

Penerapan Metode *Exponential Smoothing* Dalam Mermalkan Pendapatan Pajak Daerah Kabupaten Sidoarjo

Oleh:

Muhammad Hafid Fikrianto

Ir. Tedjo Sukmono ST., MT.

Teknik Industri

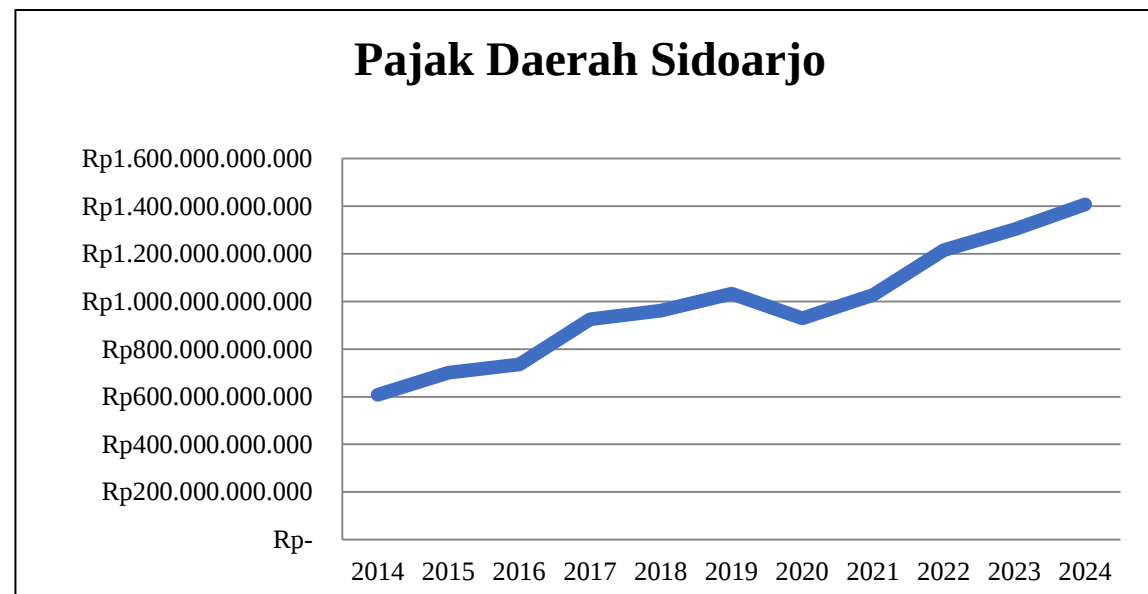
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2025



Pendahuluan

Pendapatan Pajak Daerah Sidoarjo dari tahun 2014 – 2024 secara umum mengalami kenaikan. Namun terjadi penurunan pendapatan pada tahun 2020 saat wabah COVID-19 mulai menyebar, dimana pendapatan pajak daerah sebesar Rp. 1.032.160.117.010 pada tahun 2019 menjadi Rp. 929.261.529.990. Namun tidak lama pada tahun 2021 – 2024 pendapatan pajak daerah bangsur naik, dimana tahun 2021 sebesar Rp. 1.027.822.704.720, tahun 2022 sebesar Rp. 1.214.783.864.840, tahun 2023 sebesar Rp. 1.302.626.605.440, dan ditahun 2024 sebesar Rp. 1.407.663.067.473.



Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Bagaimana penerapan metode *Exponential Smoothing* dalam meramalkan pendapatan pajak daerah Sidoarjo di tahun 2025 dan mengetahui hasil dari perbandingan metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Triple Exponential Smoothing*?

Metode

1. *Single Exponensial Smoothing*

Single Exponential Smoothing ialah metode yang bisa diterapkan untuk meramal dalam kurun waktu pendek, umumnya digunakan untuk 1 bulan kedepan.

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

Dimana:

F_{t+1} = nilai ramalan untuk periode berikutnya

X_t = data periode t

F_t = nilai periode ramalan t

α = bobot/konstanta *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)

Metode

2. *Double Exponensial Smoothing*

Double Exponential Smoothing adalah metode peramalan data *time series* yang digunakan untuk menghitung tren dan level data pada seri waktu. Metode ini melibatkan penggunaan dua konstanta *smoothing*, yaitu pemulusan level (*alpha*) dan *smoothing* tren (*beta*).

$$\begin{aligned}S_t &= \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \\T_t &= \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \\F_{t+1} &= S_t + T_t \\S_1 &= X_1 \\T_1 &= X_2 - X_1\end{aligned}$$

Dimana:

S_t = Nilai pemulusan pada periode ke-t
 b_t = Tren pemulusan periode ke-t
 X_t = Nilai Aktual
 F_{t+m} = Peramalan periode ke-t
 α, β = parameter pemulusan ($0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$)

Metode

3. *Triple Exponential Smoothing*

Triple Exponential Smoothing memiliki 3 parameter pemulusan data yang dapat membantu memperkecil nilai kesalahan peramalan [12].

