

## Perbandingan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai

Cinthia Vairra Hudiyan<sup>1</sup>, Fitra A. Bachtiar<sup>2</sup>, Budi Darma Setiawan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>cvairra@gmail.com, <sup>2</sup>fitra.bachtiar@ub.ac.id, <sup>3</sup>s.budidarma@ub.ac.id

### Abstrak

Setiap tahunnya jumlah kedatangan mancanegara di Bali selalu meningkat (BPS, Badan Pusat Statistik). Peningkatan jumlah kedatangan mancanegara ini akan berdampak pada kesediaan sarana, prasarana, maupun layanan pihak bandara atau Angkasa Pura I. Banyak hal mempengaruhi kedatangan mancanegara, yang mengakibatkan dibutuhkan peramalan jumlah kedatangan mancanegara yang hasilnya dapat digunakan oleh pihak Angkasa Pura I sebagai pihak pengelola bandara dan pemerintah daerah untuk meningkatkan pelayanan. Penelitian ini peramalan dilakukan menggunakan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Perhitungan akurasi dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Data yang digunakan sebanyak 120 data yaitu dari bulan Januari 2008 hingga Desember 2017, dan didapatkan dari situs resmi Badan Pusat Statistik. Dari penelitian ini pengujian pada tahun 2017 didapatkan nilai orde waktu terbaik untuk *Double Moving Average* adalah 2 dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter  $\alpha = 0.4$ . Dari nilai parameter tersebut didapatkan nilai MAPE *Double Moving Average* sebesar 10,522 dan nilai MAPE *Double Exponential Smoothing* sebesar 3,355. Pada *Double Exponential Smoothing* memiliki nilai dibawah 10 maka dikatakan sangat baik, sedangkan *Double Moving Average* dengan nilai diatas 10 dikatakan baik. Dapat disimpulkan bahwa *Double Exponential Smoothing* memiliki akurasi lebih baik dibandingkan *Double Moving Average* pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai.

**Kata kunci:** Peramalan, kedatangan wisatawan mancanegara, *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

### Abstract

Every year the number of international tourist arrivals in Bali always increases (BPS, Statistics Indonesia). Increasing the number of international tourist arrivals will have an impact on the availability of facilities, infrastructure, and services for the airport or Angkasa Pura I. Many things affect foreign arrivals, resulting in the need forecasting the number of foreign arrivals whose results can be used by Angkasa Pura I as the airport manager and local government to improve services. This research forecasting is done using *Double Moving Average* and *Double Exponential Smoothing*. Accuracy calculation is done by using *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). The data used are 120 data, from January 2008 to December 2017, and obtained from the official website of Statistics Indonesia. From this study testing in 2017 found the best time order value for the *Double Moving Average* is 2 and *Double Exponential Smoothing* with parameter  $\alpha = 0.4$ . From these parameter values, the MAPE *Double Moving Average* value is 10,522 and the MAPE *Double Exponential Smoothing* value is 3,355. At *Double Exponential Smoothing* has a value below 10, it is said to be very good, while the *Double Moving Average* with a value above 10 is said to be good. It can be concluded that *Double Exponential Smoothing* has better accuracy than *Double Moving Average* in forecasting the number of arrivals of foreign tourists at Ngurah Rai Airport.

**Keywords:** Forecasting, International Tourist Arrival, *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

## 1. PENDAHULUAN

Bali hingga saat ini telah meraih berbagai penghargaan sebagai salah satu pulau terbaik di dunia. Alasan tersebut mengakibatkan dari tahun ke tahun jumlah wisatawan mancanegara di pulau Bali selalu meningkat, hal tersebut dapat dilihat dalam data yang didapat dari website resmi Badan Pusat Statistik (BPS). Jumlah kedatangan mancanegara melalui Bandara Ngurah Rai memiliki lalu lintas mancanegara tertinggi di Indonesia meski angka tersebut sempat menurun akibat aktivitas gunung berapi. Sepinya pengunjung ke Bali disebabkan selain karena ditutupnya bandara, disebabkan pula oleh banyaknya pembatalan penerbangan ke Bali akibat dari Travel Warning yang dikeluarkan oleh pemerintah (Bhaskara, 2017).

