

Peramalan Jumlah Penerbitan Sertifikat Tanah Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

Kadek Ratna Sari^{1*}, I Made Sugiarta¹, I Wayan Puja Astawa¹

¹*Jurusan Matematika, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali*

**Corresponding author: ratna.sari.3@undiksha.ac.id*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meramalkan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada kantor pertanahan Kabupaten Buleleng dengan metode *double exponential smoothing Brown*. Data dalam penelitian ini diperoleh dari Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dalam rentang tahun 2011 hingga tahun 2022. Parameter yang digunakan pada peramalan ini yaitu $\alpha = 0,5$ dengan nilai MAPE sebesar 0,43%. Nilai MAPE yang dihasilkan < 10 sehingga peramalan menggunakan metode *double exponential smoothing Brown* ini sangat akurat dalam meramalkan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada Kantor pertanahan Kabupaten Buleleng untuk periode mendatang. Model peramalan terbaik yang didapatkan yaitu $F_{t+m} = 12.732,01 - 3.085,32m$. Hasil peramalan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada tahun 2023 yaitu sejumlah 9.647 dan pada tahun 2024 sejumlah 6.562.

Kata Kunci: Sertifikat tanah, *Double Exponential Smoothing*

Abstract

The purpose of this study is to predict the number of issuance of land certificates at the Buleleng District Land Office using the Brownian double exponential smoothing method. The data in this study were obtained from the Land Affairs Office of Buleleng Regency from 2011 to 2022. The parameters used in this forecast are $\alpha = 0,5$ with a MAPE value of 0.43%. The resulting MAPE value is < 10 so that forecasting using the Brownian double exponential smoothing method is very accurate in predicting the number of issuance of land certificates at the Buleleng District Land Office for the coming period. The best forecasting model obtained is $F_{t+m} = 12,732.01 - 3,085.32m$. The results of forecasting the number of issuance of land certificates in 2023 are 9,647 and in 2024 there are 6,562.

Keywords: land certificates, *Double Exponential Smoothing*

1. PENDAHULUAN

Tanah sebagai tempat tinggal manusia dapat diartikan sebagai area yang digunakan oleh manusia sebagai tempat hunian dan pemenuhan kebutuhan hidupnya. Hal ini bisa berupa permukiman, perkantoran, industri, pertanian, dan sebagainya. Pasal 21 ayat (1) UUPA berbunyi: “Setiap hak atas tanah yang sah dan

terdaftar harus didukung oleh sertifikat tanah” dan pasal 22 ayat (1) UUPA berbunyi: “Sertifikat tanah adalah alat bukti yang sah atas hak atas tanah yang terdaftar”. Sertifikat ini diterbitkan oleh instansi pemerintah yang berwenang dalam pengaturan tanah. Sertifikat tanah berisi informasi tentang lokasi tanah, luas tanah, status kepemilikan, hak-hak atas tanah, dan batasan-batasan penggunaan tanah. Dokumen ini berperan sebagai bukti yang sah dalam memperoleh hak atas tanah dan memberikan kepastian hukum terkait kepemilikan tanah (Haryati, 2006).

Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng adalah instansi pemerintah di wilayah Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali, Indonesia, yang bertanggung jawab dalam pengaturan dan pengelolaan tanah di wilayah Kabupaten Buleleng. Kantor ini berada di bawah koordinasi dan pengawasan Badan Pertanahan Nasional (BPN) dan memiliki tugas dalam melakukan pendaftaran tanah dan memberikan sertifikat tanah kepada pemilik tanah. Sesuai dengan Peraturan Presiden RI (No. 47 Tahun 2020) tentang Kementerian Agraria dan Tata Ruang, Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng mempunyai fungsi menyelenggarakan urusan Pemerintah Daerah di bidang pertanahan dan penataan ruang di Kabupaten Buleleng. Fungsi-fungsi tersebut meliputi pendaftaran tanah, penerbitan sertifikat tanah, pengawasan dan penertiban pemanfaatan tanah, dan penyelesaian sengketa tanah. Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng juga memberikan pelayanan kepada masyarakat dalam hal administrasi pengurusan sertifikat tanah, informasi tanah, dan konsultasi hukum (Kantah Buleleng, 2022)

Dalam proses penerbitan sertifikat tanah terdapat beberapa permasalahan dalam pelaksanaannya. Beberapa permasalahan tersebut yaitu kurangnya sumber daya manusia, peralatan, dan infrastruktur. Permasalahan kurangnya sumber daya manusia dalam penerbitan sertifikat tanah ini muncul karena Kantor Pertanahan memiliki banyak permohonan sertifikat tanah yang harus diproses dan tidak diprediksi sebelumnya, namun ketersediaan petugas yang dapat menangani proses tersebut sangat terbatas. Akibat dari kurangnya sumber daya manusia ini, proses penerbitan sertifikat tanah mengalami keterlambatan yang signifikan (Sari, 2018). Kurangnya teknologi yang memadai pada kantor pertanahan juga memperlambat proses penerbitan sertifikat tanah (Hasan, 2022). Sistem informasi dan teknologi yang tidak terintegrasi dengan baik dapat menyebabkan terjadinya duplikasi data atau kesalahan dalam pengolahan data, sehingga memperpanjang waktu proses penerbitan sertifikat tanah. Kurangnya biaya juga menjadi permasalahan yang sering dihadapi oleh kantor pertanahan. Penerbitan sertifikat tanah membutuhkan biaya yang cukup besar, seperti biaya pengukuran dan pemetaan tanah, biaya administrasi, dan biaya sertifikasi (Wibowo, 2022). Oleh karena itu, diperlukan adanya peramalan atau prediksi jumlah penerbitan sertifikat tanah.

