

Pemodelan *Box-Jenkins* dan *Exponential Smoothing* untuk Prediksi Pengunjung Daerah Wisata Sayang Ka'ak Ciamis

Devilia Rahmawati*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*deviliarahmawati86@gmail.com

Abstract. Tourism is an inseparable part of human life. Various potential tourism objects that have been developed are natural tourism potentials, which are mostly owned by developing countries, including Indonesia. Forecasting foreign tourist arrivals is very important for the government and industry, because forecasting is the basis for effective policy planning, just as a tourist attraction called Wana Wisata Grand Sayang Kaak Ciamis needs an important tool in planning in order to take the right action. This article discusses the formation of models and forecasting the number of tourist visits at Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak Ciamis, using the Box Jenkins method and the Double Exponential Smoothing method. The data of visitors to dear ka'ak ciamis tourism area has non-stationary characteristics. The results of the modeling of the two methods show that the Exponential Smoothing method is better (with an error of 7.77%) than the *Box-Jenkins* (with an error of 9.90%). Forecasting results using the Double Exponential Smoothing method in the 15th to 19th week as many as 192,172, 152, 131, 111 visitors.

Keywords: *Forecasting, Box-Jenkins, ARIMA, Exponential Smoothing.*

Abstrak. Pariwisata merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Berbagai potensi objek wisata yang dikembangkan adalah potensi wisata alam yang sebagian besar dimiliki oleh negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Peramalan kunjungan wisatawan mancanegara sangat penting bagi pemerintah dan industri, karena peramalan menjadi dasar dalam perencanaan kebijakan yang efektif, Seperti halnya objek wisata yang bernama Wana Wisata Grand Sayang Kaak Ciamis membutuhkan alat bantu yang penting dalam suatu perencanaan agar dapat mengambil suatu tindakan yang tepat. Artikel ini membahas tentang pembentukan model dan peramalan jumlah kunjungan wisata pada Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak Ciamis, dengan menggunakan metode Box Jenkins dan metode *Double Exponential Smoothing*. Data pengunjung wana wisata sayang ka'ak ciamis memiliki karakteristik yang non stasioner. Hasil pemodelan kedua metode menunjukkan bahwa metode Exponential Smoothing lebih baik (dengan error 7,77%) daripada *Box-Jenkins* (dengan error 9,90%). Hasil peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* pada minggu ke 15 sampai dengan ke 19 sebanyak 192,172, 152, 131, 111 pengunjung.

Kata Kunci: *Peramalan, Box-Jenkins, ARIMA, Exponential Smoothing*

A. Pendahuluan

Objek wisata yang bernama Wana Wisata Grand Sayang Kaak Ciamis. Sebuah objek wisata, yang pengelolaannya berada di bawah BUMDES Handapherang, Kecamatan Cijeungjing, Kabupaten Ciamis ini memiliki kurangnya daya tarik pengunjung dari luar, karena informasi atau branding yang belum banyak diketahui masyarakat diluar Kabupaten Ciamis. Untuk membuat suatu perencanaan perbaikan pengelolaan yang cermat, pihak terkait memerlukan gambaran tentang pola kunjungan wisatawan ke Wana Wisata Sayang Ka'ak Ciamis.

Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam suatu perencanaan agar dapat mengambil suatu tindakan yang tepat. Dalam suatu peristiwa, peramalan diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi atau timbul, sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan. Data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur (baik dalam bentuk harian, minggu, bulan, tahun dan sebagainya) dianalisis menggunakan teknik peramalan yang tepat. Hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang.

Data pengunjung wana wisata sayang ka'ak ciamis memiliki karakteristik yang non stasioner karena dipengaruhi oleh waktu tertentu seperti hari libur pada setiap pekan, sehingga menjadikan data tersebut berfluktuatif dengan perbedaan yang cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa peramalan jumlah pengunjung dapat dilakukan menggunakan metode runtun waktu Box Jenkins. Pemodelan peramalan runtun waktu umumnya menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Oleh karena itu skripsi ini akan membandingkan hasil peramalan menggunakan kedua metode.