Pemulusan untuk Level

$$L_t = a(y_t - S_{t-s}) + (1 - a)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

Pemulusan untuk tren

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

Pemulusan untuk musiman

$$S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Prediksi untuk m periode ke depan

$$F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t+m-s}$$

Keterangan:

L_t = nilai pemulusan peramalan untuk periode t

a = konstanta pemulusan untuk elemen level dari proses, $0 < a < 1$

X_t = nilai aktual periode t

b_t = nilai pemulusan tren

β = konstanta pemulusan elemen tren $0 < \beta < 1$

S_t = perkiraan panjang musiman periode t

γ = konstanta pemulusan untuk elemen musiman, $0 < \gamma < 1$

m = jumlah periode mendatang untuk diprediksi

Metode

Ukuran Hasil Peramalan

1. MAD

$$\text{MAD} = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

2. MSE

$$\text{MSE} = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n}$$

3. MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

Dimana:

T = periode perencanaan

A = permintaan pada periode – t

F_t = hasil peramalan (*forecast*) pada periode – t

n = jumlah periode peramalan yang terlibat

Kententuan nilai MAPE

<10% = sangat baik

10%-20% = baik

20-50% = cukup baik

> 50% = tidak baik

Hasil

Metode	Parameter	MAPE (%)	Kategori MAPE
Single Exponential Smoothing	$\alpha = 0,9$	10,48%	Baik
Double Exponential Smoothing	$\alpha = 0,9 ; \beta = 0,1$	10,19%	Baik
Triple Exponential Smoothing	$\alpha = 0,7 ; \beta = 0,1 \gamma = 0,1$	8,37%	Sangat Baik

Pembahasan

Perhitungan *Single Exponential Smoothing*

t	Tahun	X	Ft	MAPE
1	2014	608692188164		
2	2015	700498296678	608692188164	0,1311
3	2016	735767679182	691317685827	0,0604
4	2017	925569237850	731322679846	0,2099
5	2018	961840717560	906144582050	0,0579
6	2019	1032160117010	956271104009	0,0735
7	2020	929261529990	1024571215710	0,1026
8	2021	1027822704720	938792498562	0,0866
9	2022	1214783864840	1018919684104	0,1612
10	2023	1302626605440	1195197446766	0,0825
11	2024	1407663067473	1291883689573	0,0822
12	2025		1396085129683	10,47

Pembahasan

Perhitungan *Double Exponential Smoothing*

t	Tahun	Data Aktual (X)	Level (St)	Trend (T)	Forecast (Ft)	MAPE
1	2014	608692188164				
2	2015	700498296678	700498296678	91806108514		
3	2016	735767679182	824046849446	94980352939	792304405192	0,07
4	2017	925569237850	1010397351949	104117367896	919027202385	0,00
5	2018	961840717560	1070813748895	99747270801	1114514719845	0,15
6	2019	1032160117010	1135772750999	96268443931	1170561019695	0,13
7	2020	929261529990	1046181096022	77682434040	1232041194930	0,32
8	2021	1027822704720	1107340977891	76030178823	1123863530062	0,09
9	2022	1214783864840	1280069754968	85700038649	1183371156714	0,02
10	2023	1302626605440	1386070959041	87730155191	1365769793617	0,04
11	2024	1407663067473	1493234011821	89673444950	1473801114232	0,04
12	2025				1582907456771	10,19

Pembahasan

Perhitungan *Triple Exponential Smoothing*

t	Tahun	Data Aktual (X)	$Y_{s+1} - Y_s$	L_t	b_t	S_t
1	2014	608692188164	316877049686			-72960533177
2	2015	700498296678	261342420882			18845575337
3	2016	735767679182	296392437828	681652721341	32932493092	54114957841
4	2017	925569237850		913346404049	52808612054	-64442196480
5	2018	961840717560		949943104387	51187420882	18150779120
6	2019	1032160117010		984970768999	49571445255	53422396858
7	2020	929261529990		1005955272805	46712751110	-65667351113
8	2021	1027822704720		1022570755094	43703024228	16860896171
9	2022	1214783864840		1132835161384	50359162434	56275027517
10	2023	1302626605440		1312764066733	63316136726	-60114362131
11	2024	1407663067473		1386385580949	64346674475	17302555206

t	Tahun	Data Aktual (X)	Forecast	MAPE
1	2014	608692188164		
2	2015	700498296678		
3	2016	735767679182		
4	2017	925569237850	641624681256	30,67
5	2018	961840717560	985000591439	2,40
6	2019	1032160117010	1055245483110	2,23
7	2020	929261529990	970100017775	4,39
8	2021	1027822704720	1070818803035	4,18
9	2022	1214783864840	1119696176180	7,82
10	2023	1302626605440	1117526972706	14,20
11	2024	1407663067473	1392941099629	1,04
12	2025		1507007282941	8,37

Kesimpula

Dari hasil perhitungan dan analisa peramalan pendapatan pajak daerah Sidoarjo untuk tahun 2025 dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Triple Exponential Smoothing* diperoleh kesimpulan bahwa metode *Triple Exponential Smoothing* menjadi metode yang terbaik untuk meramalkan pendapatan pajak daerah Sidoarjo tahun 2025 dengan nilai MAPE sebesar 8,37% dan nilai peramalan sebesar Rp. 1.507.007.282.941.