Dengan melakukan peramalan atau prediksi jumlah penerbitan sertifikat tanah, kantor pertanahan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia dan infrastruktur yang ada, dengan demikian pelayanan masyarakat dapat lebih efektif dan efisien. Kantor pertanahan dapat mengatur jadwal pelayanan sehingga dapat meminimalkan waktu tunggu bagi masyarakat dan dapat meningkatkan produktivitas kerja petugas. Melalui peramalan atau prediksi jumlah penerbitan sertifikat tanah, kantor pertanahan dapat mengidentifikasi kebutuhan teknologi baru yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan. Kantor pertanahan juga dapat memperkirakan kebutuhan biaya dan waktu yang diperlukan untuk menerbitkan sertifikat tanah, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan anggaran dan meminimalkan biaya dan waktu yang diperlukan untuk penerbitan sertifikat tanah.

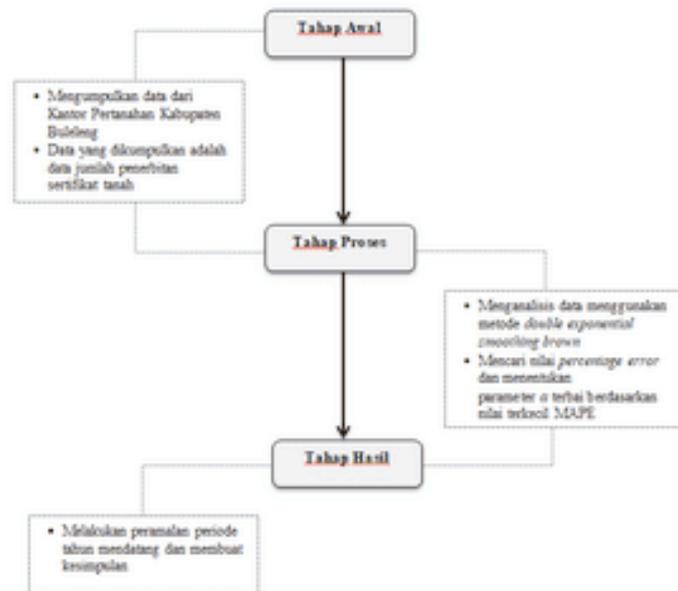
Metode *exponential smoothing* merupakan salah satu metode peramalan *time series*. Metode peramalan ini menggunakan rata-rata tertimbang dari data masa lalu untuk memprediksi nilai masa depan dalam deret waktu. Metode *exponential smoothing* menghitung peramalan dengan memberikan bobot lebih besar pada data terbaru dan bobot yang lebih kecil pada data yang lebih lama (Rob Hyndman, 2008). Untuk data yang memiliki unsur *trend*, metode *exponential smoothing* yang tersedia adalah pemulusan eksponensial ganda (*double exponential smoothing*) yang dikembangkan oleh Brown. Kelebihan dari metode *double exponential smoothing* adalah metode ini cocok untuk meramalkan data dengan pola *trend*. Metode ini memperhitungkan level dan *trend* dari rangkaian waktu dan menyesuaikan prediksi sesuai dengan itu. Dalam peramalan ini, data yang dibutuhkan sedikit.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan peramalan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dengan menggunakan metode *double exponential smoothing Brown*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dengan metode *Double Exponential Smoothing Brown*, sehingga nantinya Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dapat mengoptimalkan sumber daya yang dibutuhkan serta meningkatkan kualitas data dalam penerbitan sertifikat tanah.

2. METODE

Jenis penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian terapan yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan memproses data kuantitatif (berupa angka) yang merupakan data historis mengenai jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng. Penelitian ini dibagi kedalam tiga tahap yaitu Tahap Awal , Tahap Proses dan Tahap Hasil. Bagan rancangan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Rancangan Penelitian

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis dengan metode *double exponential smoothing* dari *Brown*. Adapun langkah-langkahnya yaitu menghitung nilai *smoothing* pertama, menghitung nilai *smoothing* kedua, menentukan nilai konstanta, menentukan nilai *slope*, menentukan nilai peramalan (F_{t+m}) , serta menentukan nilai parameter α terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

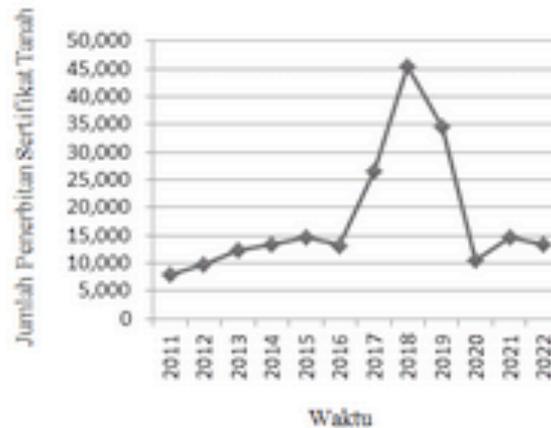
Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data jumlah penerbitan sertifikat tanah Kabupaten Buleleng tahun 2011 sampai dengan tahun 2022. Data diperoleh dari Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng yaitu sebanyak 12 data $(n = 12)$. Data-data tersebut akan disajikan pada Tabel 1 berikut.

