

## Model *Double Exponential Smoothing* Dalam Peramalan Penerimaan Pajak Pemerintah Pusat Indonesia

Muhammad Azis Suprayogi

Pranata Komputer, Ditjen Kekayaan Negara, Kementerian Keuangan RI  
[azizi@kemenkeu.go.id](mailto:azizi@kemenkeu.go.id)

*Diajukan* 3 Desember 2022 *Diperbaiki* 14 Desember 2022 *Diterima* 30 Desember 2022

### Abstrak

**Latar Belakang:** Peramalan sebagai salah satu cara memprediksi suatu peristiwa atau nilai tertentu di masa depan dengan cara mempertimbangkan data di masa lalu. Peramalan dibutuhkan untuk memprediksi nilai total penerimaan pajak di masa depan pada tingkat pemerintah pusat dengan tujuan untuk merencanakan keuangan khususnya perencanaan nilai pembiayaan negara untuk kebutuhan belanja pemerintah pusat pada tahun berikutnya.

**Tujuan:** Meramal nilai penerimaan pajak pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) Pemerintah Pusat di Indonesia menggunakan model *double exponential smoothing* (DES) dari Holt dan model *double exponential smoothing* (DES) dari Brown.

**Metode:** Menggunakan metode kuantitatif yaitu melakukan peramalan berdasarkan data deret waktu menggunakan model DES dua parameter dari Holt dan model DES satu parameter dari Brown. Membandingkan kedua model berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang paling kecil.

**Hasil:** Peramalan terbaik model DES dari Brown pada nilai parameter  $\alpha=0,4$  dengan nilai MAPE=4,529%. Peramalan terbaik model DES dari Holt pada nilai parameter  $\alpha=0,8$  dan  $\beta=0,6$  dengan nilai MAPE=6,966%.

**Kesimpulan:** Model DES dari Brown dan model DES dari Holt dapat digunakan untuk peramalan penerimaan pajak pada APBN Pemerintah Pusat dengan kriteria MAPE sangat baik yaitu  $< 10\%$ . Adapun model terbaik dari dua metode tersebut adalah model DES satu parameter dari Brown dengan nilai MAPE terkecil sebesar 4,529%.

**Kata kunci:** *Double exponential smoothing*, Peramalan, Pajak.

### JURNAL STATISTIKA DAN KOMPUTASI

#### Abstract

**Background:** Forecasting is a way of predicting an event or a certain value in the future by considering past data. Forecasting is needed to predict the total value of future tax revenues at the central government level with the aim of planning finances, especially planning the value of state financing for central government expenditure needs in the following year.

**Objective:** Forecasting the realized value of tax revenue in the State Budget of the Indonesian Central Government uses the double exponential smoothing (DES) model from Holt and double exponential smoothing (DES) from Brown.

**Methods:** Using a quantitative method, namely forecasting based on time series data using the two-parameter DES model from Holt and the one-parameter DES model from Brown. Comparing the two models based on the smallest Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

**Results:** The best prediction of the one-parameter DES model from Brown uses a parameter value of  $\alpha=0.4$  with a MAPE value of 4.529%. The best prediction of the two-parameter DES model from Holt uses parameter values  $\alpha=0.8$  and  $\beta=0.6$  with a MAPE value of 6.966%.

**Conclusion:** The one-parameter DES model from Brown and the one-parameter DES model from Holt can be used for forecasting state budget tax revenues for the Central Government with very good MAPE criteria, namely  $< 10\%$ . The best model is the one-parameter DES model from Brown with the smallest MAPE value of 4.529%.

