

PERAMALAN ANGKA KELAHIRAN TOTAL DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN*

Sulantari^{1*}, Balqis Aabidah Islahi², Fitriyatul Alifia³

¹Program Studi Statistika, Universitas PGRI Argopuro Jember, sulantari89@gmail.com

²Program Studi Statistika, Universitas PGRI Argopuro Jember, balqis.aa@gmail.com

³Program Studi Statistika, Universitas PGRI Argopuro Jember, alifia.fi@gmail.com

*Penulis Korespondensi, email : sulantari89@gmail.com

Abstrak. Indonesia adalah salah terbesar keempat dengan penduduk terbanyak yakni mencapai 274.790.244 Jiwa. Negara wajib mengelola jumlah penduduknya, salah satu caranya yakni dengan melihat dan mengelola angka kelahiran total (TFR). Angka kelahiran total (TFR) menggambarkan rata-rata jumlah anak yang dilahirkan hidup oleh satu orang wanita selama masa reproduksinya (15 - 49 th). Angka TFR Indonesia selama tahun 1990 – 2022 telah mengalami penurunan sebesar 30.64%. pada tahun 1990 angka TFR Indonesia sebesar 3.1, dan pada tahun 2022 angka TFR Indonesia menjadi 2.19. penurunan angka TFR ini perlu menjadi perhatian negara Indonesia, jangan sampai angka TFR Indonesia terus mengalami menurun sampai berada dibawah nilai ideal angka TFR sebesar 2.1. penurunan angka TFR bisa berakibat penurunan jumlah penduduk pada masa mendatang. Saat ini, banyak negara maju di dunia mengalami resesi seks, yang berakibat kepada jumlah kelahiran total yang menurun. Oleh sebab itu, perlu dilakukan peramalan data pada angka TFR Indonesia, sehingga bisa diketahui prediksi angka TFR untuk masa depan. Metode *Exponential Smoothing* satu Parameter Brown Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan untuk meramalkan angka kelahiran total (TFR). dari penelitian ini, diperoleh hasil bahwa metode yang tepat digunakan adalah metode Double Exponential Smoothing Satu Parameter Brown ($\alpha=0.9$). Dengan nilai peramalan pada tahun 2023 adalah sebesar 2.13, dan angka TFR ini diramalkan akan terus mengalami penurunan, bahkan sampai tahun 2050 angka TFR Indonesia sebesar 1.59. Metode ini menghasilkan nilai MAE sebesar 0.02272, SSE sebesar 0.03058, MSE sebesar 0.00099, dan MAPE sebesar 0.88940.

Kata kunci: Angka Kelahiran Total, TFR Indonesia, BROWN, Exponential Smoothing, Peramalan.

Abstract. Indonesia is the fourth largest with the largest population, reaching 274,790,244 people. The state is obliged to manage the number of its population, one of which is by looking at and managing the total birth rate (TFR). The total birth rate (TFR) describes the average number of children born alive by a woman during her reproductive years (15 - 49 years). Indonesia's TFR figures during 1990 – 2022 have decreased by 30.64%. In 1990, Indonesia's the TFR value was 3.1, and in 2022 Indonesia's TFR value will be 2.19. This reduction in the TFR value needs to be a concern for the Indonesian state, so that Indonesia's TFR value should not continue to decline until it is below the ideal TFR value of 2.1. a decrease in the TFR value could result in a decrease in the population in the future. Currently, many developed countries in the world are experiencing a sex recession, which results in a decrease in the total number of births. Therefore, it is necessary to do data forecasting on

Indonesia's TFR value, so that predictions of TFR value for the future can be known. One Parameter Exponential Smoothing Method Brown One forecasting method that can be used to predict the total birth rate (TFR). From this study, the results showed that the correct method used was the Double Exponential Smoothing One Parameter Brown method ($\alpha=0.9$). With the forecast value in 2023 of 2.13, and this TFR figure is predicted to continue to decrease, even until 2050 Indonesia's TFR value is 1.59. This method produces an MAE value of 0.02272, an SSE of 0.03058, an MSE of 0.00099, and a MAPE of 0.88940.

Keywords: Total Birth Rate, Indonesia's TFR, BROWN, Exponential Smoothing, Forecasting.

Cara Menulis Sitasi: Sulantari, Islahi, B.A., Alifia, F. (2023). Peramalan Angka Kelahiran Total di Indonesia dengan Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*. *Estimator*, I (1), 1-11.