Table 1. Data Jumlah Penerbitan Sertifikat Tanah Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng Tahun 2011-2022

(Sumber : Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng)

Tahun	Jumlah Penerbitan Sertifikat Tanah
2011	7.995
2012	9.739
2013	12.454
2014	13.308
2015	14.670
2016	13.259
2017	26.654
2018	45.419
2019	34.611
2020	10.589
2021	14.628
2022	13.260

Untuk menentukan metode yang cocok dalam melakukan peramalan hal pertama yang dilakukan adalah menentukan plot dari data *time series*. Adapun plot *time series* data jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2022 tertera pada Gambar 2. Dari plot data tersebut memperlihatkan bahwa data jumlah penerbitan sertifikat tanah memiliki pola *trend*.



Gambar 2. Plot *Time Series* Data Jumlah Penerbitan Sertifikat Tanah Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng Tahun 2011-2022

Pola yang dibentuk dari data jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng pada tahun 2011 hingga tahun 2022 adalah pola *trend*, maka selanjutnya data jumlah penerbitan sertifikat tanah pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng ini akan dianalisis menggunakan metode *double exponential smoothing Brown*.

Tahap pertama dalam perhitungan menggunakan metode *double exponential smoothing Brown* yaitu menghitung nilai *smoothing* pertama dengan persamaan rumus :

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

Keterangan :

S'_t : Nilai pemulusan eksponensial tunggal tahun t

α : Parameter pemulusan dimana $0 < \alpha < 1$

X_t : Jumlah data atau nilai aktual tahun t

Maka, dari rumus diatas dapat dihitung nilai S'_t dengan $\alpha = 0,1$ yaitu :

- $S'_{2011} = 7.995$
- $S'_{2012} = (0,1)(9.739) + (1 - 0,1)(7995) = 8.169,4$
- $S'_{2013} = (0,1)(12.454) + (1 - 0,1)(8.169,4) = 8.597,86$
- $S'_{2014} = (0,1)(13.308) + (1 - 0,1)(8.597,86) = 9.068,87$
- $S'_{2015} = (0,1)(14.670) + (1 - 0,1)(9.068,87) = 9.628,99$
- $S'_{2016} = (0,1)(13.259) + (1 - 0,1)(9.628,99) = 9.991,99$
- $S'_{2017} = (0,1)(26.654) + (1 - 0,1)(7995) = 11.658,19$
- $S'_{2018} = (0,1)(45.419) + (1 - 0,1)(7995) = 15.034,27$
- $S'_{2019} = (0,1)(34.611) + (1 - 0,1)(7995) = 16.991,94$
- $S'_{2020} = (0,1)(10.589) + (1 - 0,1)(7995) = 16.351,65$
- $S'_{2021} = (0,1)(14.628) + (1 - 0,1)(7995) = 16.179,28$
- $S'_{2022} = (0,1)(13.260) + (1 - 0,1)(7995) = 15.887,36$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai S'_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 2 berikut menyajikan hasil dari nilai S'_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$.

Table 2. Nilai Smoothing Pertama

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995
2012	8.169,40	8.343,80	8.518,20	8.692,60	8.867	9.041,40	9.215,80	9.390,20	9.564,60
2013	8.597,86	9.165,84	9.698,94	10.197,16	10.660,50	11.088,96	11.482,54	11.841,24	12.165,06
2014	9.068,87	9.994,27	10.781,66	11.441,50	11.984,25	12.420,38	12.760,36	13.014,65	13.193,71
2015	9.628,99	10.929,42	11.948,16	12.732,90	13.327,13	13.770,15	14.097,11	14.338,93	14.522,37
2016	9.991,99	11.395,33	12.341,41	12.943,34	13.293,06	13.463,46	13.510,43	13.474,99	13.385,34
2017	11.658,19	14.447,07	16.635,19	18.427,60	19.973,53	21.377,78	22.710,93	24.018,20	25.327,13
2018	15.034,27	20.641,45	25.270,33	29.224,16	32.696,27	35.802,51	38.606,58	41.138,84	43.409,81
2019	16.991,94	23.435,36	28.072,53	31.378,90	33.653,63	35.087,61	35.809,67	35.916,57	35.490,88
2020	16.351,65	20.866,09	22.827,47	23.062,94	22.121,32	20.388,44	18.155,20	15.654,51	13.079,19
2021	16.179,28	19.618,47	20.367,63	19.688,96	18.374,66	16.932,18	15.686,16	14.833,30	14.473,12
2022	15.887,36	18.346,78	18.235,34	17.117,38	15.817,33	14.728,87	13.987,85	13.574,66	13.381,31

Tahap kedua yang dilakukan untuk melakukan peramalan dengan menggunakan metode *double exponential smoothing Brown* yaitu dengan menghitung nilai *smoothing* kedua dengan rumus persamaan sebagai berikut.