Diperlukan peramalan jumlah kedatangan mancanegara dikarenakan perlunya kesiapan dari pihak bandara dan pemerintah daerah. Hasil dari peramalan jumlah wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai tersebut dapat digunakan oleh pihak Angkasa Pura I sebagai pihak pengelola bandara Ngurah Rai dan pemerintah daerah untuk meningkatkan pelayanan di Bali terhadap wisatawan mancanegara.

Algoritma *moving average* adalah algoritma peramalan yang menggunakan model rata-rata bergerak dan algoritma *exponential smoothing* adalah algoritma peramalan yang melakukan pemulusan eksponensial, hasil pemulusan eksponensial dapat digunakan untuk data yang tidak stabil. Data yang tidak stabil tersebut dapat berupa data yang perubahannya besar atau data yang tidak beraturan. Model algoritma metode *double moving average* dan *double exponential smoothing* adalah algoritma peramalan yang digunakan apabila data menunjukkan adanya *trend*.

Dilihat dari data yang didapatkan pada Badan Pusat Statistik (BPS), penerbangan mancanegara tidak selalu membawa penumpang dengan jumlah yang sama. Kedatangan wisatawan yang jumlahnya tiap bulan dan tahunnya tidak dapat dipastikan ini mengakibatkan memiliki kecenderungan membentuk pola. Pola data yang didapatkan dari tahun 2008 hingga 2017 memiliki kecenderungan naik dengan penurunan di beberapa titik.

Penelitian pertama dilakukan oleh

Setyowardhani (Tanpa tahun) untuk data *trend* kendaraan bermotor di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Double Moving Average*, peramalan dilakukan untuk sedan, truck, sepeda motor, jeep, dan hasil menunjukkan bus memiliki MSE terkecil dengan nilai sebesar 21.333. Penelitian kedua mengenai *Double Moving Average*, dilakukan oleh Siti Rohana (2013) mengenai pengendalian persediaan bahan baku baja MS di Direktorat Produksi ATMI Cikarang dengan hasil MAPE 33,37%.

Terdapat penelitian mengenai *Double Exponential Smoothing* oleh LaViola (2003) tentang tracking pengguna menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* serta membandingkan dengan algoritma Kalman dan s. Hasilnya adalah metode *Double Exponential Smoothing* memiliki kecepatan kerja 135 kali lebih baik dari KF/EKF dengan ketepatan yang sama.

Sehubungan dengan data *time series* yang akan diramalkan bersifat musiman dan *trend*, maka peramalan penelitian ini menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Double Moving Average*. Dengan membandingkan kedua metode, penelitian ini nantinya akan melakukan pengujian beberapa parameter untuk mengetahui nilai parameter terbaik untuk metode *Double Exponential Smoothing* dan membandingkan hasil peramalan dengan rata-rata bergerak kedua pada metode *Double Moving Average*. Perbandingan akan dilihat dari nilai MAPE serta hasil peramalan dari jumlah kedatangan mancanegara yang didapatkan.

## 2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Metode Double Moving Average

Rata-rata bergerak kedua merupakan salah satu metode dalam *moving average* yang menggunakan data *single moving average* pada waktu tertentu dengan penyesuaian antara *single moving average - double moving average* serta penyesuaian *trend*. Prosedur *moving average* terjadi dua kali sehingga disebut *double moving average*. Adapun langkah mendapatkan nilai peramalan yang dilakukan antara lain dijelaskan pada persamaan 1-5 sebagai berikut.