**Keywords :** *Double exponential smoothing*, Forecasting, Tax Revenue.

**PENDAHULUAN**

Pajak adalah salah satu sumber pendapatan dana yang berasal dari rakyat yang sangat potensial digunakan oleh pemerintah untuk memperbaiki dan/atau membangun infrastruktur serta memajukan perekonomian dengan tujuan kemakmuran rakyat. Menurut UU Nomor 28 Tahun 2007 tentang Ketentuan Umum dan Tata Cara Perpajakan (UU No 28, 2007) menyatakan bahwa pajak adalah kontribusi wajib kepada negara oleh orang pribadi atau badan yang terutang yang bersifat memaksa berdasarkan undang-undang, dengan tidak secara langsung mendapatkan imbalan dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Penerimaan perpajakan merupakan salah satu pilar penerimaan dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) yang sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara Pasal 8 huruf e. Amanat tersebut mengamanatkan bahwa sebagai salah satu unsur pengemban tugas pemungutan pendapatan negara, penerimaan perpajakan harus mampu memenuhi kebutuhan kegiatan penyelenggaraan pemerintahan sesuai dengan kemampuan dalam mengumpulkan pendapatan negara. Pentingnya peran perpajakan dalam APBN membutuhkan proyeksi penerimaan perpajakan yang kredibel supaya target menjadi akurat dan dapat dicapai. Ketepatan target perencanaan terhadap besaran penerimaan perpajakan akan berpengaruh pada kelancaran pelaksanaan pembangunan nasional (APBN, 2017).

Target penerimaan perpajakan dalam APBN akan menjadi acuan dan ukuran performa pemerintah dalam menghasilkan besaran penerimaan perpajakan selama satu tahun, sehingga

ketepatan penetapan angka target penerimaan pajak merupakan hal yang sangat penting untuk mendorong terwujudnya pengelolaan fiskal yang sehat, berkualitas dan berkelanjutan. Oleh karena itu, peramalan model penerimaan pajak dapat dipergunakan sebagai salah satu *tools* dalam pengambilan kebijakan, yaitu sebagai angka dasar penerimaan pajak.

Pajak adalah pemberi kontribusi terbesar sumber penerimaan negara (Silalahi & Ginting, 2020) (Kahpi, 2020). Pada tahun 2020 penerimaan pajak sebesar 78,9% dari total penerimaan negara, sedangkan tahun 2021 penerimaan pajak sebesar 79,3% dari total penerimaan negara (Badan Pusat Statistik, 2022).

Tabel 1. Data Penerimaan Pajak Indonesia Tahun 2009-2021.

Tahun	Penerimaan Pajak (Milyar Rupiah)
2009	619.922,2
2010	723.306,7
2011	873.873,9
2012	980.518,1
2013	1.077.306,7
2014	1.146.865,8
2015	1.240.418,9
2016	1.284.970,1
2017	1.343.529,8
2018	1.518.789,8
2019	1.546.141,9
2020	1.285.136,3
2021	1.547.841,1

Dari Tabel 1 terlihat bahwa penerimaan pajak di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2019, kemudian mengalami penurunan di tahun 2020 yang disebabkan oleh efek pandemi COVID-19,

tetapi mengalami kenaikan di tahun 2021.

Metode peramalan adalah cara untuk melakukan estimasi secara kuantitatif apa yang akan terjadi di masa depan dengan dasar data yang relevan pada masa lalu (Makridakis & Wheelwright, 1983). Analisis deret waktu dapat digunakan untuk tujuan menjelaskan karakteristik data, menjelaskan ragam peubah tertentu yang terkait dengan peubah penduga, memprediksi nilai suatu peubah, atau melakukan kontrol terhadap proses yang berlangsung pada hasil analisis kualitas proses produksi yang terukur (Chatfield, 2004).

Beberapa penelitian tentang peramalan besaran nilai pajak telah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang meramalkan penerimaan pajak Indonesia tahun 2019 menggunakan metode eksponensial ganda tipe Brown dengan nilai MAPE 4% (Asri & Permana, 2019). Penelitian yang membuat model peramalan *Auto Regressive Distributed Lag* (ARDL) penerimaan pajak Indonesia studi kasus bea masuk dengan nilai MAPE sebesar 1,57% (Irawan et al., 2022). Penelitian yang meramalkan laju inflasi di Indonesia menggunakan metode Brown's *double exponential smoothing* dengan kemampuan meramalkan yang baik diperoleh nilai MAPE sebesar 10,607% (Purwanti & Purwadi, 2019). Penelitian tentang peramalan jumlah pasien rawat jalan menggunakan metode Brown (Khoiriyah & Cahyani, 2022). Penelitian yang membandingkan antara model *double exponential smoothing* oleh Brown satu parameter dan Holt untuk dua parameter untuk meramal secara kuantitas produksi air bersih yang ada di Kota Samarinda dengan hasil yang diperoleh adalah bahwa nilai MAPE metode dari Holt

lebih kecil daripada nilai MAPE untuk metode dari Brown (Bidangan et al., 2016).

Banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk membandingkan antara model Brown dan Holt pada berbagai subjek, tetapi belum ada penelitian yang membandingkan antara dua metode peramalan *double exponential smoothing* yang menggunakan satu parameter milik Brown dan metode yang menggunakan dua parameter milik Holt untuk melakukan peramalan penerimaan pajak negara Indonesia atau pemerintah pusat. Oleh sebab itu diusulkan penelitian tentang peramalan penerimaan pajak negara Indonesia menggunakan model *double exponential smoothing* yang selanjutnya disingkat menjadi DES milik Brown dengan menggunakan satu parameter dari Brown dan DES milik Holt dengan menggunakan dua parameter. Adapun manfaat penelitian ini bagi akademis dapat menambah pengetahuan tentang peramalan penerimaan pajak negara, dan bagi pemerintah dapat menjadi alternatif peramalan penerimaan pajak sebagai dasar menentukan target penerimaan pajak dan sebagai input bagi pembuatan kebijakan di lingkup pemerintah pusat.

## METODE

Penelitian ini melakukan peramalan menggunakan model DES satu parameter dari Brown yaitu parameter  $\alpha=0,1;0,2;0,3...0,9$  dan peramalan menggunakan model DES dari Holt dengan dua parameter ( $\alpha=0,1;0,2;0,3...0,9$  dan  $\beta=0,1;0,2;0,3...0,9$ ). Adapun ukuran nilai yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), semakin kecil nilai MAPE semakin baik kemampuan model untuk melakukan peramalan.

Penelitian ini menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik sampling dengan cara penentuan sampel menggunakan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2017). Populasi penelitian

adalah seluruh penerimaan pajak negara Indonesia setiap tahun, sedangkan sampel yang diambil untuk penelitian ini adalah data penerimaan pajak di Indonesia per tahun mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2021. Adapun data penelitian adalah data sekunder yang peneliti dapatkan dari Laporan Keuangan Pemerintah Pusat (LKPP) Audited tahun 2009 sampai dengan tahun 2021.

**Metode DES dari Brown**

Metode DES dari Brown di ajukan oleh Brown untuk menghasilkan proses peramalan menggunakan data *trend*. Tujuan dari metode ini juga untuk membuat *trend* linier, mirip dengan *Linear Moving Average*, kecuali metode Brown tidak menambahkan parameter tambahan (Rahmawati et al., 2021). Persamaan metode DES dari Brown adalah:

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

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

$$a_t = 2S'_t - S''_t \tag{3}$$

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

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \tag{5}$$

dimana

$S'_t$  : Nilai pemulusan eksponensial pertama

$S''_t$  : Nilai pemulusan eksponensial kedua

$X_t$  : Nilai Sebenarnya pada periode ke-t

$a_t, b_t$  : Konstanta pemulusan

$\alpha$  : Nilai parameter pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

$F_{t+m}$  : peramalan periode ke-t

**Metode DES dari Holt**

Holt (1957) memperluas pemulusan eksponensial sederhana menjadi metode untuk prediksi tren

dalam data. Pendekatan ini menggunakan persamaan prediksi serta dua persamaan pemulusan (satu untuk setiap level serta satu untuk setiap tren) (Omer et al., 2021). Pada metode DES dari Holt, nilai *trend* tidak dihaluskan dengan proses smoothing data yang sebenarnya, tetapi proses penghalusannya menggunakan dua parameter yang berbeda. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \tag{6}$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \tag{7}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \tag{8}$$