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1 - \alpha)S_{t-1}''$$

Keterangan:

S_t' : Nilai pemulusan eksponensial tunggal tahun t

S_t'' : Nilai pemulusan eksponensial ganda tahun t

α : Parameter pemulusan dimana $0 < \alpha < 1$

Maka, dari rumus tersebut dapat dihitung nilai S_t'' untuk $\alpha = 0,1$ yaitu:

- $S_{2011}'' = 7.995$
- $S_{2012}'' = (0,1)(8.169,4) + (1 - 0,1)(7.995) = 8.012,44$
- $S_{2013}'' = (0,1)(8.597,86) + (1 - 0,1)(8.012,44) = 8.070,98$
- $S_{2014}'' = (0,1)(9.068,87) + (1 - 0,1)(8.070,98) = 8.170,77$
- $S_{2015}'' = (0,1)(9.628,99) + (1 - 0,1)(8.170,77) = 8.316,59$
- $S_{2016}'' = (0,1)(9.991,99) + (1 - 0,1)(8.316,59) = 8.484,13$
- $S_{2017}'' = (0,1)(11.658,19) + (1 - 0,1)(8.484,1) = 8.801,54$
- $S_{2018}'' = (0,1)(15.034,27) + (1 - 0,1)(8.801,54) = 9.424,81$
- $S_{2019}'' = (0,1)(16.991,94) + (1 - 0,1)(9.424,81) = 10.181,52$
- $S_{2020}'' = (0,1)(16.351,56) + (1 - 0,1)(10.181,52) = 10.798,54$
- $S_{2021}'' = (0,1)(16.179,28) + (1 - 0,1)(10.798,54) = 11.336,61$
- $S_{2022}'' = (0,1)(15.887,36) + (1 - 0,1)(11.336,61) = 11.791,69$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai S_t'' dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$

sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 3 berikut menyajikan hasil dari nilai S_t'' dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$

sampai $\alpha = 0,9$.

Table 3. Nilai *Smoothing* Kedua

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995
2012	8.012,44	8.064,76	8.151,96	8.274,04	8.431	8.622,84	8.849,56	9.111,16	9.407,64
2013	8.070,98	8.284,98	8.616,05	9.043,29	9.545,75	10.102,51	10.692,65	11.295,22	11.889,32
2014	8.170,77	8.626,84	9.265,74	10.002,57	10.765	11.493,24	12.140,05	12.670,76	13.063,27
2015	8.316,59	9.087,35	10.070,46	11.094,70	12.046,06	12.859,39	13.509,99	14.005,30	14.376,46
2016	8.484,13	9.548,95	10.751,75	11.834,16	12.669,56	13.221,83	13.510,30	13.581,05	13.484,45
2017	8.801,54	10.528,57	12.516,78	14.471,54	16.321,55	18.115,40	19.950,74	21.930,77	24.142,87
2018	9.424,81	12.551,15	16.342,85	20.372,59	24.508,91	28.727,67	33.009,83	37.297,23	41.483,12
2019	10.181,52	14.727,99	19.861,75	24.775,11	29.081,27	32.543,63	34.969,72	36.192,70	36.090,11
2020	10.798,54	15.955,61	20.751,47	24.090,24	25.601,29	25.250,52	23.199,56	19.762,15	15.380,28
2021	11.336,61	16.688,18	20.636,32	22.329,73	21.987,98	20.259,51	17.940,18	15.819,07	14.563,83
2022	11.791,69	17.019,90	19.916,02	20.244,79	18.902,65	16.941,13	15.173,55	14.023,54	13.499,56

Tahap selanjutnya yaitu mencari nilai konstanta. Adapun rumus persamaan untuk mencari nilai konstanta sebagai berikut.

$$\alpha_t = 2S'_t - S''_t$$

Keterangan:

α_t : Besarnya konstanta periode t

S'_t : Nilai pemuluan eksponensial tunggal tahun t

S''_t : Nilai pemuluan eksponensial ganda tahun t

Maka, dari rumus diatas didapat nilai α_t dengan $\alpha = 0,1$ yaitu:

- $\alpha_{2011} = 2(7.995) - 7.995 = 7.995$
- $\alpha_{2012} = 2(8.169,4) - 8.012,44 = 8.326,36$
- $\alpha_{2013} = 2(8.597,86) - 8.070,98 = 9.124,74$
- $\alpha_{2014} = 2(9.068,87) - 8.170,77 = 9.966,98$
- $\alpha_{2015} = 2(9.628,99) - 8.316,59 = 10.941,38$
- $\alpha_{2016} = 2(9.991,99) - 8.484,13 = 11.499,84$
- $\alpha_{2017} = 2(11.658,19) - 8.801,54 = 14.514,84$
- $\alpha_{2018} = 2(15.034,27) - 9.424,81 = 20.643,73$
- $\alpha_{2019} = 2(16.991,64) - 10.181,52 = 23.802,36$
- $\alpha_{2020} = 2(16.351,65) - 10.798,54 = 21.904,76$
- $\alpha_{2021} = 2(16.179,28) - 11.336,61 = 21.021,96$
- $\alpha_{2022} = 2(15.887,36) - 11.791,69 = 19.983,03$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai α_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 4 berikut menyajikan hasil dari nilai α_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$.