1. Menghitung *single moving average* (rata-rata bergerak pertama).

$$S' = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-k-1}}{k} \quad (1)$$

2. Menghitung *double moving average* (rata-rata bergerak kedua).

$$S'' = \frac{S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-k-1}}{k} \quad (2)$$

3. Menentukan besarnya nilai konstanta.

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

4. Menentukan besarnya koefisien *trend*.

$$b_t = \frac{2}{k-1}(S'_t - S''_t) \quad (4)$$

5. Menentukan besar nilai peramalan.

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

#### Keterangan:

$S'$  = *single moving average* (rata-rata bergerak pertama).

$S''$  = *double moving average* (rata-rata bergerak kedua).

$a_t$  = konstanta.

$b_t$  = koefisien *trend*.

$f_{t+p}$  = peramalan.

$k$  = orde waktu.

## 2.2 Metode Double Exponential Smoothing

Metode *Doble Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan yang dikenalkan oleh C. C. Holt pada sekitar tahun 1958. Metode *smoothing* sederhana digunakan jika data tidak memiliki komponen musiman dan *trend*. Parameter yang digunakan pada metode ini yaitu  $\alpha$  yang memiliki nilai antara 0 dan 1. Apabila data yang digunakan semakin banyak dalam perhitungan peramalannya maka *percentage error* peramalannya akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Adapun langkah mendapatkan nilai peramalan menurut Makridakis & Spyros tahun 1998 yang dilakukan antara lain dijelaskan pada persamaan 6-10 sebagai berikut.

1. Menghitung *single exponential smoothing*

$$S'_t = \alpha x_t + (1-\alpha)S'_{t-1} \quad (6)$$

2. Menghitung *double exponential smoothing*

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

3. Menentukan besarnya nilai konstanta.

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (8)$$

4. Menentukan besarnya koefisien *trend*.

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t) \quad (9)$$

5. Menentukan besar nilai peramalan.

$$f_{t+p} = a_t + b_t p \quad (10)$$

#### Keterangan:

$S'$  = *single exponential smoothing*.

$S''$  = *double exponential smoothing*

$a_t$  = konstanta.

$b_t$  = koefisien *trend*.

$f_{t+p}$  = peramalan.

$\alpha$  = parameter *alpha*.

## 2.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan suatu perhitungan evaluasi, MAPE digunakan untuk mengukur seberapa tepat atau akurat suatu prediksi yang ring digunakan (Kim and Kim, 2016). Dengan menggunakan MAPE, kita dapat mendapatkan nilai selisih antara nilai aktual dengan nilai prediksi. Berikut ini adalah rumus perhitungan MAPE.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=0}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right| \quad (11)$$

#### Keterangan:

$\hat{y}_i$  = Hasil prediksi.

$y_i$  = Nilai aktual.

$n$  = banyaknya data yang diuji.

MAPE akan mengukur rata-rata dari *error absolute* sebagai persentase dari nilai rata-rata *error rate absolute* periode data aktual. Nilai MAPE memiliki kriteria yang menjelaskan bahwa semakin kecil nilai MAPE maka nilai akurasi semakin baik. 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

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

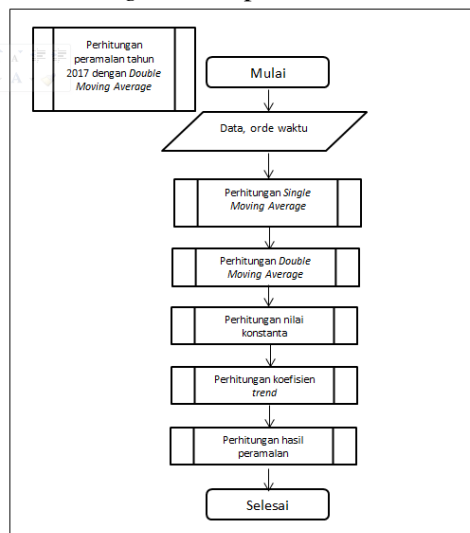
### 3.1. Data yang Digunakan

Pengumpulan data didapatkan dari website resmi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu data Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara per Bulan ke Indonesia Menurut Pintu Masuk. Data tersebut berupa angka jumlah kedatangan dari berbagai bandar udara di Indonesia dari Januari 2008 – Desember 2017. Data yang digunakan adalah data pada Bandar Udara Ngurah Rai. Data berjumlah 120

yang terdiri dari 108 data untuk data latih yang didapatkan dari data tahun 2008 hingga tahun 2016 dan 12 data untuk data uji yang didapatkan dari data tahun 2017.