DITERIMA: 28 Mei 2023

DISETUJUI: 25 Juni 2023

ONLINE: 30 Juni 2023

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah salah satu negara besar di Dunia. Hal ini terlihat dari jumlah penduduk yang mencapai 274.790.244 Jiwa [9]. Dengan jumlah penduduk yang mencapai 274.79 Juta Jiwa, menempatkan Negara Indonesia menjadi urutan ke-4 sebagai Negara dengan penduduk terbanyak didunia. Menjadi negara dengan jumlah penduduk yang besar, tentu menimbulkan berbagai keuntungan juga kekurangan. Dengan jumlah penduduk yang banyak tentu membawa potensi kemajuan ekonomi negara yang besar pula. namun hal ini juga bisa berdampak kepada kemiskinan yang besar pula jika jumlah penduduk yang besar ini tidak di kelola dengan baik oleh negara. oleh karena itu, negara wajib mengelola jumlah penduduknya. Salah satu caranya yakni dengan melihat angka kelahiran total (TFR). Dengan melihat angka TFR, Maka negara dapat mengambil kebijakan yang sesuai dengan strategi perkembangan dimasa depan. Jangan sampai jumlah penduduknya menjadi terlalu besar, dan juga terlalu kecil. Karena jumlah penduduk yang terlalu kecil (sedikit) juga menjadi ancaman bagi kelangsungan sebuah negara.

Menurut [3] Angka kelahiran total (TFR) menggambarkan rata-rata jumlah anak yang dilahirkan hidup oleh satu orang wanita selama masa reproduksinya (15 - 49 th). Angka kelahiran total Indonesia terus mengalami penurunan sejak tahun 1971. Dimana tahun 1971 angka TFR Indonesia sebesar 5.61 dan pada tahun 2020 angka TFR sebesar 2.18 [3]. Namun menurut [10] angka TFR Indonesia pada tahun 2020 sebesar 2.19. Kedua berita diatas menyatakan bahwa pada tahun 2020, wanita Indonesia hanya melahirkan sekitar 2 anak selama masa reproduksinya. Dimana angka standar pencapaian ideal angka kelahiran total yakni 2.1 [7]. Angka TFR Indonesia selama tahun 1990 – 2022 sudah mengalami penurunan sebesar 30.64% [2]. Hal ini tentu semestinya menjadi perhatian bagi pemerintah Indonesia. Jangan sampai angka TFR Indonesia terus mengalami penurunan tanpa bisa dikendalikan, yang berakibat kepada ancaman kelangsungan hidup negara Indonesia untuk dimasa yang akan datang. Kekhawatiran ini juga di dukung oleh fakta bahwa saat ini, banyak negara maju di dunia mengalami resesi seks, yang berakibat kepada jumlah kelahiran di negara tersebut mengalami penurunan yang cukup mengkhawatirkan, ambil saja contohnya negara Jepang. Dimana saat ini negara jepang mengalami penurunan angka kelahiran bayi yang cukup

mengkhawatirkan. Bahkan penasehat Perdana menteri Jepang menyatakan bahwa mungkin jepang akan lenyap dimasa depan, dikarenakan jumlah penduduk yang semakin sedikit ditambah lagi angka kelahiran yang terus mengali penurunan [4].

Analisis data time series adalah salah satu metode analisis data statistika yang digunakan untk melakukan peramalan data. diantara metode peramalan data. Peramalan data adalah kegiatan yanag bertujuan meramalkan kejadian dimasa mendatang berdasarkan data aktual pada masa lalu [5]. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan yakni metode *Exponential Smoothing* satu Parameter Brown. Metode ini melakukan peramalan data dengan menggunakan konstanta pemulusan alfa (α). Dimana nilai alfa berkisar antara $0 < \alpha < 1$. Dengan kriteria pemilihan model terbaik adalah model yang memberikan nilai error yang terkecil. Satuan error yang akan digunakan yakni: SSE, MAE, MSE, dan MAPE.

Oleh karena latar belakang diatas, membuat penulis merasa tertarik untuk melakukan peramalan data pada angka kelahiran total negara Indonesia. Untuk melakukan ini, penulis mencoba menggunakan metode *Exponential smoothing* satu parameter Brown. Dengan harapan, hasil dari peramalan data ini dapat memeberikan gambaran bagaimana angka kelahiran total Negara Indonesia dimasa yang akan datang. Sehingga bisa menjadi pertimbangan terkait strategi Negara dalam mengelola Jumlah Penduduk Indonesia.

Teori-Teori yang digunakan

a.1. Double Exponential Smoothing Brown

Metode Double Exponential Smoothing Brown dikembangkan untuk mengatasi data trend [11]. Salah satu metode peramalan data adalah metode *double exponential smoothing*. Metode Exponential Smoothing adalah metode peramalan data yang menggunakan teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pemberian bobot yang lebih tinggi untuk data observasi yang baru, dan bobot yang lebih kecil pada data yang lebih lama [1]. Menurut [8] Metode ini terbagi menjadi 2 metode, yakni metode double exponential smoothing satu parameter Brown, dan metode exponential smoothing dua parameter Holt. Metode double exponential smoothing Brown merupakan metode paramalan data yang menggunakan parameter pemulusan alfa (α) yang bernilai $0 < \alpha < 1$, dimana data terbaru diberikan pembobotan yang lebih besar dibandingkan data yang lebih lama. Rumus perhitungan metode Brown ini adalah sebagai berikut :