Inisialisasi (Habsari et al., 2020):

$$S_1 = X_1 \tag{9}$$

$$b_1 = X_2 - X_1 \tag{10}$$

dimana

$S_t$  : nilai pemulusan pada periode ke-t

$b_t$  : trend pemulusan periode ke-t

$F_{t+m}$  : peramalan periode ke-t

$\alpha, \beta$  : parameter pemulusan ( $0 < \alpha, \beta < 1$ )

**Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

Nilai MAPE mencerminkan seberapa besar kesalahan dalam melakukan peramalan. Oleh karena itu, semakin kecil nilai MAPE maka semakin akurat hasil peramalannya. Nilai MAPE dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Al-Khowarizmi et al., 2021) (Ahmad et al., 2022):

$$PE_t = \left( \frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times 100\% \tag{11}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \tag{12}$$

dimana n adalah jumlah data,  $X_t$  adalah data aktual untuk periode ke-t,  $F_t$  adalah ramalan periode ke-t.

Adapun kriteria MAPE dapat di klasifikasikan seperti Tabel 2 (Purwanti & Purwadi, 2019)

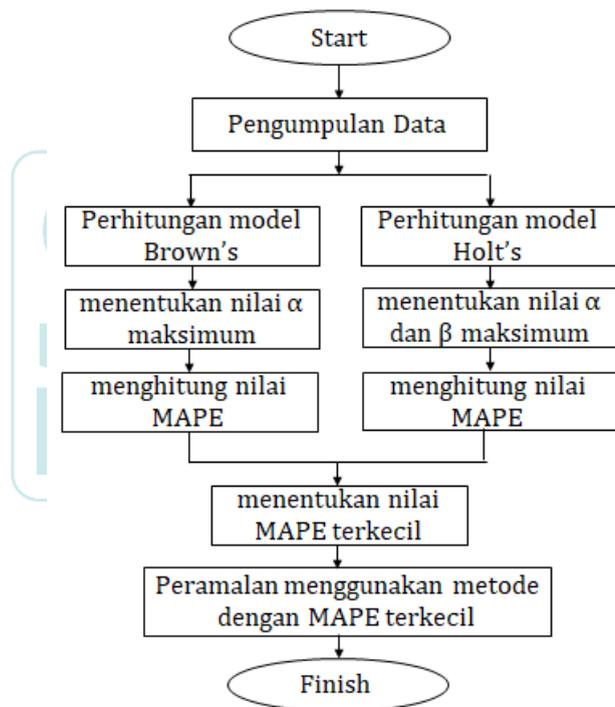
## Model Double Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penerimaan...

Tabel 2. Kriteria MAPE

MAPE	Kategori Peramalan
<10%	Sangat Baik
10%- 20%	Baik
>20% - 50%	Cukup
>50%	Buruk

### Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan langkah-langkah berdasarkan penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada Gambar 1 (Muchayan, 2019).



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian.

Tahap awal proses penelitian ini adalah proses pengumpulan data sampel. Data yang dikumpulkan tersebut merupakan data sekunder yang diambil dari data tahunan LKPP yang diterbitkan oleh Kementerian Keuangan mulai tahun 2009 sampai dengan 2021, dari LKPP tersebut diambil data total penerimaan pajak tahunan. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan model DES dari Brown dengan satu parameter

$\alpha=0,1;0,2;0,3...0,9$  dan model DES dari Holt dengan dua parameter  $\alpha=0,1;0,2;0,3...0,9$  dan  $\beta=0,1;0,2;0,3...0,9$ . Proses perhitungan dilakukan melalui percobaan *trial and error* untuk mencari nilai  $\alpha$  dan nilai  $\beta$  yang optimal dengan cara memilih perhitungan yang menghasilkan nilai MAPE terkecil. Selanjutnya melakukan peramalan menggunakan metode dengan nilai MAPE terkecil tersebut.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan data penerimaan pajak di Indonesia per tahun sebanyak 13 periode mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2021 yang diperoleh dari Laporan Keuangan Pemerintah Pusat (LKPP) Audited tahun 2009 sampai dengan tahun 2021. Berikut analisis statistika deskriptif menggunakan grafik yang digunakan sebagai informasi awal.



Gambar 2. Grafik Data Aktual Penerimaan Pajak.