### 3.2. Diagram Alir *Double Moving Average*

Diagram alir metode *Double Moving Average* adalah pada Gambar 1.



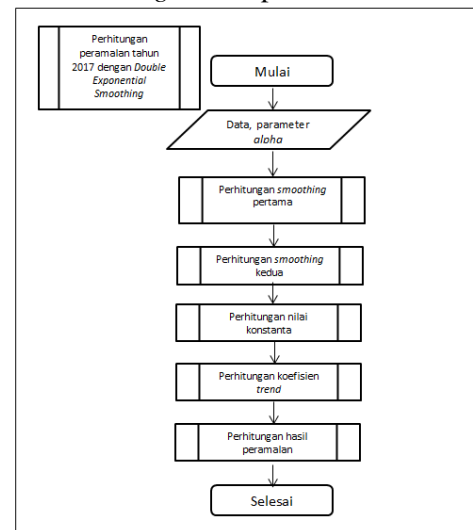
Gambar 1. Diagram Alir *Double Moving Average*

Penyelesaian perhitungan untuk nilai hasil peramalan dengan metode *Double Moving Average* dimulai dengan memasukkan data yang digunakan sebagai *training*. Dalam memproses perhitungan dengan metode *Double Moving Average* dibutuhkan pula juga masukan berupa nilai orde yang nantinya dalam perhitungan digunakan sebagai nilai kelipatan dalam menghitung rata-rata. Pemrosesan pertama dengan mencari nilai *Single Moving Average* sebagai nilai rata-rata bergerak yang pertama, dikarenakan metode yang digunakan adalah double maka selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama seperti *Single Moving Average* namun tidak lagi menggunakan nilai data jumlah kunjungan aktual namun menggunakan nilai hasil *Single Moving Average*. Nilai tersebut menjadi nilai hasil perhitungan rata-rata bergerak kedua atau disebut *Double Moving Average*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai konstanta dan juga koefisien *trend*. Setelah didapatkan nilainya maka hasil perhitungan nilai konstanta dan koefisien *trend* maka dijumlahkan untuk menghasilkan nilai peramalan.

### 3.3. Diagram Alir *Double Exponential Smoothing*

Diagram alir metode *Double Exponential*

*Smoothing* adalah pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir *Double Exponential Smoothing*

*Double Exponential Smoothing* dimulai dengan memasukkan data yang digunakan sebagai *training*. Dalam memproses perhitungan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dibutuhkan pula juga masukan berupa nilai parameter  $\alpha$ . Pemrosesan pertama dengan mencari nilai *Single Exponential Smoothing* sebagai nilai pemulusan yang pertama, dikarenakan metode yang digunakan adalah double maka selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama seperti *Single Exponential Smoothing* namun tidak lagi menggunakan nilai data jumlah kunjungan aktual namun menggunakan nilai hasil *Single Exponential Smoothing*. Nilai tersebut menjadi nilai hasil perhitungan pemulusan kedua atau disebut *Double Exponential Smoothing*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai konstanta dan juga koefisien *trend*. Setelah didapatkan nilainya maka hasil perhitungan nilai konstanta dan koefisien *trend* maka dijumlahkan untuk menghasilkan nilai peramalan.