Table 4. Nilai Konstanta

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995
2012	8.326,36	8.622,84	8.884,44	9.111,16	9.303	9.459,96	9.582,04	9.669,24	9.721,56
2013	9.124,74	10.046,70	10.781,83	11.351,03	11.775,25	12.075,41	12.272,43	12.387,26	12.440,80
2014	9.966,98	11.361,71	12.297,58	12.880,42	13.203,50	13.347,53	13.380,68	13.358,53	13.324,14
2015	10.941,38	12.771,48	13.825,86	14.371,09	14.608,19	14.680,92	14.684,23	14.672,56	14.668,28
2016	11.499,84	13.241,72	13.931,08	14.052,52	13.916,56	13.705,09	13.510,57	13.368,92	13.286,22
2017	14.514,84	18.365,56	20.753,60	22.383,67	23.625,52	24.640,17	25.471,12	26.105,63	26.511,40
2018	20.643,73	28.731,76	34.197,82	38.075,74	40.883,63	42.877,36	44.203,33	44.980,45	45.336,51
2019	23.802,36	32.142,73	36.283,31	37.982,68	38.226	37.631,58	36.649,63	35.640,44	34.891,66
2020	21.904,76	25.776,57	24.903,48	22.035,64	18.641,34	15.526,37	13.110,85	11.546,88	10.778,10
2021	21.021,96	22.548,76	20.098,94	17.048,20	14.761,34	13.604,84	13.432,14	13.847,53	14.382,40
2022	19.983,03	19.673,65	16.554,66	13.989,97	12.732,01	12.516,61	12.802,15	13.125,78	13.263,06

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *slope* menggunakan rumus persamaan berikut.

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

Keterangan:

- b_t : *Slope* atau nilai *trend* dari data yang sesuai pada tahun t
- S'_t : Nilai pemulusan eksponensial tunggal tahun t
- S''_t : Nilai pemulusan eksponensial ganda tahun t
- α : Parameter pemulusan dimana $0 < \alpha < 1$

Maka, dari rumus tersebut didapat nilai *slope* dengan $\alpha = 0,1$ yaitu:

- $b_{2011} = \frac{0,1}{1-0,1} (7.995 - 7.995) = 0$
- $b_{2012} = \frac{0,1}{1-0,1} (8.169,40 - 8.012,44) = 17,44$
- $b_{2013} = \frac{0,1}{1-0,1} (8.597,86 - 8.070,77) = 58,54$
- $b_{2014} = \frac{0,1}{1-0,1} (9.068,87 - 8.170,77) = 99,79$
- $b_{2015} = \frac{0,1}{1-0,1} (9.628,99 - 8.316,59) = 145,82$
- $b_{2016} = \frac{0,1}{1-0,1} (9.991,99 - 8.484,13) = 167,54$
- $b_{2017} = \frac{0,1}{1-0,1} (11.658,19 - 8.801,54) = 317,41$
- $b_{2018} = \frac{0,1}{1-0,1} (15.034,27 - 9.424,81) = 623,27$
- $b_{2019} = \frac{0,1}{1-0,1} (16.991,94 - 10.181,52) = 756,71$
- $b_{2020} = \frac{0,1}{1-0,1} (16.351,65 - 10.798,54) = 617,01$
- $b_{2021} = \frac{0,1}{1-0,1} (16.179,28 - 11.336,61) = 538,07$
- $b_{2022} = \frac{0,1}{1-0,1} (15.887,36 - 11.791,69) = 455,07$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai b_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 5 berikut menyajikan hasil dari nilai b_t dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$.

Table 5. Nilai Slope

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	17,44	69,76	156,96	279,04	436	627,84	854,56	1.116,16	1.412,64
2013	58,54	220,22	464,09	769,25	1.114,75	1.479,67	1.843,09	2.184,06	2.481,68
2014	99,79	341,86	649,68	959,28	1.219,25	1.390,72	1.447,40	1.375,54	1.173,95
2015	145,82	460,52	804,73	1.092,13	1.281,06	1.366,15	1.369,94	1.334,53	1.313,19
2016	167,54	461,60	681,28	739,45	623,50	362,45	0,31	-424,25	-892,01
2017	317,41	979,62	1.765,03	2.637,38	3.651,98	4.893,57	6.440,44	8.349,72	10.658,42
2018	623,27	2.022,58	3.826,07	5.901,05	8.187,36	10.612,27	13.059,09	15.366,46	17.340,25
2019	756,71	2.176,84	3.518,91	4.402,52	4.572,36	3.815,96	1.959,89	-1.104,53	-5.393,01
2020	617,01	1.227,62	889,72	-684,87	-3.479,98	-7.293,11	-11.770,16	-16.430,55	-20.709,83
2021	538,07	732,57	-115,15	-1.760,51	-3.613,32	-4.991	-5.259,38	-3.943,08	-816,44
2022	455,07	331,72	-720,29	-2.084,94	-3.085,32	-3.318,39	-2.766,63	-1.795,53	-1.064,27

