, yaitu: Acak atau *Random (I)*, Konstan atau

Horizontal (H), Musiman atau *Seasonal (S)*, Siklis atau *Cyclic (C)*, *Trend (T)* [2].

Dalam metode pemulusan eksponensial ganda ini dari Brown dapat digunakan untuk meramalkan data yang memiliki pola data *trend*, sama halnya dengan metode pemulusan eksponensial tripel dari Brown yang mengalami tingkat pemulusan tiga kali dan dapat digunakan untuk meramalkan pola data *trend*.

Pada permasalahan diatas menarik untuk melakukan suatu penelitian untuk membandingkan metode, metode *Double Eksponensial Smoothing* dan *Triple Eksponensial Smoothing* dengan menggunakan data *timeseries* jumlah migrasi masuk. Parameter dalam perbandingan adalah nilai perhitungan akurasi *error* yaitu *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Means Absolute Deviation (MAD)* yang dihasilkan metode *Double Eksponensial Smoothing* dan *Triple Eksponensial Smoothing*.

II. METODOLOGI

A. Peramalan

Peramalan merupakan pengetahuan dan seni untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang pada saat sekarang. Dalam melakukan peramalan, harus terdapat data dan informasi masa lalu. Data dan informasi masa lalu merupakan perilaku yang terjadi di masa lalu dengan berbagai kondisi pada saat itu. Dalam praktiknya ada beberapa jenis peramalan. Jenis-jenis peramalan yang dimaksud antara lain [3]:

1. Berdasarkan penyusunannya :
 - a. Peramalan Subjektif merupakan peramalan yang didasarkan atas dasar perasaan atau *feeling* dari seorang yang menyusunnya. Dalam hal ini, pandangan dan pengalaman masa lalu dari orang yang menyusun sangat menentukan hasil ramalan.
 - b. Peramalan objektif merupakan peramalan yang didasarkan atas data dan informasi yang ada,

kemudian dianalisis menggunakan metode tertentu.
Data yang digunakan adalah data masa lalu.

2. Berdasarkan sifat ramalan :
 - a. Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif dan biasanya peramalan ini didasarkan kepada hasil penyelidikan.
 - b. Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu (dalam bentuk angka-angka).
3. Berdasarkan jangka waktu :
 - a. Peramalan jangka pendek merupakan peramalan yang didasarkan pada waktu 1 tahun.
 - b. Peramalan jangka menengah merupakan peramalan yang didasarkan pada rentang waktu 1- 3 tahun.
 - c. Peramalan jangka panjang merupakan peramalan yang didasarkan pada kurun waktu lebih dari 3 tahun.

B. Metode Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* disebut juga metode penghalusan atau pemulusan. Pada metode *Exponential Smoothing* terdapat rata-rata bergerak tertimbang secara eksponensial pada semua nilai pengamatan yang lalu, metode *Exponential Smoothing* dikenal dengan adanya pembobotan atau konstanta pemulusan. Nilai actual dari menentukan sejauh mana observasi terkini mempengaruhi peramalan. Apabila mendekati 1, maka nilai model ramalan terbaru akan menyertakan penyesuaian yang besar untuk setiap keasalahan yang terjadi pada nilai model ramalan sebelumnya. Sebaliknya apabila dekat dengan nol, nilai model ramalan terbaru akan sangat mirip dengan nilai model sebelumnya. Dengan demikian kita harus mampu menentukan nilai yang optimal. Nilai yang optimal biasanya ditunjukkan dengan nilai MSD (*Mean Square Deviation*) atau RMSE (*Root Mean Square Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), atau MAE (*Mean Absolute Error*) yang paling kecil.

C. Double Exponential Smoothing (DES)

Metode *Double Exponential Smoothing* merupakan model linear yang dikemukakan oleh Brown. Dalam metode ini dilakukan proses smoothing dua kali. Dasar pemikiran metode pemulusan eksponensial linear dari Brown adalah serupa dengan rata-rata bergerak linear, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya jika terdapat unsur *trend* [4].