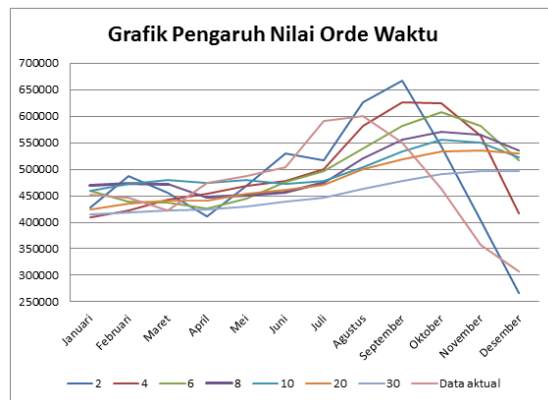
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Orde Waktu pada *Double Moving Average*

Pengujian pengaruh nilai orde waktu dilakukan untuk menentukan nilai orde waktu terbaik untuk menghasilkan nilai peramalan yang akurat untuk masalah kedatangan mancanegara di bandara Ngurah Rai. Pemilihan rentang orde waktu didapatkan dari hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang.



Grafik hasil pengujian adalah pada Gambar 3.

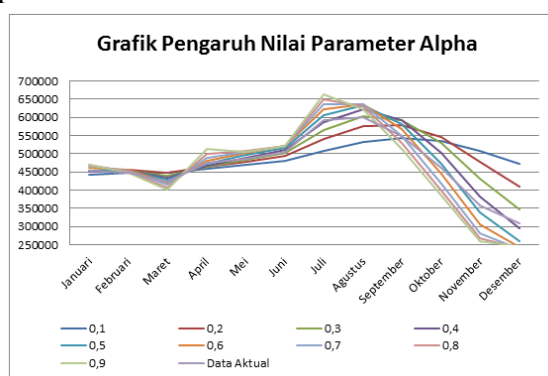


Gambar 3. Grafik Pengaruh Nilai Orde Waktu

Pada grafik diatas menunjukan hasil peramalan *Double Moving Average* dengan nilai orde waktu 2, 4, 6, 8, 10, 20 dan 30 memiliki kecenderungan tidak mempengaruhi hasil peramalan yang didapatkan dari metode *Double Moving Average*.

#### 4.2. Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Parameter Alpha pada Double Exponential Smoothing

Pengujian pengaruh nilai parameter alpha dilakukan untuk menentukan nilai parameter alpha terbaik untuk menghasilkan nilai peramalan yang akurat untuk masalah kedatangan mancanegara di bandar udara Ngurah Rai. Pemilihan rentang parameter alpha didapatkan dari hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang. Grafik hasil pengujian adalah pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Nilai Parameter Alpha

Pada Gambar 4 dapat menunjukkan hasil dari peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0.1$  sampai  $\alpha = 0.9$ . Parameter *alpha* memiliki kecenderungan tidak mempengaruhi hasil peramalan yang didapatkan dari metode *Double Exponential Smoothing*.

#### 4.3. Hasil Pengujian Nilai MAPE

Pengujian MAPE dilakukan dengan menghitung nilai MAPE untuk setiap metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

Dalam pengujian dengan metode *Double Moving Average* nilai MAPE terbaik didapatkan bahwa nilai orde waktu 2 memiliki nilai MAPE terbaik yaitu sebesar 10,522. Keseluruhan pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil MAPE *Double Moving Average*

Orde Waktu	Nilai MAPE
2	10.522
4	16.149
6	18.713
8	19.444
10	17.53
20	17.978
30	18.093

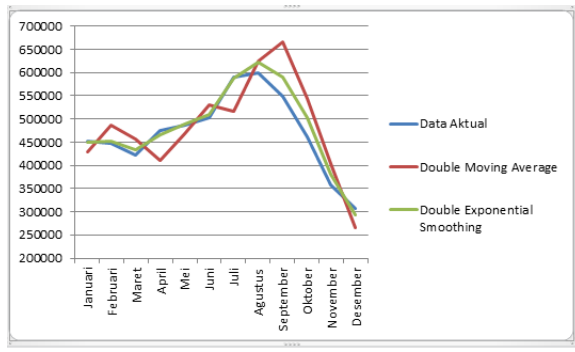
Dalam pengujian dengan metode *Double Exponential Smoothing* nilai MAPE terbaik didapatkan nilai  $\alpha = 0.4$  memiliki nilai MAPE terbaik yaitu sebesar 3,355. Keseluruhan pengujian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil MAPE *Double Exponential Smoothing*