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa pergerakan penerimaan pajak negara Indonesia tiap tahunnya meningkat, meskipun pada periode tahun 2020 mengalami penurunan. Namun jika ditarik garis lurus mengikuti perubahan penerimaan pajak, maka akan terlihat kecenderungan penerimaan pajak negara Indonesia adalah meningkat. Hal ini berarti besaran penerimaan pajak dipengaruhi oleh *trend*. Data penerimaan pajak tersebut akan diproses menggunakan dua metode peramalan

yaitu metode DES dari Brown menggunakan parameter  $\alpha$  dan metode DES dari Holt yang menggunakan dua parameter  $\alpha$  dan  $\beta$ . Proses perhitungan menggunakan variasi nilai pada parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  kemudian dari parameter tersebut dipilih yang memiliki nilai MAPE terkecil.

**Perhitungan Metode DES dari Brown**

Pada perhitungan metode DES dari Brown pada *software* Excel, menghasilkan output pada Tabel 3. Untuk memilih model DES dari Brown terbaik, dilakukan secara *trial and error* yaitu percobaan nilai  $\alpha = 0,1;0,2;0,3...0,9$  yang menghasilkan nilai MAPE terkecil. Penentuan nilai  $\alpha = 0,1;0,2;0,3...0,9$  disebabkan karena proses pemilihan model dilakukan secara manual melalui percobaan *trial and error* sehingga penulis membatasi nilai  $\alpha$  hingga satu angka desimal.

Tabel 3. Percobaan Variasi  $\alpha$  Model DES dari Brown

$\alpha$	MAPE
0,1	15,623
0,2	6,407
0,3	4,579
<b>0,4</b>	<b>4,529</b>
0,5	4,821
0,6	5,282
0,7	6,318
0,8	7,411
0,9	8,467

Dari Tabel 3. Terlihat bahwa parameter dengan nilai MAPE terkecil sebesar 4,529 dihasilkan oleh parameter  $\alpha=0,4$ . Sesuai kriteria nilai MAPE <10% menunjukkan bahwa model mampu meramal penerimaan pajak dengan sangat baik.

**Perhitungan Metode DES dari Holt**

Pada perhitungan model DES dari Holt di *software* Excel, menghasilkan *output* pada Tabel 4. Untuk memilih model terbaik, dilakukan secara *trial and error* yaitu percobaan nilai  $\alpha= 0,1;0,2;0,3...0,9$  dan  $\beta= 0,1;0,2;0,3...0,9$  yang menghasilkan nilai MAPE terkecil. Penentuan nilai parameter  $\alpha= 0,1;0,2;0,3...0,9$  dan parameter  $\beta= 0,1;0,2;0,3...0,9$  disebabkan karena proses pemilihan model dilakukan secara manual melalui proses *trial and error* sehingga penulis membatasi nilai  $\alpha$  hingga satu angka desimal.

Tabel 4. Percobaan Variasi  $\alpha$  dan  $\beta$

Model DES dari Holt		
$\alpha$	$\beta$	MAPE
0,1	0,1	20,357
0,1	0,2	12,450
0,1	0,3	12,385
0,1	0,4	12,293
0,1	0,5	12,178
0,1	0,6	12,043
0,1	0,7	11,892
0,1	0,8	11,728
0,1	0,9	11,554
0,2	0,1	11,611
0,2	0,2	11,403
0,2	0,3	11,147
...	...	...
<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>6,966</b>
...	...	...
0,9	0,7	7,686
0,9	0,8	7,974
0,9	0,9	8,293

Dari Tabel 4. Terlihat bahwa nilai MAPE terkecil sebesar 6,966 pada parameter  $\alpha=0,8$  dan  $\beta=0,6$ . Sesuai kriteria nilai MAPE < 10% menunjukkan bahwa model mampu meramal penerimaan pajak

dengan sangat baik.