Persamaan yang dipakai dalam implementasi pemulusan eksponensial linear satu-parameter dari Brown adalah sebagai berikut :

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha) S't-1 \quad (2.1)$$

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha) S''t-1 \quad (2.2)$$

$$S1+m = at + bt m \quad (2.3)$$

$$at = 2S't + S''t \quad (2.4)$$

$$bt = \alpha 1-(S't - S''t) \quad (2.5)$$

$$F1+ = at + bt m \quad (2.6)$$

$$m = \text{jangkau waktu perencanaan kedepan}$$

Keterangan:

X_t = Data aktual dari periode ke-t.

$S't$ = Nilai pemulusan tunggal.

$S''t$ = Nilai pemulusan ganda.

at = Nilai kostanta a.

bt = Nilai kostanta b.

$F1+m$ = Mencari peramalan di periode berikutnya.

α = nilai alpha ($0 < \alpha < 1$)

D. Tripel Exponential Smoothing (TES)

Metode Eksponensial tripel dari Brown merupakan Metode yang menggunakan bentuk pemulusan tiga kali. Adapun kelebihan dari metode ini adalah dalam analisis dilakukan tiga kali pemulusan sehingga diperoleh hasil peramalan yang baik. Sedangkan kelemahan dari metode ini adalah karena pada metode ini dilakukan pemulusan sebanyak tiga kali Sebagaimana halnya dengan pemulusan eksponensial ganda yang dapat digunakan untuk meramalkan data dengan suatu pola unsur *trend* dasar dan dapat digunakan juga untuk pola yang berfluktuasi atau mengalami gelombang pasang surut [5]. Di dalam metode eksponensial tripel ini dilakukan proses pemulusan tiga kali, sebagai berikut rumusnya :

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha) S't-1 \quad (2.1)$$

$$S'' = \alpha S't + (1 - \alpha) S''t-1 \quad (2.2)$$

$$S'''t = \alpha S''t + (1 - \alpha) S'''t-1 \quad (2.3)$$

$$at = 3S't - 3S''t + S'''t \quad (2.4)$$

$$bt = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha)S't - (10 - 8\alpha)S''t + (4 - 3\alpha)S'''t] \quad (2.5)$$

$$ct = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S't - 2S''t + S'''t] \quad (2.6)$$

$$f t+m = at + bt m + \frac{1}{2} ct (m)^2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

$S't$ = nilai pemulusan eksponensial tunggal

$S''t$ = nilai pemulusan eksponensial ganda

$S'''t$ = nilai pemulusan eksponensial triple

at bt dan ct = Konstanta pemulusan

$f t+m$ = merupakan nilai peramalan untuk periode

m = jangka waktu forecast ke depan ($m = 1$)

α = nilai alpha ($0 < \alpha < 1$).

E. Ukuran Akurasi Peramalan

Hasil peramalan tidak selalu akurat atau sering berbeda dengan keadaan sesungguhnya (data aktual). Perbedaan antara ramalan dengan keadaan sesungguhnya disebut dengan kesalahan ramalan (*forecast error*). Menilai ketepatan suatu periode peramalan dapat dilakukan dengan mencari selisih besaran (ukuran kesalahan peramalan) data peramalan terhadap data actual [6].

Ukuran akurasi merujuk pada ketepatan metode peramalan, di mana tujuan menilai ketepatan metode peramalan adalah untuk memilih metode peramalan yang tepat. Selanjutnya, ketepatan (*accuracy*) menunjukkan pada kebaikan atau kesesuaian suatu model yang dihasilkan [7].

a. Mean Absolute Deviation (MAD)

Metode *Mean Absolute Deviation* merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). Rumus untuk menghitung MAD adalah sebagai berikut [8].