Parameter Alpha	Nilai MAPE
0.1	13.129
0.2	9.747
0.3	5.797
0.4	3.355
0.5	3.782
0.6	5.448
0.7	7.023
0.8	8.415
0.9	9.249

#### 4.3. Perbandingan Hasil Peramalan

Dilakukan perbandingan hasil peramalan untuk 2 metode tersebut dengan nilai orde waktu dan *alpha* terbaik. Yaitu menggunakan nilai orde waktu 2 dan  $\alpha = 0.4$ . Grafik hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Perbandingan

Didapatkan hasil bahwa dalam bentuk grafik perbandingan hasil data hasil peramalan dengan data aktual jumlah kedatangan mancanegara memiliki karakteristik pola data yang sama.

## 5. KESIMPULAN

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

1. Dari hasil pengujian didapat nilai *Measure Average Percentage Error* (MAPE) terhadap orde waktu memiliki hasil kecenderungan naik namun pada orde waktu tertentu mengalami penurunan. Nilai orde waktu paling akurat dalam pengujian untuk metode *Double Moving Average* pada hasil peramalan dari jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai adalah orde waktu = 2.

2. Dari hasil pengujian didapat nilai *Measure Average Percentage Error* (MAPE) terhadap parameter  $\alpha$  memiliki hasil kecenderungan turun namun pada parameter  $\alpha$  tertentu mengalami kenaikan. Nilai parameter *smoothing* paling akurat dalam pengujian untuk metode *Double Exponential Smoothing* pada pada hasil peramalan dari jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai adalah  $\alpha = 0.4$ .

3. Dilakukan perbandingan akurasi untuk metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan perhitungan terhadap nilai error menggunakan metode *Measure Average Percentage Error* (MAPE). Nilai MAPE terkecil pada metode *Double Moving Average* didapatkan saat nilai orde waktu 2 dengan nilai *Measure Average Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,522. Kemudian nilai MAPE terkecil pada metode *Double Exponential Smoothing* didapatkan pada saat nilai parameter  $\alpha = 0.4$ , yaitu dengan

nilai MAPE sebesar 3,355. Nilai MAPE untuk metode *Double Moving Average* di atas 10, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Double Moving Average* dikategorikan baik dalam peramalan ini. Nilai MAPE untuk metode *Double Exponential Smoothing* di bawah 10, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Exponential Smoothing* dikategorikan sangat baik dalam peramalan ini. Setelah dilakukan pengujian maka disimpulkan juga bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dapat melakukan peramalan dengan lebih akurat dibandingkan *Double Moving Average* dalam peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2018. bps-file.[xls] Badan Pusat Statistik [online]. Tersedia di: <<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/807>> [Diakses 5 Agustus 2018]
- Bhaskara, G.I., 2017. Gunung Berapi dan Pariwisata: Bermain dengan Api. Fakultas Pariwisata. Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., and McGee, V. E., 1998. *Metode dan Aplikasi Peramalan* (terjemahan). Jakarta: Binarupa Ksara.
- Setyowardhani Y., & Daryanto, Tanpa Tahun. Sistem Peramalan Kendaraan Bermotor di Kabupaten Banyuwangi dengan Menggunakan Metode *Double Moving Average*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Kim, S. and Kim, H., 2016. A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. *International Journal of Forecasting*, [online] 32(3), pp.669–679. Available at :<<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijforecast.2015.12.003>>.
- Wu, L. , Liu, S. and Yang, Y., 2015. Grey *Double Exponential Smoothing model price forecasting in China*. *Applied Soft Computing* 39 (2016) 117-123.