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

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

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

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

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

Dengan :

S'_t : Nilai single exponential smoothing waktu ke-t

S''_t : Nilai double exponential smoothing waktu ke-t

α : Parameter exponential smoothing

X_t : Data aktual

- a_t : Konstanta pemulusan
 b_t : Konstanta pemulusan
 F_{t+m} : Nilai Forecasting (Peramalan) data untuk waktu ke t+m
 a.2. Ukuran Keباikan Model

Model terbaik adalah model yang menghasilkan nilai error yang paling kecil. Dalam penelitian ini, ukuran kebaikan model yang digunakan yakni :

Rumus Sum Square Error (SSE)

$$SSE = \sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2 \quad \dots (6)$$

Rumus Mean Absolute Error (MAE)

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \quad \dots (7)$$

Selain SSE, Dan MAE, ukuran kebaikan model yang dapat digunakan diantaranya yakni MSE dan MAPE [6], dengan rumusnya sebagai berikut :

Rumus Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n} \quad \dots (8)$$

Rumus Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \cdot 100 \quad \dots (9)$$

Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah prediksi (forecasting) angka kelahiran total di Indonesia akan terus mengalami penurunan untuk beberapa periode kedepan. Dimana model prediksi dengan metode Brown dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F_{t+m} = (2S'_t - S''_t) + \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)m \quad \dots (10)$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, dengan populasinya adalah seluruh angka kelahiran total Indonesia. Dalam penelitian ini menggunakan data Sekunder, dimana datanya adalah angka kelahiran total Indonesia yang di catat oleh *United Nation*. Dimana datanya dimulai tahun 1990 sampai 2022. Analisis yang akan digunakan yakni metode *Double exponential smoothing* satu parameter Brown.

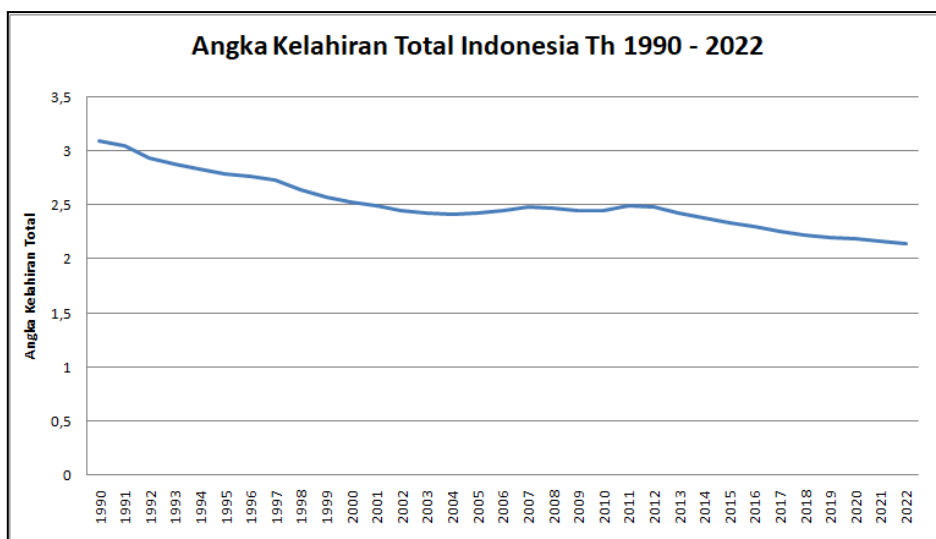
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Angka kelahiran total (TFR) Indonesia terus mengalami penurunan selama tiga dekade terakhir. Dimana pada tahun 1990 angka TFR Indonesia sebesar 3.1, dan pada tahun 2022 angka TFR menjadi 2.15. hal ini dapat terlihat jelas pada Tabel 1 dan Gambar 1 dibawah ini:

Tabel 1. Data angka Kelahiran Total Indonesia dari Tahun 1990 Sampai Tahun 2022

| No | Tahun | Angka Kelahiran Total | No | Tahun | Angka Kelahiran Total |
|----|-------|-----------------------|----|-------|-----------------------|
| 1 | 1990 | 3.1 | 18 | 2007 | 2.49 |
| 2 | 1991 | 3.06 | 19 | 2008 | 2.48 |
| 3 | 1992 | 2.94 | 20 | 2009 | 2.46 |
| 4 | 1993 | 2.88 | 21 | 2010 | 2.45 |
| 5 | 1994 | 2.84 | 22 | 2011 | 2.5 |
| 6 | 1995 | 2.8 | 23 | 2012 | 2.49 |
| 7 | 1996 | 2.77 | 24 | 2013 | 2.43 |
| 8 | 1997 | 2.74 | 25 | 2014 | 2.39 |
| 9 | 1998 | 2.65 | 26 | 2015 | 2.34 |
| 10 | 1999 | 2.58 | 27 | 2016 | 2.31 |
| 11 | 2000 | 2.54 | 28 | 2017 | 2.26 |
| 12 | 2001 | 2.5 | 29 | 2018 | 2.23 |
| 13 | 2002 | 2.46 | 30 | 2019 | 2.21 |
| 14 | 2003 | 2.43 | 31 | 2020 | 2.19 |
| 15 | 2004 | 2.42 | 32 | 2021 | 2.17 |
| 16 | 2005 | 2.43 | 33 | 2022 | 2.15 |
| 17 | 2006 | 2.45 | | | |

(Sumber: United Nation, World Poppulation Prospect, Total Fertility Rate)



Gambar 1. Grafik data Angka Kelahiran Total Negara Indoneia dari tahun 1990 sampai tahun 2022 (United Nation, World Poppulation Prospect, Total Fertility Rate)

Dari Gambar 1 diatas, terlihat jelas bahwa angka TFR Indonesia terus mengalami penurunan sejak tahun 1990. Hal ini menunjukkan bahwa program Keluarga Berencana (KB) yang dicanangkan oleh pemerintahan Presiden Soeharto cukup efektif dalam menurunkan angka kelahiran Indonesia. Namun, melihat trend angka TFR pada Gambar 1 diatas, dalam

jangka panjang, cukup mengkhawatirkan. Jika tidak dilakukan kebijakan yang tepat, maka angka TFR Indonesia dimasa mendatang bisa berada di bawah angka ideal (2,1). Oleh karena itu mengetahui bagaimana kondisi angka TFR Indonesia, maka perlu dilakukan peramalan data. Dalam hal ini akan digunakan metode Double Exponential Smoothing satu parameter Brown.

Dengan menggunakan formula perhitungan yang ada dalam landasan teori diatas, maka dapat dilakukan perhitungan peramalan datanya. Perhitungan metode Brown dilakukan Dengan menggunakan berbagai nilai konstanta pemulusan α , maka dapat diperoleh nilai error dari masing-masing modelnya. Dimana ukuran error yang digunakan adalah *Mean Absolute Error (MAE)*, *Sum Square Error (SSE)*, *Mean Ssquare Error (MSE)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Rincian nilai error untuk untuk berbagai nilai α pada model Brown adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Ukuran error model Brown untuk berbagai nilai α

| Ukuran Error | Konstanta Pemulusan alfa (α) | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| MAE | 0.10162 | 0.06561 | 0.09125 | 0.03449 | 0.02955 | 0.55449 | 0.02483 | 0.02319 | 0.02272 |
| SSE | 0.47264 | 0.18491 | 0.47522 | 0.06234 | 0.04595 | 0.03781 | 0.03354 | 0.03137 | 0.03058 |
| MSE | 0.01525 | 0.00596 | 0.01533 | 0.00201 | 0.00148 | 0.00122 | 0.00108 | 0.00101 | 0.00099 |
| MAPE | 3.94859 | 2.56445 | 3.87879 | 1.36634 | 1.16953 | 1.08155 | 0.97844 | 0.90891 | 0.88940 |

Berdasarkan Ttabel 2 diatas, terlihat bahwa nilai error yang terkecil diperoleh dari model Brown dengan menggunakan konstatnta pemulusan α sebesar 0.9. Dimana diperoleh nilai MAE sebesar 0.02272, SSE sebesar 0.03058, MSE sebesar 0.00099, dan MAPE sebesar 0.88940. Karena model Brown dengan dengan konstanta pemulusan $\alpha = 0.09$ memberikan nilai error yang terkecil, maka dapat disimpulkan bahwa model *Double Exponential Smoothing* satu parameter Brown ($\alpha=0.09$) adalah model yang terbaik untuk meramalkan nilai angka kehahiran total (TFR) Indonesia untuk beberapa periode kedepan.

Tabel 3. Perhitungan Double Exponential Smoothing Satu Parameter Brown ($\alpha = 0.9$)