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Xt - Ft|}{n}$$

Keterangan :

- Xt = Data aktual pada periode t
- Ft = Nilai peramalan pada periode t
- n = Jumlah data

b. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absout pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

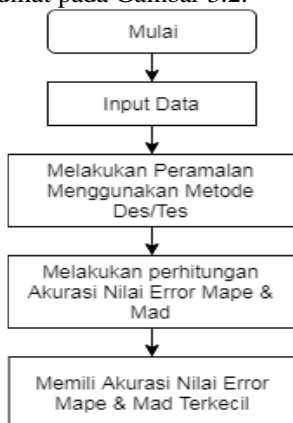
$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|Xt - Ft|}{Xt}$$

Keterangan :

- Xt = Data aktual pada periode t
- Ft = Nilai peramalan pada periode t
- n = Jumlah data

F. Metode Penelitian

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui sebuah alur dari perbandingan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* yang diukur menggunakan metode persentase error yaitu mape dan mad. Dari proses tersebut hasil dari metode persentase eror kemudian di analisis dan kemudian dari analisis tersebut bisa mendapatkan hasil eror yang kecil dan metode tersebut bisa di gunakan dalam peramalan. Bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 1. Tahap Rancangan Perhitungan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*

Pada gambar 1. diatas adalah tahap dari metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*, tahapan proses keduanya memiliki tahapan yang sama dengan mmembedakan hanya perhitungan pada masing-masing metode. Dengan tahap awal adalah menginput data setelah menginput data selesai, dilakukan dengan menghitung menggunakan metode *Double Exponential Smoothing / Triple Exponential Smoothing* dengan menggunakan nilai alpa 0.1-0.9 setelah itu dilanjutkan pada perhitungan nilai error menggunakan metode MAPE dan MAD pada alpa 0.1-0.9 lalu memilih nilai error MAPE dan MAD terkecil dari alpa 0.1-0.9.

Setelah tahapan pada algoritma metode *Double Exponential Smoothing / Triple Exponential Smoothing* telah selesai selanjutnya adalah membandingkan metode yang tepat, proses perbandingan dilakukan berdasarkan hasil nilai error MAD dan nilai error MAPE yang di dapatkan pada nilai error terkecil yang dihasilkan pada masing-masing metode, hasil akhir dari perbandingan akan menghasilkan nilai error MAD dan nilai error MAPE terkecil beserta metode terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Sistem

Aplikasi perbandingan metode yang dibangun berbasis *desktop* yang menampilkan hasil nilai peramalan beserta nilai *error*nya. Pengguna yang ingin mengakses aplikasi ini diharuskan dapat memasukkan data actual secara perbulan, setelah itu pengguna dapat melakukan peramalan dengan syarat data tahun-tahun sebelum peramalan telah lengkap dimasukkan ke dalam program.

Aplikasi Perbandingan metode untuk peramalan jumlah migrasi masuk Kota Samarinda dibangun menggunakan 2 metode peramalan yaitu metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *triple exponential smoothing* (TES), akurasi pada perhitungan nilai *error* hasil peramalan yang dihasilkan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD).

Proses perhitungan pada program akan menampilkan hasil perhitungan peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* beserta perhitungan MAD dan MAPE [9]. Setelah mendapatkan nilai error pada masing-masing metode program akan membandingkan kedua metode berdasarkan hasil nilai error yang didapatkan. Setelah melakukan perbandingan program hasil akhir yang akan ditampilkan kepada pengguna, berupa hasil peramalan, nilai *error* terbaik, nilai alpa terbaik, nilai MAD terbaik, nilai MAPE terbaik, beserta metode terbaik.

B. Analisis Data

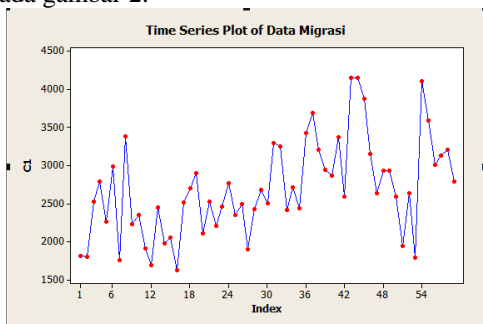
Data yang digunakan pada proses perbandingan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* peramalan adalah Data actual, dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Migrasi Masuk Kota Samarinda

No	Bulan	Tahun				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	Januari	1812	1692	2770	3432	2935
2	Februari	1817	2448	2348	3697	2936
3	Maret	1805	1977	2489	3213	2591
4	April	2531	2052	1904	2942	1946
5	Mei	2796	1623	2423	2872	2639
6	Juni	2263	2515	2684	3377	1791
7	Juli	2988	2702	2501	2588	4106
8	Agustus	1759	2903	3298	4153	3589
9	September	3390	2109	3255	4160	3007
10	Oktober	2234	2532	2415	3877	3134
11	November	2354	2210	2719	3152	3211
12	Desember	1908	2462	2438	2632	2788