Setelah mendapat nilai α_t dan b_t maka dapat ditentukan nilai peramalan dengan menggunakan rumus persamaan:

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m$$

Keterangan:

α_t : Besarnya konstanta periode t

b_t : Slope atau nilai trend dari data yang sesuai pada tahun t

F_{t+m} : Nilai peramalan untuk periode ke depan

m : Jumlah periode ke depan yang akan diramal

Untuk $\alpha = 0,1$ dan $m = 1$ maka besarnya ramalan dapat dihitung:

- $F_{2011+1} = 7.995 + 0(1)$
 $F_{2012} = 7.995$
- $F_{2012+1} = 8.326,36 + 17,44(1)$
 $F_{2013} = 8.343,80$
- $F_{2013+1} = 9.124,74 + 58,54(1)$
 $F_{2014} = 9.183,28$
- $F_{2014+1} = 9.966,98 + 99,79(1)$
 $F_{2015} = 10.066,77$
- $F_{2015+1} = 10.941,38 + 145,82(1)$
 $F_{2016} = 11.087,20$
- $F_{2016+1} = 11.499,84 + 167,54(1)$

$$\begin{aligned}
 F_{2017} &= 11.667,38 \\
 \bullet F_{2017+1} &= 14.514,84 + 317,41(1) \\
 F_{2018} &= 14.832,25 \\
 \bullet F_{2018+1} &= 20.643,73 + 623,27(1) \\
 F_{2019} &= 21.267 \\
 \bullet F_{2019+1} &= 23.802,36 + 756,71(1) \\
 F_{2020} &= 24.559,08 \\
 \bullet F_{2020+1} &= 21.904,76 + 617,01(1) \\
 F_{2021} &= 22.521,77 \\
 \bullet F_{2021+1} &= 21.021,96 + 538,07(1) \\
 F_{2022} &= 21.560,03
 \end{aligned}$$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai F_{t+m} dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 6 berikut menyajikan hasil dari nilai F_{t+m} dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$.

Table 6. Nilai Peramalan (F_{t+m})

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011									
2012	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995	7.995
2013	8.343,80	8.692,60	9.041,40	9.390,20	9.739	10.087,80	10.436,60	10.785,40	11.134,20
2014	9.183,28	10.266,92	11.245,92	12.120,28	12.890	13.555,08	14.115,52	14.571,32	14.922,48
2015	10.066,77	11.703,57	12.947,26	13.839,70	14.422,75	14.738,26	14.828,08	14.734,07	14.498,09
2016	11.087,20	13.232	14.630,59	15.463,22	15.889,25	16.047,07	16.054,17	16.007,10	15.981,47
2017	11.667,38	13.703,32	14.612,36	14.791,98	14.540,06	14.067,54	13.510,87	12.944,68	12.394,21
2018	14.832,25	19.345,19	22.518,63	25.021,05	27.277,50	29.533,74	31.911,56	34.455,35	37.169,82
2019	21.267	30.754,34	38.023,88	43.976,79	49.070,98	53.489,62	57.262,42	60.346,91	62.676,76
2020	24.559,08	34.319,58	39.802,22	42.385,21	42.798,36	41.447,54	38.609,52	34.535,91	29.498,64
2021	22.521,77	27.004,19	25.793,19	21.350,77	15.161,36	8.233,25	1.340,68	-4.883,67	-9.931,73
2022	21.560,03	23.281,33	19.983,79	15.287,68	11.148,02	8.613,84	8.172,76	9.904,45	13.565,96

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai kesalahan persentase. Nilai kesalahan persentase ini akan digunakan untuk menghitung besarnya MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*). Semakin kecil nilai MAPE yang diperoleh, semakin akurat peramalan tersebut. Kesalahan persentase dari suatu peramalan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan:

PE_t : Kesalahan persentase (*percentage error*)