Artikel ini mendiskusikan tentang pemodelan data pengunjung wana wisata sayang ka'ak ciamis menggunakan metode *Box-Jenkins* dan metode *Exponential Smoothing*, dan melakukan peramalan jumlah pengunjung Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*

B. Metodologi Penelitian

Metode *Box-Jenkins* (ARIMA)

Metode *Box-Jenkins* adalah teknik melacak sebaran data dan menganalisis data runtun waktu. Model yang dihasilkan oleh metode *Box-Jenkins* ada beberapa model diantaranya model *moving average* (MA), *autoregressive* (AR), satu kelas model yang berguna untuk time series yang merupakan kombinasi proses MA dan AR yaitu ARMA. Model-model ini adalah model dari metode *Box-Jenkins* yang linier dan stasioner. Sedangkan model untuk metode *Box-Jenkins* yang non stasioner adalah model ARIMA dan SARIMA. Proses membentuk model dengan metode BoxJenkins dapat dilakukan dengan empat langkah dasar. Langkah pertama yaitu identifikasi model, langkah kedua estimasi parameter model-model yang diperoleh, langkah ketiga verifikasi model dan langkah keempat menentukan hasil prediksi untuk waktu yang akan datang [1].

Deret waktu $\{X_t\}$ dikatakan ARIMA jika beda (*difference*) ke- d $W_t = \nabla^d Y$ adalah proses ARMA stasioner. Dengan kata lain, jika W_t mengikuti model ARMA(p, q) maka $\{X_t\}$ adalah proses ARIMA(p, d, q). Biasanya nilai d dipilih $d = 1$ atau paling banyak $d = 2$.

Misalkan proses ARIMA(p, l, q) dengan $W_t = X_t - X_{t-1}$ maka diperoleh :

$$W_t = \varphi_1 W_{t-1} + \varphi_2 W_{t-2} + \dots + \varphi_p W_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

$$X_t - X_{t-1} = \varphi_1 (X_{t-1} - X_{t-2}) + \varphi_2 (X_{t-2} - X_{t-3}) + \dots + \varphi_p (X_{t-p} - X_{t-p-1}) + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Sehingga didapatkan persamaan nya:

$$X_t = (1 + \varphi_1)X_{t-1} + (\varphi_2 - \varphi_1)X_{t-2} + \dots + (\varphi_p - \varphi_{p-1})X_{t-p} - \varphi_p X_{t-p-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}.$$

Metode *Exponential Smoothing* (*Double Exponential Smoothing*)

Metode *Exponential Smoothing* merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. Metode peramalan ini menitikberatkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua. Dalam *exponential smoothing* terdapat satu atau lebih parameter *smoothing* yang ditentukan secara eksplisit, dan

hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama [2].

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend*. *exponential smoothing* dengan adanya *trend* seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diupdate setiap periode level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. *Trend* adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode. Rumus *double exponential smoothing* adalah:

$$\begin{aligned}
 St &= a * Yt + (1 - a) * (St - 1 + bt - 1) \\
 Bt &= \gamma * (ST - ST - 1) + (1 - \gamma) * bt - 1 \\
 Ft + m &= St + btm
 \end{aligned}$$

Galat Relatif

Galat merupakan penyelesaian secara numerik dari suatu persamaan matematis hanya memberikan nilai perkiraan yang mendekati nilai eksak (yang benar) dari penyelesaian analitis. Galat (kesalahan) didefinisikan sebagai selisih antara nilai *exact* (sebenarnya) dan nilai perkiraan atau pendekatan [3].

Galat pada suatu kalkulasi hitungan didefinisikan sebagai:

$$Galat = nilai sebenarnya - nilai pendekatan$$

Dan galat relatif didefinisikan sebagai:

$$Galat\ relatif = \frac{galat}{nilai\ sebenarnya} = \frac{nilai\ sebenarnya - nilai\ pendekatan}{nilai\ sebenarnya}$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data pengunjung Wana Wisata Sayang Ka’ak memiliki 10 baris dalam satuan minggu yang digunakan dalam perhitungan peramalan jumlah pengunjung. Berikut data yang digunakan dalam perhitungan peramalan jumlah pengunjung Wana Wisata Sayang Ka’ak Ciamis.