Sumber : Catatan Sipil Kota Samarinda

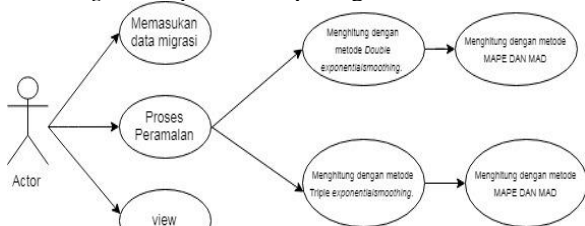
Analisis Data dilakukan untuk mengidentifikasi data, mengidentifikasi data bertujuan untuk melakukan analisis trend, untuk mengetahui apakah data mempunyai unsur trend atau sebaliknya. Hal pertama yang baik dilakukan untuk menganalisis data peramalan adalah membuat data tersebut secara grafik. Proses ini dapat dilihat dengan bantuan *Software Minitab 16*. Plot data jumlah migrasi Kota Samarinda dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Time Series data Jumlah Migrasi Masuk Kota Samarinda bulan Januari 2013 s/d Desember 2017.

C. Perancangan Proses

Tahap ini merupakan tindak lanjut dari tahap analisis, perancangan *use case diagram* pada aplikasi perbandingan metode dirancang sesuai kebutuhan aplikasi yang dibangun. *Use case diagram* merupakan gambaran fungsional dari sistem sehingga aktor yang dalam hal ini adalah pengguna dapat mengerti serta memahami fungsinya pada aplikasi. Rancangan *use case diagram* dapat dilihat pada gambar 3.

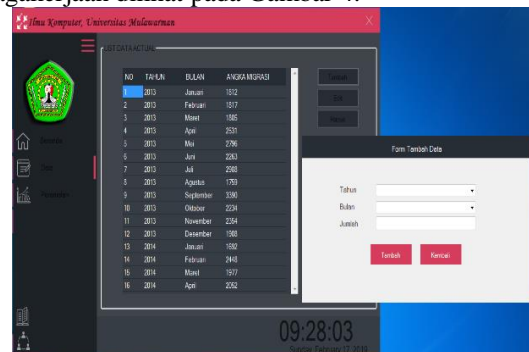


Gambar 3. Use Case Program

Use case diagram aplikasi perbandingan metode. dibangun dengan seorang aktor yaitu pengguna, pada aplikasi yang dibangun pengguna dapat melakukan beberapa hal yang pertama pengelolaan data seperti memasukkan, membaca, mengubah, menghapus data serta penerimaan data atau CRUD data, kemudian pengguna dapat melakukan proses peramalan menggunakan data yang telah dimasukkan ke dalam aplikasi, dan pengguna dapat melihat hasil peramalan berupa hasil peramalan terbaik yang telah dilakukan dan pengguna dapat menggunakan seluruh fungsi yang ada pada aplikasi perbandingan metode.

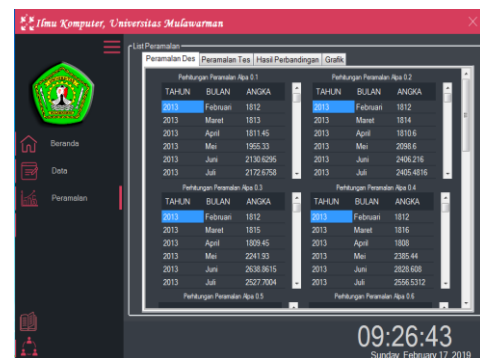
D. Implementasi dan Penerapan Sistem

Terdapat beberapa halaman penting pada aplikasi perbandingan metode Des dan Tes yaitu, data migrasi, dan halaman peramalan, data jumlah migrasi masuk merupakan halaman yang digunakan oleh pengguna untuk mengelola data jumlah migrasi masuk yang nantinya data yang dimasukkan dapat digunakan dalam proses peramalan. Halaman data ketenagakerjaan dilihat pada Gambar 4.