**Perbandingan Nilai MAPE**

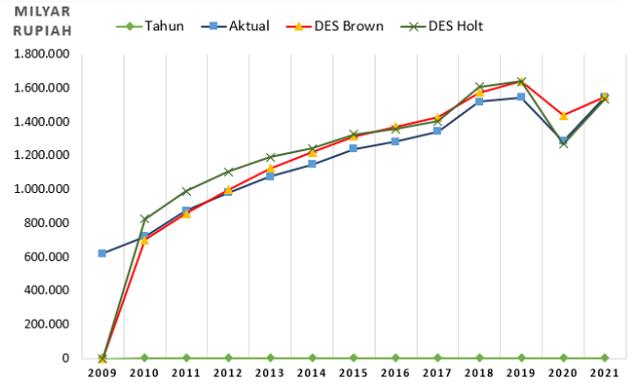
Untuk memperoleh parameter yang terbaik maka dilakukan pemilihan nilai MAPE paling kecil. Interval parameter yang digunakan adalah  $0,1 \leq \alpha \leq 0,9$  dan  $0,1 \leq \beta \leq 0,9$  ( $\alpha = 0,1$  sampai dengan  $\alpha = 0,9$  dan  $\beta = 0,1$  sampai dengan  $\beta = 0,9$  dengan selisih nilai parameter 0,1) sehingga proses trial and error dilakukan 9 kali untuk metode DES satu parameter dari Brown dan 81 kali untuk metode DES dua parameter dari Holt. Hasil perbandingan nilai MAPE terkecil kedua metode tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Nilai MAPE Terkecil Metode DES

Metode	Parameter	Nilai MAPE
DES dari Brown	$\alpha=0,4$	4,529
DES dari Holt	$\alpha=0,8$ dan $\beta=0,6$	6,966

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai MAPE metode DES dengan satu parameter dari Brown sebesar 4,529, sedangkan nilai MAPE metode DES dengan dua parameter dari Holt sebesar 6,966. Nilai MAPE metode DES dengan satu parameter dari Brown dengan parameter  $\alpha = 0,4$  memiliki nilai MAPE terkecil dibandingkan dari metode DES dengan dua parameter dari Holt.

Secara visual, perbandingan antara nilai penerimaan pajak negara aktual dan perhitungan nilai penerimaan pajak menggunakan metode DES dari Brown untuk nilai parameter optimal  $\alpha = 0,4$  serta perhitungan nilai penerimaan pajak menggunakan metode DES dari Holt untuk nilai parameter optimal  $\alpha=0,8$  dan  $\beta=0,6$  dapat dilihat melalui Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan nilai aktual dan perhitungan metode DES.

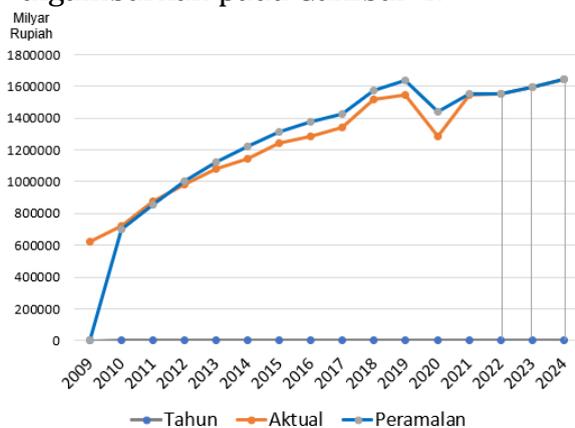
Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat grafik perbandingan antara nilai aktual penerimaan pajak dengan perhitungan nilai menggunakan metode DES. Data aktual penerimaan pajak pada grafik tersebut ditunjukkan oleh garis biru, data perhitungan metode DES milik Brown ditunjukkan oleh garis jingga, sedangkan data perhitungan metode DES milik Holt ditunjukkan oleh garis hijau. Dapat dilihat bahwa grafik peramalan DES Brown lebih mendekati grafik nilai aktual daripada grafik peramalan DES Holt sehingga secara visual dapat diketahui bahwa metode DES Brown lebih baik daripada metode DES Holt untuk peramalan penerimaan pajak. Oleh karena itu, berdasarkan hasil perbandingan dengan pendekatan visual grafik dan pendekatan perhitungan nilai MAPE dapat disimpulkan bahwa metode terbaik untuk melakukan peramalan penerimaan pajak di Indonesia yaitu menggunakan metode DES dari Brown dengan parameter  $\alpha = 0,4$ .