Tabel 1. Data Pengunjung Wana Wisata Sayang Ka’ak Ciamis

Periode	jml	rata-rata	Kalkulasi Data
Minggu 1	149	37,25	37.25
Minggu 2	223	31,86	69.11
Minggu 3	204	29,14	98.25
Minggu 4	191	27,29	125.54
Minggu 5	211	30,14	155.68
Minggu 6	221	31,57	187.25
Minggu 7	215	30,71	217.96
Minggu 8	224	32,00	249.96
Minggu 9	218	31,14	281.1
Minggu 10	236	33,71	314.81

Sumber. Wana Wisata Sayang Ka’ak Ciamis

Uji Korelasi Data

Correlations

		WAKTU	KUNJUNGAN
WAKTU	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	14	14
KUNJUNGAN	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	14	14

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 1. Hasil Data Korelasi

Dari hasil pengujian korelasi pada SPSS, data jumlah pengunjung Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak Ciamis menghasilkan data korelasi sebesar 1,000. Untuk mencari taraf signifikansi dilihat dari r tabel, dengan rumus

$$r_{tabel} = N - K - 1$$

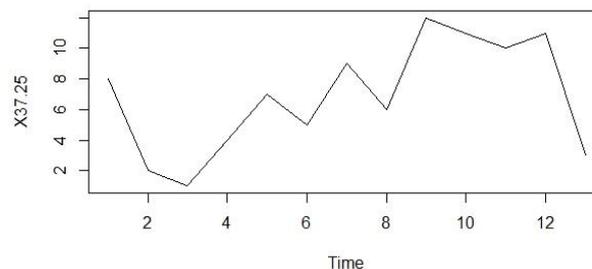
$$r_{tabel} = 14 - 2 - 1 = 11$$

Dan untuk t tabel pada titik (11, 0.5) yaitu menghasilkan nilai sebesar (t_{tabel}) = 0,576 , dan taraf signifikansi $0,00 < 0,05$, yang berarti data tersebut signifikan.

Metode Box Jenkins (ARIMA)

1. Uji Kestasioneran Data

Menguji kestasioneran data dengan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Berdasarkan data yang diperoleh maka terlebih dahulu untuk menguji kestasioneran data. Dari data yang tersedia, yaitu data jumlah pengunjung Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak Ciamis, menunjukkan grafik sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Data Pengunjung

Dapat dilihat dari grafik bahwa data jumlah pengunjung Wana Wisata Grand Sayang Ka'ak Ciamis bersifat musiman, dan bisa dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *ARIMA Box-Jenkins*. Untuk mendapatkan hasil model arima yang terbaik, dilakukan differensiasi agar data yang kita hitung terjamin ke stasioneran data nya.

```
> adf.test(datadiff)

Augmented Dickey-Fuller Test

data: datadiff
Dickey-Fuller = -0.095046, Lag order = 2, p-value = 0.99
alternative hypothesis: stationary
```

Gambar 3. Uji ADF 1

Berdasarkan gambar data differensiasi belum mencapai ke stasioneran dari data asli. Sehingga dilakukan kembali uji Differensiasi untuk mencapai data yang stasioner. Uji Differensiasi ke2

```
> adf.test(datadiff2)

Augmented Dickey-Fuller Test

data: datadiff2
Dickey-Fuller = -2.5151, Lag order = 2, p-value = 0.3762
alternative hypothesis: stationary
```