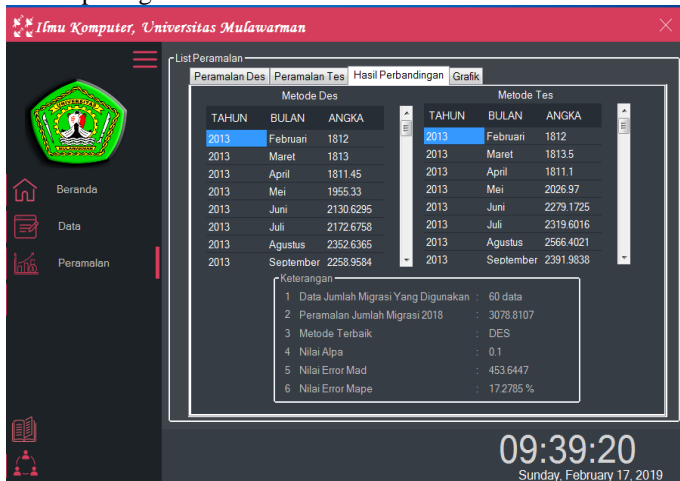
Gambar 4. Tampilan Halaman data migrasi

Halaman Peramalan yaitu halaman yang digunakan untuk melakukan proses peramalan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* pada masing-masing nilai α yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 dan 0,9. Terdapat juga hasil jumlah error dan persentase error dengan menggunakan MAD dan MAPE. Terdapat pilihan periode bulan yang akan diramalkan dan banyak data bulanan yang digunakan untuk melakukan proses peramalan. Halaman peramalan untuk metode DES dan TES dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Halaman Peramalan Metode Des

Halaman hasil perbandingan yaitu halaman yang digunakan oleh pengguna untuk melihat hasil peramalan terakhir, terdapat informasi berupa hasil peramalan dan nilai MAPE dan MAD terbaik, metode terbaik. Halaman hasil dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Halaman Hasil Peramalan

Pada halaman peramalan juga terdapat halaman grafik dan hasil peramalan. Pada halaman grafik, ditampilkan grafik berdasarkan data aktual dari tahun 2013 sampai tahun 2017 dan hasil peramalan dari tahun 2013 sampai tahun 2018. Tampilan halaman grafik dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Grafik Peramalan

E. Pengujian Metode DES dan TES

Pengujian hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan yang dihasilkan aplikasi pada metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*, beserta perhitungan nilai akurasi menggunakan *Mean Absolute Deviation (MAD)* *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, bertujuan agar mengetahui hasil dari mengetahui hasil perhitungan yang dihasilkan oleh permodelan dan ditampilkan pada antarmuka (*interface*).

a. Double Eksponential Smoothing (DES)

Perhitungan metode *Double Eksponential Smoothing* ini adalah mencari nilai *smoothing* pertama ($S't$), *smoothing* kedua ($S''t$), Nilai Konstanta (a_t), Nilai *Slope* (b_t) dan Peramalan (F_t). Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan 2 metode akurasi peramalan yaitu *Mean Absolute Deviation (MAD)* untuk menghitung jumlah *error* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dapat dikatakan sesuai.

Perhitungan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yang telah dilakukan dengan nilai $\alpha(\text{alpha}) = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$ dan $0,9$. Dibawah ini merupakan hasil peramalan dari proses perhitungan manual dan aplikasi menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha(\text{alpha}) 0.1$ sampai dengan 0.9 . dapat dilihat pada tabel .2\