X_t : Nilai aktual untuk tahun t

F_t : Nilai ramalan untuk tahun t

Maka, untuk nilai PE_t dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$ adalah

$$PE_{2012} = \left(\frac{9.739 - 7.995}{9.739} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2012} = 0,18\%$$

$$PE_{2013} = \left(\frac{12.454 - 8.343,80}{12.454} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2013} = 0,33\%$$

$$PE_{2014} = \left(\frac{13.308 - 9.183,28}{13.308} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2014} = 0,31\%$$

$$PE_{2015} = \left(\frac{14.670 - 10.066,77}{14.670} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2015} = 0,31\%$$

$$PE_{2016} = \left(\frac{13.259 - 11.087,20}{13.259} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2016} = 0,16\%$$

$$PE_{2017} = \left(\frac{26.654 - 11.667,38}{26.654} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2017} = 0,56\%$$

$$PE_{2018} = \left(\frac{45.419 - 14.832,25}{45.419} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2018} = 0,67\%$$

$$PE_{2019} = \left(\frac{34.611 - 21.267}{34.611} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2019} = 0,39\%$$

$$PE_{2020} = \left(\frac{10.589 - 24.559,08}{10.589} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2020} = -1,32\%$$

$$PE_{2021} = \left(\frac{14.628 - 22.521,77}{14.628} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2021} = -0,54\%$$

$$PE_{2022} = \left(\frac{13.260 - 21.560,03}{13.260} \right) 100\%$$

•

$$PE_{2022} = -0,63\%$$

Dengan rumus perhitungan yang sama dapat dihitung nilai F_{t+m} dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$, dan Tabel 7 berikut menyajikan hasil dari nilai F_{t+m} dengan besarnya parameter $\alpha = 0,2$ sampai $\alpha = 0,9$.

Table 7. Nilai PE_t

Tahun	α								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011									
2012	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
2013	0,33	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13	0,11
2014	0,31	0,23	0,15	0,09	0,03	-0,02	-0,06	-0,09	-0,12
2015	0,31	0,20	0,12	0,06	0,02	0	-0,01	0	0,01
2016	0,16	0	-0,10	-0,17	-0,20	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21
2017	0,56	0,49	0,45	0,45	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
2018	0,67	0,57	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,24	0,18
2019	0,39	0,11	-0,10	-0,27	-0,42	-0,55	-0,65	-0,74	-0,81
2020	-1,32	-2,24	-2,76	-3	-3,04	-2,91	-2,65	-2,26	-1,79
2021	-0,54	-0,85	-0,76	-0,46	-0,04	0,44	0,91	1,33	1,68
2022	-0,63	-0,76	-0,51	-0,15	0,16	0,35	0,38	0,25	-0,02

Setelah didapatkan nilai *percentage error*, langkah selanjutnya yaitu mencari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Menurut Ida Nabilla (2020), MAPE memiliki empat rentang nilai yang dapat dijadikan sebagai acuan pengukuran untuk mengukur kemampuan suatu model peramalan yaitu sebagai berikut.

Table 8. Rentang Nilai MAPE

Rentang Nilai	Keterangan
<10%	Kompetensi Model Peramalan Sangat Baik
10-20%	Kompetensi Model Peramalan Baik
20-50%	Kompetensi Model Peramalan Layak
>50%	Kompetensi Model Peramalan Buruk

MAPE dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

n : Banyaknya periode

PE_t : Kesalahan persentase (*percentage error*)

Dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$ hingga $0,9$ secara berturut-turut dan $n = 12$, maka nilai analisis kesalahannya yaitu :

- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,40\%}{12} = 0,45\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,93\%}{12} = 0,49\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,91\%}{12} = 0,49\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,52\%}{12} = 0,46\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,15\%}{12} = 0,43\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,67\%}{12} = 0,47\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{6,01\%}{12} = 0,50\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,97\%}{12} = 0,60\%$
- $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| = \frac{5,64\%}{12} = 0,47\%$

Di bawah ini disajikan hasil dari perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk

parameter α yang berkisar antara 0,1 hingga 0,9 yang tercantum dalam Tabel 8.

Table 9. Nilai MAPE

Parameter	MAPE
0.1	0.45
0.2	0.49
0.3	0.49
0.4	0.46
0.5	0.43
0.6	0.47
0.7	0.50
0.8	0.50
0.9	0.47

Berdasarkan pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai MAPE terkecil diperoleh dengan menggunakan parameter $\alpha = 0,5$ yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,43%. Oleh karena itu, untuk peramalan jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng menggunakan metode *double exponential smoothing Brown* dengan parameter $\alpha = 0,5$ yang dipilih sebagai parameter terbaik.

Setelah dipilih parameter $\alpha = 0,5$ sebagai parameter terbaik, dapat dilakukan penghitungan nilai peramalan penerbitan sertifikat tanah pada tahun yang akan datang di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng. Peramalan menggunakan persamaan $F_{t+m} = a_t + b_t m$, dimana nilai a_t dan b_t diambil dari Tabel 4 dan Tabel 5 tahun 2022.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dibuat persamaan untuk melakukan peramalan pada periode tahun berikutnya, yaitu :

$$F_{t+m} = 12.732,01 + (-3.085,32)(m)$$

$$F_{t+m} = 12.732,01 - 3.085,32m$$

Berikut merupakan salah satu contoh cara menyelesaikan peramalan pada tahun 2023 dan 2024.