Selanjutnya nilai peramalan penerimaan pajak menggunakan metode DES dari Brown dihitung sebanyak tiga periode mendatang yaitu tahun 2022, 2023, dan 2024 dengan menggunakan  $\alpha = 0,4$  dengan nilai  $a_t = 1.508.801$  dan  $b_t = 44.035$ . Adapun hasilnya dapat dilihat melalui Tabel 6.

Tabel 6. Peramalan Model DES dari Brown  $\alpha = 0,4$  periode 2022, 2023, dan 2024

t	tahun	$a_t$	$b_t$	$F_{t+m}$
1	2009	619.922	0	
2	2010	686.088	16.542	702.630
3	2011	812.226	43.941	856.167
4	2012	935.752	63.837	999.588
5	2013	1.049.328	76.272	1.125.600
6	2014	1.139.210	79.674	1.218.884
7	2015	1.232.666	83.120	1.315.786
8	2016	1.296.064	78.189	1.374.253
9	2017	1.354.590	73.274	1.427.864
10	2018	1.486.056	87.822	1.573.878
11	2019	1.556.127	83.384	1.639.511
12	2020	1.412.711	26.684	1.439.395
13	2021	1.508.801	44.035	1.552.836
<b>14</b>	<b>2022</b>	<b>1.508.801</b>	<b>44.035</b>	<b>1.552.836</b>
<b>15</b>	<b>2023</b>	<b>1.508.801</b>	<b>44.035</b>	<b>1.596.871</b>
<b>16</b>	<b>2024</b>	<b>1.508.801</b>	<b>44.035</b>	<b>1.640.906</b>

Hasil peramalan model DES dari Brown  $\alpha = 0,4$  pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai penerimaan pajak negara untuk tahun 2022 sebesar 1.552.836 milyar rupiah, untuk tahun 2023 sebesar 1.596.871 milyar rupiah, dan untuk tahun 2024 sebesar 1.640.906 milyar rupiah. Data aktual dan nilai ramalan dapat digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peramalan Model DES dari Brown  $\alpha = 0,4$  periode 2022, 2023, dan 2024

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa data aktual penerimaan pajak negara tahun 2009 hingga tahun 2021 cenderung mengalami kenaikan dan data hasil ramalan penerimaan pajak negara untuk tiga tahun ke depan yaitu tahun 2022, 2023, dan 2024 juga cenderung mengalami kenaikan.