Tabel 2 Ringkasan Hasil peramalan metode DES

Alpa	Metode Des
0.1	1812.0000
	2437.4224
	3134.6283
	2969.9398
0.2	1812.0000
	2492.8901
	3256.8233
	2472.6477
0.3	1812.0000
	2537.3348
	3237.9923
	2134.6123
0.4	1812.0000
	2529.1449
	3154.3739
	1934.6850
0.5	1812.0000
	2494.7107
	3034.3719
	1801.4172
0.6	1812.0000
	2476.3920
	2899.9752
	1687.1190
0.7	1812.0000
	2503.3730
	2776.9416
	1574.0057
0.8	1812.0000
	2590.4487
	2689.5151
	1465.4593
0.9	1812.0000
	2741.6704
	1372.1676

b. Nilai Error MAD dan MAPE Pada Metode Double Exponential Smoothing

Metode *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan), dan dihitung menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode yang ditentukan. Kemudian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Proses perhitungan jumlah *error* dengan MAD dan MAPE pada data peramalan migrasi yang menggunakan nilai α (*alpha*) dengan menggunakan hasil dari peramalan metode Des menggunakan jumlah data peramalan yaitu 60 data, data dari tahun 2013 sampai dengan 2017. dengan nilai α (*alpha*) 0.1 sampai dengan 0.9. hasil dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai MAD dan MAPE untuk $\alpha = 0.1$ s/d 0.9

Nilai α	Metode DES	
	MAD	MAPE
0,1	453.6447	17.2785%
0,2	465.7823	17.6653%
0,3	479.6295	18.0449%
0,4	479.6295	18.6469%
0,5	524.0257	19.6203%
0,6	560.9116	20.9312%
0,7	617.7202	22.9900%
0,8	691.2461	25.7139%
0,9	776.7823	28.9669%

c. Metode Triple Eksponential Smoothing (TES)

Pada tahap awal perhitungan metode *Triple Eksponential Smoothing* (TES) ini adalah mencari nilai *smoothing* pertama (S^1t), *smoothing* ketiga (S^3t), *smoothing* kedua (S^2t), Nilai Konstanta (a_t), Nilai *Slope* (b_t), Nilai *Slope* (C_t) dan Peramalan (F_t). Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil peramalan yang dihasilkan oleh manual dan aplikasi menggunakan metode *Triple Eksponential Smoothing* (TES) dengan 2 metode akurasi peramalan yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD) untuk menghitung jumlah *error* dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dapat dikatakan sesuai.

Perhitungan peramalan menggunakan metode *Triple Eksponential Smoothing* (TES) yang telah dilakukan dengan nilai α (*alpha*) = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 dan 0,9 hasil tahapan perhitungan metode *Double Exponential Smoothing* dapat dilihat pada lampiran 1.1. Dibawah ini merupakan hasil peramalan dari proses perhitungan manual dan aplikasi menggunakan metode *Triple Eksponential Smoothing* (TES)

dengan nilai α (*alpha*) 0.1 sampai dengan 0.9. dapat dilihat pada tabel 4.

Table 4 Ringkasan Hasil peramalan metode TES

Alpa	Metode Tes
0.1	1812.0000
	2473.9424
	3259.3606
	2723.1708
0.2	1812.0000
	2553.6458
	3288.4445
	2043.1402
0.3	1812.0000
	2564.9566
	3151.1243
	1750.2308
0.4	1812.0000
	2471.4113
	2943.8647
	1622.4691
0.5	1812.0000
	2413.2688
	2706.3358
	1505.3091
0.6	1812.0000
	2478.7136
	2899.9752
	1687.1190
0.7	1812.0000
	2697.9416
	2396.3825
	1180.3910
0.8	1812.0000
	3067.0935
	2435.5732
	1054.8281
0.9	1812.0000
	3564.4297
	2614.1593
	1000.0284

d. Nilai Error MAD dan MAPE Pada Metode Triple Exponential Smoothing

Metode *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan), dan dihitung menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode yang ditentukan. Kemudian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung

persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Proses perhitungan jumlah *error* dengan MAD dan MAPE pada data peramalan migrasi yang menggunakan nilai α (*alpha*) dengan menggunakan hasil dar peramalan metode Des menguunakan jumlah data peramalan yaitu 60 data, data dari tahun 2013 sampai dengan 2017. dengan nilai α (*alpha*) 0.1 sampai dengan 0.9. hasil dapat dilihat pada table 5.