| No | Tahun | Angka Kelahiran Total | $\alpha = 0.9$ | ES_ganda | a_t | b_t | Ft | e^2 | e | e /Yt*100 |
|----|-------|-----------------------|----------------|----------|------|-------|------|------|------|-----------|
| | | | ES_tunggal | | | | | | | |
| 1 | 1990 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | | | | | | |
| 2 | 1991 | 3.06 | 3.06 | 3.07 | 3.06 | -0.03 | | | | |
| 3 | 1992 | 2.94 | 2.95 | 2.96 | 2.94 | -0.10 | 3.03 | 0.01 | 0.09 | 2.99 |
| 4 | 1993 | 2.88 | 2.89 | 2.89 | 2.88 | -0.07 | 2.84 | 0.00 | 0.04 | 1.49 |
| 5 | 1994 | 2.84 | 2.84 | 2.85 | 2.84 | -0.05 | 2.81 | 0.00 | 0.03 | 1.04 |
| 6 | 1995 | 2.80 | 2.80 | 2.81 | 2.80 | -0.04 | 2.79 | 0.00 | 0.01 | 0.19 |
| 7 | 1996 | 2.77 | 2.77 | 2.78 | 2.77 | -0.03 | 2.76 | 0.00 | 0.01 | 0.39 |
| 8 | 1997 | 2.74 | 2.74 | 2.75 | 2.74 | -0.03 | 2.74 | 0.00 | 0.00 | 0.08 |
| 9 | 1998 | 2.65 | 2.66 | 2.67 | 2.65 | -0.08 | 2.71 | 0.00 | 0.06 | 2.25 |
| 10 | 1999 | 2.58 | 2.59 | 2.60 | 2.58 | -0.07 | 2.57 | 0.00 | 0.01 | 0.31 |
| 11 | 2000 | 2.54 | 2.54 | 2.55 | 2.54 | -0.05 | 2.51 | 0.00 | 0.03 | 1.27 |
| 12 | 2001 | 2.50 | 2.50 | 2.51 | 2.50 | -0.04 | 2.49 | 0.00 | 0.01 | 0.25 |
| 13 | 2002 | 2.46 | 2.46 | 2.47 | 2.46 | -0.04 | 2.46 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| 14 | 2003 | 2.43 | 2.43 | 2.44 | 2.43 | -0.03 | 2.42 | 0.00 | 0.01 | 0.42 |
| 15 | 2004 | 2.42 | 2.42 | 2.42 | 2.42 | -0.01 | 2.40 | 0.00 | 0.02 | 0.91 |
| 16 | 2005 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 0.01 | 2.41 | 0.00 | 0.02 | 1.00 |
| 17 | 2006 | 2.45 | 2.45 | 2.45 | 2.45 | 0.02 | 2.44 | 0.00 | 0.01 | 0.60 |
| 18 | 2007 | 2.49 | 2.49 | 2.48 | 2.49 | 0.04 | 2.47 | 0.00 | 0.02 | 0.91 |
| 19 | 2008 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 0.00 | 2.53 | 0.00 | 0.05 | 1.84 |
| 20 | 2009 | 2.46 | 2.46 | 2.46 | 2.46 | -0.02 | 2.48 | 0.00 | 0.02 | 0.79 |
| 21 | 2010 | 2.45 | 2.45 | 2.45 | 2.45 | -0.01 | 2.44 | 0.00 | 0.01 | 0.27 |
| 22 | 2011 | 2.50 | 2.50 | 2.49 | 2.50 | 0.04 | 2.44 | 0.00 | 0.06 | 2.46 |
| 23 | 2012 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 0.00 | 2.54 | 0.00 | 0.05 | 1.92 |
| 24 | 2013 | 2.43 | 2.44 | 2.44 | 2.43 | -0.05 | 2.49 | 0.00 | 0.06 | 2.48 |
| 25 | 2014 | 2.39 | 2.39 | 2.40 | 2.39 | -0.04 | 2.38 | 0.00 | 0.01 | 0.35 |
| 26 | 2015 | 2.34 | 2.35 | 2.35 | 2.34 | -0.05 | 2.35 | 0.00 | 0.01 | 0.33 |
| 27 | 2016 | 2.31 | 2.31 | 2.32 | 2.31 | -0.03 | 2.29 | 0.00 | 0.02 | 0.80 |
| 28 | 2017 | 2.26 | 2.27 | 2.27 | 2.26 | -0.05 | 2.28 | 0.00 | 0.02 | 0.72 |
| 29 | 2018 | 2.23 | 2.23 | 2.24 | 2.23 | -0.03 | 2.21 | 0.00 | 0.02 | 0.74 |
| 30 | 2019 | 2.21 | 2.21 | 2.21 | 2.21 | -0.02 | 2.20 | 0.00 | 0.01 | 0.61 |
| 31 | 2020 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | -0.02 | 2.19 | 0.00 | 0.00 | 0.12 |
| 32 | 2021 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | -0.02 | 2.17 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| 33 | 2022 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | -0.02 | 2.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 2023 | | | | | | 2.13 | | | |

Dari Tabel 3 diatas, terlihat perhitungan nilai peramalan dengan metode Brown. Berikut ini akan diberikan ilustrasi perhitungan peramalan angka TFR pda tahun 2023.