Gambar 4. Uji ADF 2

Uji Differensiasi ke3

```
> adf.test(datadiff3)

Augmented Dickey-Fuller Test

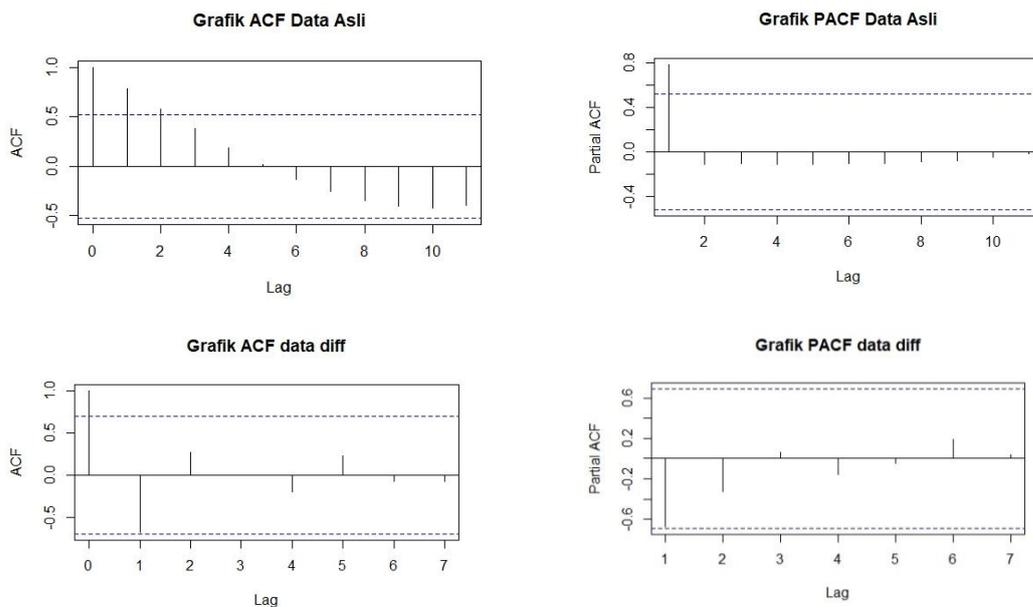
data: datadiff3
Dickey-Fuller = -7.8264, Lag order = 1, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Gambar 5. Uji ADF 3

Jika dilakukan kembali uji kestasioneran dengan uji ADF dengan taraf signifikansi 1%, diperoleh $p - value = 0,01 < \alpha$. Sehingga H_0 , artinya data dengan differensiasi 1 dapat dianggap stasioner.

2. Identifikasi ACF dan PACF

Di samping menentukan nilai d , pada tahap ini juga ditentukan berapa jumlah nilai lag residual (q) dan nilai lag dependen (p) yang digunakan dalam model. Alat utama yang digunakan untuk mengidentifikasi q dan p adalah ACF dan PACF (*Partial Auto Correlation Function*/Koefisien Autokorelasi Parsial), dan *correlogram* yang menunjukkan plot nilai ACF dan PACF terhadap lag.



Gambar 6. Grafik ACF dan PACF

3. Pemilihan Kandidat Model Terbaik

Identifikasi model ARIMA musiman yaitu dinotasikan sebagai ARIMA (p, d, q) . Proses *difference* pada langkah sebelumnya, dijelaskan bahwa dilakukan proses *difference* sebanyak 3 kali. Model ARIMA yang terbentuk setelah dilakukan *difference* adalah ARIMA $(p, 3, q)$. Proses selanjutnya yaitu menentukan nilai ordo AR (p) dan MA (q). Nilai ordo dapat dilihat dari plot ACF dan plot PACF. Plot ACF digunakan untuk membaca nilai *moving average* (q dan Q) sedangkan plot PACF digunakan untuk membaca nilai *autoregressive* (p dan P). Dari grafik ACF dan PACF dapat dilihat bahwa pada data asli grafik ACF menurun, sehingga model sementara AR(1). Namun ketika data di diferensiasi 3 kali diperoleh grafik ACF tidak terpotong pada grafik, Maka dari grafik tersebut diperoleh beberapa kandidat model yaitu ARIMA $(1,3,0)$ dan ARIMA $(1,3,1)$.

Berikut tabel perbandingan hasil AIC dan p -value pada kemungkinan model ARIMA yang telah ditentukan.

Tabel 2. Hasil Pemodelan ARIMA

Model ARIMA	Hasil AIC	Hasil p -value
ARIMA (0,3,0)	55.22	0.3451
ARIMA (0,3,1)	53.44	0.6184
ARIMA (1,3,0)	55.04	0.7201
ARIMA (1,3,1)	55.43	0.3012
ARIMA (2,3,0)	55.82	0.3574
ARIMA (2,3,1)	57.37	0.1964

Berdasarkan pada tabel hasil pemodelan ARIMA, dapat diketahui bahwa ARIMA $(0,3,1)$ merupakan model ARIMA terbaik, karena memiliki nilai AIC terkecil dan p - value $> \alpha$.