Referensi

- [1] Presiden Republik Indonesia, *UU No. 28 Tahun 2009*, vol. 19, no. 19. 2009, p. 19.
- [2] M. S. A. F. Santoso, “Analisis Anggaran Pendapatan Belanja Negara(Apbn) Terhadap Pendanaan Kebijakan Pendidikan,” *J. Stud. Ilmu Pemerintah.*, vol. 2, no. 2, pp. 31–36, 2021, doi: 10.35326/jsip.v2i2.1524.
- [3] Presiden Republik Indonesia, “Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2022 Tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2023,” no. 156822, p. 99, 2022, [Online]. Available: <https://jdih.kemenkeu.go.id/download/e7951df7-813f-4903-a945-8a2a79d16fcc/UU28TAHUN2022.pdf>
- [4] Y. N. Marlim and A. Hajjah, “Analisis Kuantatif Penjualan Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing,” *JOISIE J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 6, no. Desember, pp. 111–116, 2022.
- [5] A. Hajjah and Y. N. Marlim, “Analisis Error Terhadap Peramalan Data Penjualan,” vol. 20, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [6] M. D. B. Barus, Mustofa, and F. S. Thahirah, “Single Eksponensial Smoothing: Analisis Forecasting Dalam Perencanaan Produksi (Studi Kasus PT. Food Beverages Indonesia),” *Semin. Soc. Sci. Eng. Hum.*, pp. 200–212, 2021.
- [7] N. Lisnawati, H. Syafwan, and N. Nehe, “Penerapan Metode Single Exponential Smoothing (SES) dalam Peramalan Jumlah Ikan,” vol. 4, no. 2, pp. 829–838, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2132.
- [8] M. Ena, “Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Memprediksi Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru,” *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 4, no. 2, pp. 962–969, 2023, doi: 10.46306/lb.v4i2.357.

Referensi

- [9] V. Tarigan, “Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Springbed Di Pt. Masindo Karya Prima,” *J. Inform. Polinema*, vol. 9, no. 3, pp. 339–346, 2023, doi: 10.33795/jip.v9i3.1335.
- [10] A. D. Selasakmida, T. Tarno, and T. Wuryandari, “Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Holt Dan Fuzzy Time Series Chen Untuk Peramalan Harga Paladium,” *J. Gaussian*, vol. 10, no. 3, pp. 325–336, 2021, doi: 10.14710/j.gauss.v10i3.32782.
- [11] E. C. Pratama, M. T. Furqon, and S. Adinugroho, “Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Penjualan Hijab Vie Hijab Store,” vol. 5, no. 12, pp. 5264–5271, 2021.
- [12] R. N. Yolanda, D. Rahmi, A. Kurniati, and S. Yuniati, “Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing dalam Peramalan Produksi Buah Nenas di Provinsi Riau,” vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [13] B. Utama and S. Hatta, “Perbandingan metode holt winter’s exponential smoothing dan extreme learning machine untuk peramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di bandara utama soekarno hatta,” vol. 11, pp. 439–446, 2023, doi: 10.14710/j.gauss.11.3.439-446.
- [14] R. Yoel, R. Y. Wawo, D. T. Salaki, H. Andrea, H. Komalig, and D. Hatidja, “Perbandingan Metode Triple Exponential Smoothing Additive dan Additive Parameter Damped untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Perbandingan Metode Triple Exponential Smoothing Additive dan Additive Parameter Damped untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen,” vol. 13, no. 1, pp. 77–83, 2025.
- [15] R. K. Nur *et al.*, “Metode Triple Exponential Smoothing Untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Kota Surabaya Tahun 2020-2023,” vol. 2024, no. Senada, pp. 615–623, 2024.

Referensi

- [16] U. Prediksi, P. Pada, P. Tertentu, K. M. S, and S. P. W, “METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING UNTUK PREDIKSI PENJUALAN PADA PERIODE TERTENTU (Studi Kasus : PT. Media Cemara Kreasi) 1,” no. 1998, pp. 259–266, 2015.
- [17] E. Wahyudi and R. Utami, “Metode Single Exponential Smoothing untuk Aplikasi Prediksi sebagai Langkah Perencanaan Strategi Penjualan pada ABC Furniture,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan ...*, pp. 119–126, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/2214%0Ahttps://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/2214/1888>
- [18] K. A. Hariadnyani, N. Luh, G. Pivin, N. Putu, and N. Hendayanti, “Analisis Peramalan Permintaan Produk dengan Metode Tripel Moving Average dan Tripel Exponential Smoothing,” vol. 1, no. 3, pp. 498–503, 2024.