- Peramalan untuk tahun 2023 ($m = 1$)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

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

$$F_{2022} = 12.732,01 - 3.085,32 (1)$$

$$F_{2022} = 9.646,68$$

- Peramalan untuk tahun 2024 ($m = 2$)

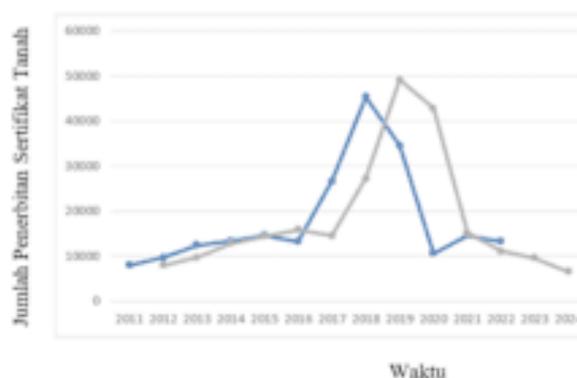
$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{2022+2} = a_{2022} + b_{2022} (2)$$

$$F_{2024} = 12.732,01 - 3.085,32 (2)$$

$$F_{2024} = 6.562,36$$

Dari hasil peramalan yang sudah didapatkan, diketahui bahwa besarnya parameter α terbaik untuk peramalan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dari tahun 2011 hingga 2022 yaitu $\alpha = 0,5$ dengan nilai MAPE yaitu 0,43% yang dimana menurut rentang penilaian MAPE, nilai tersebut memiliki klasifikasi kompetensi model peramalan yang sangat baik. Dalam artian, metode yang digunakan untuk melakukan peramalan ini efektif. Hasil peramalan jumlah penerbitan sertifikat tanah pada Kantor Petanahan Kabupaten Buleleng tahun 2023 yaitu sebesar **9.647** dan pada tahun 2024 yaitu sebesar **6.562**. Perbandingan antara nilai aktual dengan nilai peramalan yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Plot Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Peramalan Jumlah Penerbitan Sertifikat Tanah Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng

4. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu Jumlah sertifikat tanah yang diterbitkan periode berikutnya dapat diramalkan dari data penerbitan sertifikat tanah Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2022. Metode *double exponential smoothing Brown* adalah metode yang digunakan dalam peramalan ini. Nilai parameter terbaik untuk peramalan penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng ini yaitu $\alpha = 0,5$ dengan perolehan nilai $MAPE = 0,43\%$ yang dipilih melalui *trial and error*. Berdasarkan dari rentang nilai MAPE maka metode *double exponential smoothing Brown* ini efektif digunakan untuk meramalkan jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng pada periode berikutnya. Persamaan yang didapatkan dari perhitungan yang sudah dilakukan untuk meramalkan jumlah penerbitan sertifikat tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Buleleng untuk periode tahun berikutnya yaitu $F_{t+m} = 12.732,01 - 3.085,32m$. Hasil peramalan penerbitan sertifikat tanah tahun 2023 dan 2024 yaitu pada tahun 2023 jumlah penerbitan sertifikat tanah adalah sejumlah 9.647 dan pada tahun 2024 adalah sejumlah 6.562.

Saran yang dapat dibuat berdasarkan dari pembahasan dan juga kesimpulan yang telah disajikan ditujukan kepada Kantor Pertanahan dan peneliti selanjutnya. Saran untuk kantor pertanahan yaitu Kantor Pertanahan diharapkan melalui penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan terkait penyediaan sumber daya dalam proses penerbitan sertifikat tanah. Dan saran untuk peneliti selanjutnya, karena penelitian ini bersifat terbatas, peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode peramalan lain untuk membandingkan keakuratan hasil peramalan dalam kajian ini, serta peneliti selanjutnya juga dapat menganalisis data yang berbeda dengan pengkajian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aden, & Supriyanti, A. (2020). Prediksi Jumlah Calon Peserta Didik Baru Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown (Study Kasus: SD Islam Al-Musyarrofah Jakarta). *Jurnal Lebesgue*, 1:56-62.
- Andriani, N., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2022). Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province. *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputer*, 18: 475-483.

- Ariyanto, R., Puspitasari, D., & Ericawati, F. (2017). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan. *Jurnal Informatika Polinema*, 57-62.
- Elison, M. H., R. A., & Aryanto, SE, MIT. AK. (2020). Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *JURSISTEKNI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, 2: 45-56.
- Deswita, D. R., Hoyyi, A., & Widiharih, T. (2020). Pemodelan Metode Double Browns Double Exponential Smoothing (B-DES) dan Browns Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) Menggunakan Optimasi Levenberg-Marquardt pada Jumlah Wisatawan di Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, 9: 316-325.
- Farida, Y., Sulastiani, D. A., & Ulinuha, N. (2021). Peramalan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Brown. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 6:173-183.
- Harvey, A. C. (1990). *Forecasting, structural time series models and the Kalman filter*. Cambridge University Press.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting Principles and Practice* . Otexts.
- Hyndman, R., Koehler, A. B., Ord, J. K., & Snyder, R. D. (2008). *Forecasting with exponential smoothing*. Springer.
- Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C., & Hynman, R. J. (1997). *Forecasting Methods and Applications*. Wiley.
- Nabila, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hail Prediksi Komoditas. *JOINS (Journal of Information System)*, 5: 249-255.
- Nugroho P, E. A., Rimawati, E., & Vlandari, R. T. (2021, April). Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal TIKomSiN*, 9: 60-68.
- Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2006). *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples*. Springer.