```
> model2<-arima(datas,order=c(0,3,1))
> print(model2)

Call:
arima(x = datas, order = c(0, 3, 1))

Coefficients:
      ma1
      -1.0000
s.e.    0.3753

sigma^2 estimated as 4.18:  log likelihood = -24.72,  aic = 53.44
> checkresiduals(model2,plot = F)

      Ljung-Box test

data:  Residuals from ARIMA(0,3,1)
Q* = 1.7839, df = 3, p-value = 0.6184

Model df: 1.   Total lags used: 4
```

Gambar 7. Hasil model ARIMA $(0,3,1)$

Persamaan model deret waktu ARIMA $(0,3,1)$ data jumlah pengunjung wana wisata grand sayang ka'ak Ciamis yaitu $\theta_1 = (-1.000)$, diperoleh sebagai berikut:

$$X_t = -(-1.000\varepsilon_{t-1})$$

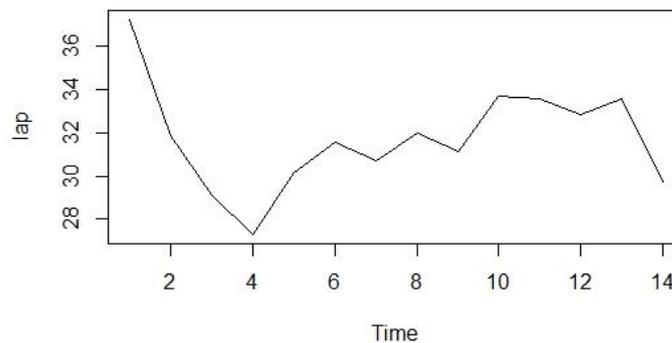
Metode Double Exponential Smoothing

Tahap pertama yang dilakukan dalam menghitung dengan menggunakan metode *single exponential smoothing*, yaitu mendefinisikan variabel untuk data pengunjung wana wisata grand sayang ka'ak Ciamis agar data dapat dilakukan analisis menggunakan Rstudio. Berikut hasil dari data yang telah di definisikan:

```
> lap = datas
> lap = ts(lap, start=c(1,1), end=c(1,14), frequency=1)
> lap
Time Series:
Start = 1
End = 14
Frequency = 1
[1] 37.25 31.86 29.14 27.29 30.14 31.57 30.71 32.00 31.14 33.71 33.57 32.86 33.57 29.75
```

Gambar 8. Mendefinisikan data pada SEM

Selanjutnya adalah melakukan pengamatan terhadap plot deret waktu, yang dilihat melalui plot grafik data.



Gambar 9. Grafik Data

1. Fungsi *Exponential Smoothing*

Tahap selanjutnya yaitu pemanggilan fungsi *Exponential Smoothing* pada Rstudio berdasarkan kriteria dan ketentuan sebagai berikut:

```
> lapfore1 = Holtwinters(lap, beta=FALSE, gamma=FALSE)
> lapfore1
Holt-winters exponential smoothing without trend and without seasonal component.

Call:
Holtwinters(x = lap, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.9999458
beta : FALSE
gamma: FALSE

Coefficients:
[,1]
a 29.75021
> lapfore1$SSE
[1] 75.40981
```

Gambar 10. Fungsi *Single Exponential Smoothing* pada RStudio

```

> lapfore2 = Holtwinters(lap, gamma=FALSE)
> lapfore2
Holt-winters exponential smoothing with trend and without seasonal component.