Table 5. Nilai MAD dan MAPE untuk $\alpha = 0.1$ s/d 0.9

Nilai α	Metode	
	MAD	MAPE
0,1	467.3269	17.8882%
0,2	491.0081	18.4214%
0,3	521.2415	19.4055%
0,4	574.5703	21.2722%
0,5	662.1111	24.4690%
0,6	780.8588	28.7983%
0,7	916.5295	33.8813%
0,8	1067.8850	39.7320%
0,9	1296.9433	48.4217%

Berdasarkan hasil perhitungan MAPE dan MAD pada metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing* pada Tabel 4. didapatkan bahwa nilai terkecil pada kedua metode terdapat pada alpa $\alpha = 0.1$ dapat terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Nilai Mape Dan Mad Terkecil

Metode	Nilai MAPE	Nilai MAD
<i>Double Exponential Smoothing</i>	17.2785%	453.6447
<i>Triple Exponential Smoothing</i>	17.8882%	467.3268

Hasil yang didapatkan dari Nilai error terkecil pada metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE sebesar 17.2785%, nilai MAD sebesar 453.6447, sedangkan dengan nilai error terkecil metode *Triple Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE sebesar 17.8882% dan nilai MAD sebesar 467.3268, karena metode *Double Exponential Smoothing* memiliki nilai eror MAPE dan MAD terkecil dibandingkan nilai error MAPE dan MAD metode *Triple Exponential Smoothing*, maka metode terbaik yang digunakan metode *Double Exponential Smoothing*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan Aplikasi yang dibangun merupakan penerapan dan perbandingan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) sebagai perbandingan metode untuk mengetahui metode terbaik dan meramalkan data jumlah migrasi masuk kota Samarinda. Hasil peramalan menggunakan data migrasi tahun 2018 pada metode *Double*

Exponential Smoothing memiliki hasil terbaik pada nilai α (*alpha*) = 0,1 dengan jumlah *error* terkecil (MAD) sebesar 453.6447 dan persentase *error* terkecil (MAPE) sebesar 17.2785%. Sedangkan metode *Triple Exponential Smoothing* memiliki hasil terbaik pada nilai α (*alpha*) = 0,1 dengan jumlah *error* terkecil (MAD) sebesar 467.3268 dan persentase *error* terkecil (MAPE) sebesar 17.8882%. Peramalan menggunakan data jumlah migrasi masuk Kota Samarinda dengan Meggunakan Metode *Double Exponential Smoothing* menghasilkan nilai error terkecil dibandingkan metode *Triple Exponential Smoothing*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Motode terbaik untuk meramalkan menggunakan data jumlah migrasi masuk Kota Samarinda adalah metode *Double Exponential Smoothing*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Assauri, *Manajemen Operasi Produksi Edisi 3*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2016.
- [2] K. N. Ulfa and M. Syahrizal, "Perancangan Aplikasi Prediksi Jumlah Siswa Baru Pada Yayasan Cerdas Murni Menggunakan Exponential Smoothing," *J. Ris. Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 59–64, 2016.
- [3] J. Kasmir, *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2013.
- [4] E. Hertini, "Prediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara Ke Jawa Barat Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," in *Seminar Nasional Pendidikan Matematik*, 2017, no. September, pp. 253–258.
- [5] J. Nangi, S. H. Indrianti, and B. Pramono, "Peramalan Persediaan Obat Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing (TES) (Studi Kasus : Instalasi Farmasi RSUD Kab. Muna)," *semanTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 135–142, 2018.
- [6] R. Fajri and T. M. Johan, "Implementasi Peramalan Double Exponential Smoothing Pada Kasus Kekerasan Anak Perempuan dan Anak," *J. Ecotipe*, vol. 4, no. 2, pp. 6–13, 2017.
- [7] Handoyono and A. P. Prasajo, *Sistem Fuzzy Terapan dengan Software R*. Malang: UB Press, 2017.
- [8] F. Pakaja and A. Naba, "Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor," *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 23–28, 2012.
- [9] F. R. Perdana, Daryanto, and H. Wahyu, "Perbandingan Metode DES (Double Exponential Smoothing) Dengan TES (Triple Exponential Smoothing) Pada Peramalan Penjualan Rokok (Studi Kasus Toko Utama Lumajang)," *J. Undergrad. Thesis*, no. 1110651142, pp. 1–8, 2016.