$$a_{2022} = 2(0.9 X_{2022} + (1 - 0.9)S'_{2021}) + (\alpha S'_{2022} + (1 - 0.9)S''_{2021})$$

$$= 2 (0.9 (2.15) + (0.1) 2.17) + (0.9 2.15 + (0.1)2.17) = 2.15$$

$$b_{2022} = \frac{0.9}{1-0.9}(0.9 X_{2022} + (1 - 0.9)S'_{2021} - 0.9S'_{2022} + (1 - 0.9)S''_{2021})$$

$$= \frac{0.9}{0.1}(0.9 (2.15) + (0.1).17 - 0.9 (2.15) + (0.1) 2.17) = -0.02$$

$$F_{2023} = a_{2022} + b_{2022} (1)$$

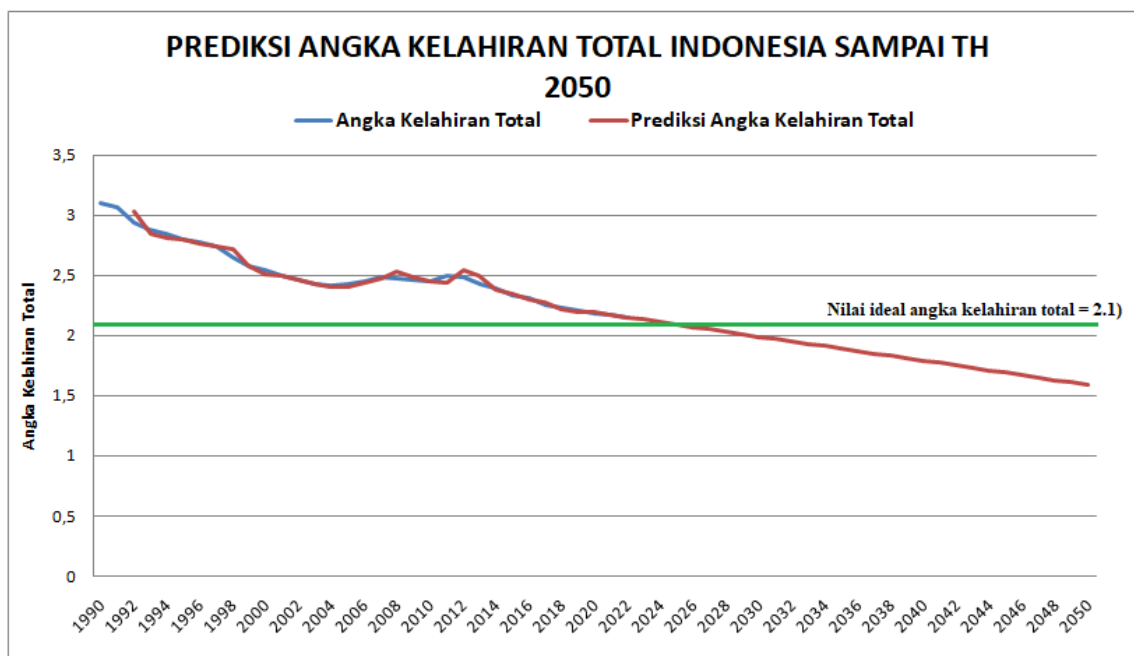
$$= 0.9 (2.15) + (-0.02) = 2.13$$

Peramalan data angka kelahiran total (TFR) Indonesia dilakukan dengan menggunakan model terbaik, yakni model *Double Exponential Smoothing* satu parameter Brown ($\alpha=0.09$). Dengan menggunakan model tersebut, dapat dihitung peramalan angka TFR untuk 28 periode kedepan, yakni sampai tahun 2050. Adapun rincian nilai peramalan angka kelahiran total (TFR) Indonesia sampai tahun 2050 terlihat dalam Tabel 3 dibawah ini:

Tabel 4. Nilai Peramalan Angka Kelahiran Total di Indonesia dengan Model Double Exponential Smoothing Satu Parameter Brown ($\alpha = 0.09$)