Call:
Holtwinters(x = lap, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.8148397
beta : 1
gamma: FALSE

Coefficients:
      [,1]
a 30.458568
b -2.910331
> lapfore2$SSE
[1] 75.45321

```

Gambar 11. Fungsi *Double Exponential Smoothing* pada RStudio

2. Perbandingan model terbaik

Tabel 3. Hasil pemodelan pada *Exponential Smoothing*

Model	SSE
Single Exponential Smoothing	75.40981
Double Exponential Smoothing	75.45321

Berdasarkan hasil pengamatan data, model terbaik yang bisa digunakan dalam membuat model peramalan data Jumlah Pengunjung Wana Wisata Sayang Ka'ak Ciamis adalah metode *Double Exponential Smoothing* karena memiliki ciri khas yaitu data musiman.

Hasil Pemodelan

1. Metode *Box-Jenkins*

Hasil Pemodelan Metode *Box-Jenkins* berdasarkan persamaan yang telah didapatkan, dilakukan perhitungan untuk data pada periode minggu ke 11 sampai dengan minggu ke 14, sehingga bisa dilakukan perbandingan dalam menentukan nilai *error* pada Metode *Box-Jenkins*.

Tabel 4. Hasil Pemodelan *Box-Jenkins*

Periode	Hasil	Data Asli	Error
Minggu 11	312,3767	348,38	0,103344911
Minggu 12	342,8356	381,24	0,100735495
Minggu 13	373,2946	414,81	0,10008293
Minggu 14	403,7535	444,56	0,091790759

Rata-rata *error* pada hasil pemodelan *Box-Jenkins* yaitu sebesar 9,90%

2. Metode *Exponential Smoothing*

Hasil Pemodelan *Exponential Smoothing* berdasarkan persamaan yang telah didapatkan, dilakukan perhitungan untuk data pada periode minggu ke 11 sampai dengan minggu ke 14, sehingga bisa dilakukan perbandingan dalam menentukan nilai *error* pada metode *Exponential Smoothing*.

Tabel 5. Hasil Pemodelan *Double Exponential Smoothing*

Hasil	data asli	Error
30,71541	33,57	0,085033959
30,14908	32,86	0,082499087
29,58275	33,57	0,118774203
29,01642	29,75	0,024658151

Rata-rata *error* pada hasil pemodelan *Exponential Smoothing* yaitu sebesar 7,77%.

Hasil Peramalan

Metode yang cocok digunakan untuk menghitung peramalan pada data Wana Wisata Sayang Ka’ak Ciamis, dipilih metode *Exponential Smoothing* berdasarkan nilai *error* yang didapatkan pada kedua metode, nilai *error* terkecil dihasilkan oleh metode *Double Exponential Smoothing*. Data pengunjung ini ingin diproyeksi untuk 5 pekan ke depan. Sehingga menghasilkan data sebagai berikut:

```
> predict(lapfore2, n.ahead = 5)
Time series:
Start = 15
End = 19
Frequency = 1
fit
[1,] 27.54824
[2,] 24.63791
[3,] 21.72758
[4,] 18.81725
[5,] 15.90691
```

Gambar 12. Hasil Peramalan

Tabel 6. Hasil Peramalan dengan *Double Exponential Smoothing*

Periode	Jml pengunjung hasil peramalan
Minggu 15	192,8377
Minggu 16	172,4653
Minggu 17	152,093
Minggu 18	131,7207
Minggu 19	111,3484

D. Kesimpulan

Metode yang cocok digunakan dalam peramalan data pengunjung Wana Wisata Sayang Ka’ak Ciamis yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai *error* sebesar 7,77%, sedangkan pada Metode *Box-Jenkins* menghasilkan nilai *error* sebesar 9,90%. Hasil peramalan pada minggu ke 15 sampai dengan ke 19 sebanyak 192,172, 152, 131, 111 pengunjung.

Acknowledge

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Abdul Kudus, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dekan fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Bapak Didi Suhaedi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Ibu Yurika Permanasari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Didi Suhaedi, M.Si. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. P. Desvina, "Penerapan Metode *Box-Jenkins* Untuk Memprediksi Jumlah," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 2, no. ISSN 1693-2390 print/ISSN 2407-0939 online, p. 1, Desember 2014.
- [2] M. S. E. A. H. Raihan, "Forecasting Model Exsponensial Smoothing Time Series Rata Rata Mechanical Availability Unit Off Highway Truck Cat 777d Caterpillar," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 8, no. ISSN 2085-5761 (Print), p. 1, Juni 2016.
- [3] "Slide Share," a Scribd Company, 24 april 2017. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/AfistaGalihPradana/2-galat>. [Diakses Juli 27 2021].