## PENUTUP

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Data penerimaan pajak negara Indonesia dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2021 menunjukkan *trend* naik, meskipun di tahun 2020 mengalami penurunan disebabkan oleh efek dari pandemi covid 19.
2. Baik metode DES dari Brown maupun metode DES dari Holt memiliki nilai MAPE  $< 10\%$  sehingga kedua metode mampu untuk melakukan peramalan penerimaan pajak dengan kriteria sangat baik. Namun metode DES dari Brown memiliki nilai MAPE yang paling kecil dari kedua metode sebesar 4,529% dengan nilai parameter  $\alpha = 0,4$  dibandingkan dengan metode DES dari Holt yang memiliki nilai MAPE = 6,966% untuk nilai parameter  $\alpha = 0,8$  dan  $\beta = 0,6$ . Hal ini menunjukkan metode DES dari Brown lebih sesuai digunakan untuk meramalkan nilai penerimaan pajak negara Indonesia dimana pergerakannya memiliki *trend*.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggabungkan metode DES dari Brown dengan metode lain yang dapat mengoptimasi proses peramalan sehingga mampu melakukan peramalan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., Ghadi, Y., Adnan, M., & Ali, M. (2022). Load Forecasting Techniques for Power System: Research Challenges and Survey. *IEEE Access*, 10(June), 71054–71090. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3187839>
- Al-Khowarizmi, Syah, R., Nasution, M. K. M., & Elveny, M. (2021). Sensitivity of MAPE using detection rate for big data forecasting crude palm oil on k-nearest neighbor. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(3), 2696–2703. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i3.pp2696-2703>
- APBN, P. K. (2017). *Kajian Pengembangan Model Proyeksi Penerimaan Perpajakan*. Badan Kebijakan Fiskal. <http://portal.fiskal.kemenkeu.go.id/pustaka/index.php?p=research&id=20100412124836359824925>
- Asri, Y., & Permana, D. (2019). Peramalan Penerimaan Pajak Negara Indonesia Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Tipe Brown. *UNP Journal of Mathematics*, 70–74. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/6321%0Ahttp://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/viewFile/6321/3228>
- Bidangan, J., Purnamasari, I., & Hayati, M. N. (2016). Perbandingan Peramalan Metode Double Exponential Smoothing Satu Parameter Brown Dan Metode Double Exponential Smoothing Dua Parameter Holt. *Statistika FMIPA Universitas Mulawarman*, 4(1), 14–19. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/2003>
- Chatfield, C. (2004). *The Analysis of Time Series: An Introduction* (6th ed.). Chapman and Hall CRC.
- Habsari, H. D. P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). Forecasting Uses Double Exponential Smoothing Method and Forecasting Verification Uses Tracking Signal Control Chart (Case Study: Ikh Data of East Kalimantan Province). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(1), 013–022. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss1pp013-022>
- Irawan, T., Futu Faturay, Sidiq Suryo Nugroho, Soni Rita Purba, Mulya Syafnur, & Sri Retno Wahyu Nugraheni. (2022). Forecasting Indonesian Tax Revenue: A Case of Import Duties. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Pembangunan*, 11(1), 75–90. <https://doi.org/10.29244/jekp.11.1.2022.75-90>
- Kahpi, A. (2020). Upaya Kearah Realisasi Target. *Al-Risalah*, 20(1), 43–56.
- Khoiriyah, N., & Cahyani, N. (2022). Peramalan Banyaknya Pasien Rawat Jalan dengan Menggunakan Metode Brown's Double Exponential Smoothing. *STATKOM: Jurnal Statistika Dan Komputasi*, 1(1), 23–30.
- Makridakis, & Wheelwright. (1983). *Forecasting: Method and Application*. John Wiley n Sons.
- Muchayan, A. (2019). Comparison of Holt and Brown's Double Exponential Smoothing Methods in The Forecast of Moving Price for Mutual Funds. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 1(2), 183–192. <https://doi.org/10.35877/454ri.asci1167>
- Omer, A. W., Blbas, H. T. A., & Kadir, D. H. (2021). A Comparison between Brown's and Holt's Double Exponential Smoothing for Forecasting Applied Generation Electrical Energies in Kurdistan Region. *Cihan University-Erbil Scientific Journal*, 5(2), 56–63. <https://doi.org/10.24086/cuesj.v5n2y2021.pp56-63>
- Purwanti, D., & Purwadi, J. (2019). Metode Brown's Double Exponential Smoothing dalam Peramalan Laju Inflasi di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v6i2.19548>
- Rahmawati, A., Ramadhanti, C. N., Ismiav, F. H., & Nurcahyo, R. (2021). Comparing The Accuracy of Holt's and Brown's Double Exponential Smoothing Method in Forecasting The Coal Demand Of Company X. *Proceedings of the International Conference*

*on Industrial Engineering and Operations Management*, 460–469.

Silalahi, D. E., & Ginting, R. R. (2020). Strategi Kebijakan Fiskal Pemerintah Indonesia Untuk Mengatur Penerimaan dan Pengeluaran Negara Dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Jesya (Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah)*, 3(2), 156–167. <https://doi.org/10.36778/jesya.v3i2.193>

Statistik, B. P. (2022). *Realisasi Pendapatan Negara*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/13/1070/1/realisasi-pendapatan-negara.html>

Sugiyono. (2017). *Statistika Untuk Penelitian* (1st ed.). Alfabeta.

UU No 28, T. 2007. (2007). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2007 tentang Perubahan ketiga atas Undang-undang Nomor 6 Tahun 1983 tentang Ketentuan Umum dan Tata Cara Perpajakan*.