| No | Tahun | Angka Kelahiran Total | Brown ($\alpha=0.9$) | | No | Tahun | Angka Kelahiran Total | Brown ($\alpha=0.9$) | |
|----|-------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|----|-------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | | Prediksi Angka Kelahiran Total | | | | | Prediksi Angka Kelahiran Total |
| 1 | 1990 | 3.1 | | | 32 | 2021 | 2.17 | | 2.17 |
| 2 | 1991 | 3.06 | | | 33 | 2022 | 2.15 | | 2.15 |
| 3 | 1992 | 2.94 | | 3.03 | 34 | 2023 | | | 2.13 |
| 4 | 1993 | 2.88 | | 2.84 | 35 | 2024 | | | 2.11 |
| 5 | 1994 | 2.84 | | 2.81 | 36 | 2025 | | | 2.09 |
| 6 | 1995 | 2.8 | | 2.79 | 37 | 2026 | | | 2.07 |
| 7 | 1996 | 2.77 | | 2.76 | 38 | 2027 | | | 2.05 |
| 8 | 1997 | 2.74 | | 2.74 | 39 | 2028 | | | 2.03 |
| 9 | 1998 | 2.65 | | 2.71 | 40 | 2029 | | | 2.01 |
| 10 | 1999 | 2.58 | | 2.57 | 41 | 2030 | | | 1.99 |
| 11 | 2000 | 2.54 | | 2.51 | 42 | 2031 | | | 1.97 |
| 12 | 2001 | 2.5 | | 2.49 | 43 | 2032 | | | 1.95 |
| 13 | 2002 | 2.46 | | 2.46 | 44 | 2033 | | | 1.93 |
| 14 | 2003 | 2.43 | | 2.42 | 45 | 2034 | | | 1.91 |
| 15 | 2004 | 2.42 | | 2.40 | 46 | 2035 | | | 1.89 |
| 16 | 2005 | 2.43 | | 2.41 | 47 | 2036 | | | 1.87 |
| 17 | 2006 | 2.45 | | 2.44 | 48 | 2037 | | | 1.85 |
| 18 | 2007 | 2.49 | | 2.47 | 49 | 2038 | | | 1.83 |
| 19 | 2008 | 2.48 | | 2.53 | 50 | 2039 | | | 1.81 |
| 20 | 2009 | 2.46 | | 2.48 | 51 | 2040 | | | 1.79 |
| 21 | 2010 | 2.45 | | 2.44 | 52 | 2041 | | | 1.77 |
| 22 | 2011 | 2.5 | | 2.44 | 53 | 2042 | | | 1.75 |
| 23 | 2012 | 2.49 | | 2.54 | 54 | 2043 | | | 1.73 |
| 24 | 2013 | 2.43 | | 2.49 | 55 | 2044 | | | 1.71 |
| 25 | 2014 | 2.39 | | 2.38 | 56 | 2045 | | | 1.69 |
| 26 | 2015 | 2.34 | | 2.35 | 57 | 2046 | | | 1.67 |
| 27 | 2016 | 2.31 | | 2.29 | 58 | 2047 | | | 1.65 |
| 28 | 2017 | 2.26 | | 2.28 | 59 | 2048 | | | 1.63 |
| 29 | 2018 | 2.23 | | 2.21 | 60 | 2049 | | | 1.61 |
| 30 | 2019 | 2.21 | | 2.20 | 61 | 2050 | | | 1.59 |
| 31 | 2020 | 2.19 | | 2.19 | | | | | |

Dari Tabel 4 diatas, dapat dilihat nilai peramalan angka kelahiran total (TFR) Indonesia untuk tahun 2023 sampai tahun 2050. Dapat terlihat dengan jelas bahwa angka kelahiran total (TFR) Indonesia di ramalkan terus mengalami penurunan, dan pada tahun 2030. Karena hasil peramalan angka TFR pada tahun 2025 diperoleh sebesar 2.09, dimana angka ini sudah dibawah dari angka ideal kelahiran total (TFR) yakni sebesar 2.1. hal ini perlu menjadi perhatian yang khusus bagi negara. Karena jika hal ini dibiarkan saja tanpa adanya kebijkana yang baik, maka dapat dipastikan jumlah penduduk Inonesia mulai tahun 2030 akan mengalami penurunan, karena pada tahun 2030 diramalakan nilai angka TFR Indonesia sebesar 1.99 . Dalam jangka panjang, hal ini akan berdampak bagi kelangsungan dan eksistensi negara Indonesia. Data peramalan hasil perhitungan dengan metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter Brown ($\alpha=0.09$) ini dapat disajikan dalam bentuk grafik. Hal ini berguna unttuk melihat perbandingan antara data aktual dengan data hasil permalannya. Adapun grafik tersebut dpaat terlihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Grafik Peramalan Angka Kelahiran Total di Negara Indonesia Sampai Tahun 2050.

Gambar 2 diatas memperlihatkan dengan jelas bahwa uttun 28 tahun kedepan, yakni sampai tahun 2050, angka kelahiran total (TFR) Indonesia terus mengalami penurunan, dan penurunan ini memperlihatkan jika tidak upaya perbaikan dari negara, maka sejak tahun 2025, angka kelahiran total Indonesia sudah berada di bawah garis ideal (2.1), dan pada tahun 2030 angka kelahiran total Indonesia diramalkan sebesar 1.99, dan angka ini akan terus mengalami penurunan. Seingga pada tahun 2050 angka TFR Indonesia diramalkan sebesar 1.59. yang artinya pada tahun 2050, dapat diprediksi bahwa wanita Indoonesia akan melahirkan 1 orang bayi selama sama reproduksinya. Dalam jangka panjang hal ini akan berdampak pada jumlah penduduk Indonesia yang yang akan mengalami penurunan yang cukup drastis.

4. KESIMPULAN

1. Metode peramalan yang terbaik untuk digunakan dalam kasus ini adalah metode Double Exponential Smoothing dua parameter Brown ($\alpha = 0.9$). Dengan nilai MAE sebesar 0.02272, SSE sebesar 0.03058, MSE sebesar 0.00099, dan MAPE sebesar 0.88940.
2. Angka kelahiran total (TFR) Indonesia diramalkan terus mengami penurunan bahkan sampai tahun 2050 angka kelahiran total (TFR) Indonesia mengalami penurunan yang cukup tinggi.
3. Peramalan Angka Kelahiran Total (TFR) dari tahun 2023 sampai 2050 adalah sebagai berikut:

| No | Tahun | Angka Kelahiran Total | No | Tahun | Angka Kelahiran Total |
|----|-------|-----------------------|----|-------|-----------------------|
| 1 | 2023 | 2.13 | 15 | 2037 | 1.85 |
| 2 | 2024 | 2.11 | 16 | 2038 | 1.83 |
| 3 | 2025 | 2.09 | 17 | 2039 | 1.81 |
| 4 | 2026 | 2.07 | 18 | 2040 | 1.79 |
| 5 | 2027 | 2.05 | 19 | 2041 | 1.77 |
| 6 | 2028 | 2.03 | 20 | 2042 | 1.75 |
| 7 | 2029 | 2.01 | 21 | 2043 | 1.73 |
| 8 | 2030 | 1.99 | 22 | 2044 | 1.71 |
| 9 | 2031 | 1.97 | 23 | 2045 | 1.69 |
| 10 | 2032 | 1.95 | 24 | 2046 | 1.67 |
| 11 | 2033 | 1.93 | 25 | 2047 | 1.65 |
| 12 | 2034 | 1.91 | 26 | 2048 | 1.63 |
| 13 | 2035 | 1.89 | 27 | 2049 | 1.61 |
| 14 | 2036 | 1.87 | 28 | 2050 | 1.59 |

4. Sejak tahun 2025, diprediksi bahwa angka kelahiran total (TFR) Indonesia telah menurun sampai berada di bawah batas nilai ideal angka kelahiran total (TFR) yakni 2.1.

REFERENSI

- [1] Ali, R. H., Bustan, M. N., dan Aidid, M.K. 2022. *Penggunaan Metode Double Exponential Smoothing Brown Untuk Meramalkan Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Papua*. Jurnal Variansi : Journal of Statistics and its Application on Teaching and Research. Volume 4, No 1. Halaman 40.
- [2] Ahdiat, A. *Total Fertility Rate/ Angka Kelahiran Anak di Indonesia (1990-2022)*. Databoks.co.id. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/01/30/angka-kelahiran-indonesia-turun-30-dalam-tiga-dekade> . diakses 01 Mei 2023.
- [3] BPS. *Berita Resmi Statistik, Hasil Long Form Sensus Penduduk 2020*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 2023.
- [4] Detikjabar. Jepang Yang Terancam Punah. Detik Jabar. <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6696687/jepang-yang-terancam-punah> . diakses 01 Mei 2023.
- [5] Hariadi, W., Sulantari. (2021). *Pemodelan Kasus Pasien Terkonfirmasi Positif Covid-19 Perhari di Indonesia Dengan Metode SARIMA*. Jurnal UJMC : Unisda Journal of Mathematics and Computer Science. Volume 7, Nomor 2, Halaman 20.
- [6] Hariadi, W., Sulantari. (2022). *Forecasting Tingkat Inflasi Year on Year Indonesia Dengan Metode Weighted Moving Average (WMA)*. Jurnal UJMC : Unisda Journal of Mathematics and Computer Science. Volume 8, Nomor 2, Halaman 48.
- [7] Litbang Kompas. *Angka Kelahiran Total Indonesia*. https://data.kompas.id/data-detail/kompas_statistic/63fdc5cde0dac278b0fa595f . diakses 01 Mei 2023.
- [8] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., and Victor, E.M. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Second Edition*. Erlangga. Jakarta.1999.

- [9] Wikipedia. Daftar Negara Menurut Jumlah Penduduk. 2022.
https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_negara_menurut_jumlah_penduduk . diakses 01 Mei 2023.
- [10] United Nation. World Poppulation Prospect, Total Fertility Rate.
<https://population.un.org/dataportal/data/indicators/19/locations/360/start/1990/end/2100/line/linetimeplot> . diakses 01 Mei 2023.
- [11] Zebua, F.W., Muliani, F. 2022. Efektivitas Mmetode Double Exponential Smoothing Satu Parameter Dari Brown Untuk Meramalkan Jumlah Produk Domestik Regional Bbruto Kabupaten Aceh Tamiang Tahun 2022-2023. Jurnal Gamma-Pi: Jurnal Matematika dan Terapan. Volume 4, Nomor 2. Halaman 19.