

Proyeksi Indeks Pembangunan Manusia di Purwakarta Tahun 202-2024

Vina Maulidia Erwanti *, Suwanda

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Indonesia.

vinamaulidiaaaa@gmail.com, suwanda@unisba.ac.id

Abstract. This study aims to forecast the Human Development Index (HDI) in Purwakarta Regency for the next two years (2023–2024) using the double exponential smoothing holt method. This method is used because the data shows a linear trend and does not exhibit seasonal patterns. HDI is an indicator of human quality of life, calculated using the geometric mean based on Life Expectancy (LE), Expected Years of Schooling (EYS), Mean Years of Schooling (MYS), and Real Expenditure per Capita. The forecasting of HDI is expected to support strategic decision-making in Purwakarta Regency. Based on the calculation of the human development index in Purwakarta Regency using the double exponential smoothing holt method, the Mean Square Error (MSE) value obtained is 0.067 with parameters $\alpha = 0.9$ and $\gamma = 0.1$, with the forecasting model $F_{(t+m)} = 71,56 + 0,514m$. The forecasted HDI for 2023 is 72.07, which slightly differs from the HDI value calculated by BPS, which is 72.09.

Keywords: *Human Development Index, Forecasting, Double Exponential Smoothing Holt*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kabupaten Purwakarta selama dua tahun ke depan (2023–2024) menggunakan metode double exponential smoothing holt. Metode tersebut digunakan karena data memiliki tren linear dan tidak ada pola musiman. IPM adalah indikator kualitas hidup manusia yang dihitung menggunakan rata-rata geometrik berdasarkan Umur Harapan Hidup (UHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Pengeluaran Riil per Kapita. Peramalan IPM diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan strategis dalam pembangunan di Kabupaten Purwakarta. Berdasarkan hasil perhitungan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta menggunakan metode double exponential smoothing holt diperoleh nilai Mean Square Error (MSE) yaitu 0,067 dengan parameter $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$ dengan model peramalan $F_{(t+m)} = 71,56 + 0,514m$. Hasil peramalan IPM tahun 2023 sebesar 72,07, yang sedikit berbeda dari nilai IPM yang dihitung oleh BPS sebesar 72,09.

Kata Kunci: *Indeks Pembangunan Manusia, Peramalan, Double Exponential Smoothing Holt.*

A. Pendahuluan

Peramalan (*forecasting*) merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi suatu peristiwa atau data di masa depan. Peramalan dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu peramalan kualitatif, yang menggunakan analisis berdasarkan pemikiran logis. Kemudian peramalan kuantitatif, yang memanfaatkan analisis data historis melalui pendekatan matematis. Salah satu contoh peramalan kuantitatif adalah analisis regresi dan analisis deret waktu (Abdy et al., 2023).

Salah satu metode untuk peramalan suatu data dengan menggunakan metode *exponential smoothing*. Metode *exponential smoothing* yaitu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus menerus pada peramalan terhadap data terbaru. Terdapat 3 macam metode yang dapat digunakan yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing* dan *triple exponential smoothing*. Metode *single exponential smoothing* sangat tepat digunakan ketika pola datanya stasioner, metode *double exponential smoothing* sangat efektif digunakan ketika pola datanya mempunyai sifat tren dan metode *triple exponential smoothing* sangat tepat digunakan ketika pola datanya bersifat musiman dan tren (Prila et al., 2023).

Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indikator yang mengukur keberhasilan dalam membangun kualitas hidup manusia disuatu wilayah. Pengukuran IPM sudah dikenalkan oleh UNDP pada tahun 1990 dengan menggunakan empat indikator yaitu umur harapan hidup (UHH), angka melek huruf (AMH), angka partisipasi kasar (APK), dan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita. Seiring perkembangan zaman, perhitungan IPM beberapakali mengalami penyempurnaan. Sejak 2014 hingga saat ini perhitungan IPM menggunakan metode terbaru yaitu metode rata-rata geometrik dalam pengukurannya (Sofia & Kudus, 2023). Adapun indikator-indikator IPM sesuai dengan metodologi yang telah diperbaharui adalah: Umur Harapan Hidup (UHH); Harapan Lama Sekolah (HLS); Rata-rata Lama Sekolah (RLS); dan Pengeluaran Riil per Kapita per Tahun yang Disesuaikan per tahun (BPS, 2023).

Perhitungan IPM memiliki manfaat diantaranya sebagai parameter utama untuk menghitung keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia. IPM juga digunakan untuk menunjukan tingkat atau level pembangunan suatu wilayah serta untuk menentukan kebijakan serta Dana Alokasi Umum. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta dari tahun 2011 hingga 2022 terus mengalami kenaikan setiap tahun nya. Pada tahun 2022 tingkat IPM di Kabupaten Purwakarta mencapai 71,56 % yang artinya perkembangan ekonomi dan kualitas sumber daya manusia termasuk ke dalam kategori baik.

Dalam upaya untuk merumuskan strategi pengembangan daerah yang lebih efektif, diperlukan peramalan yang akurat mengenai indeks pembangunan manusia. Metode yang akan digunakan untuk melakukan proyeksi ini yaitu dengan metode *double exponential smoothing*. Hal tersebut karena data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data deret waktu yang memiliki tren linear tanpa adanya pola musiman.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana peramalan selama 2 tahun yang akan datang menggunakan metode *double exponential smoothing holt* pada data indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta tahun 2023 sampai 2024?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui peramalan selama 2 tahun yang akan datang menggunakan metode *double exponential smoothing holt* pada data indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta dari tahun 2023-2024.

B. Metode

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Purwakarta. Peneliti menggunakan data nilai indeks pembangunan manusia dari tahun 2011 hingga tahun 2022. Unit pengamatan berupa nilai IPM yang diambil pertahun di Kabupaten Purwakarta. Data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Penelitian

Tahun	Indeks Pembangunan Manusia
2011	65,51
2012	66,3
2013	67,09
2014	67,32
2015	67,84
2016	68,56
2017	69,28
2018	69,98
2019	70,67
2020	70,82
2021	70,98
2022	71,56

Sumber : Badan Pusat Statistik 2022

Pada penelitian kali ini, penulis melakukan analisis proyeksi dengan menggunakan metode *double exponential smoothing holt*. Metode ini digunakan untuk data nonlinear atau data yang memiliki tren yang stabil kenaikan atau penurunannya. Metode pemulusan eksponensial ganda Holt pada prinsipnya mirip dengan metode Brown, namun Holt tidak menggunakan rumus pemulusan ganda secara langsung. Sebaliknya, Holt menghaluskan nilai tren menggunakan parameter yang berbeda dari yang digunakan dalam deret aslinya (G et al., 1991). Tahapan menggunakan metode analisis peramalan *double exponential smoothing holt* adalah sebagai berikut :

1. Membuat plot data *time series*.

2. Menentukan persamaan tren linier :

$$y_t = A + Bt + \varepsilon \quad \dots (1)$$

dan menguji keberartiannya.

3. Menghitung nilai pemulusan eksponensial periode ke-t

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad \dots (2)$$

4. Menghitung nilai pemulusan tren periode ke-t

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad \dots (3)$$

5. Menghitung nilai peramalan

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad \dots (4)$$

6. Menentukan nilai *Mean Squared Error* (MSE). MSE adalah rata-rata kesalahan kuadrat antara nilai aktual dengan peramalan. MSE digunakan untuk menentukan α mana yang paling baik. Nilai *MSE* yang rendah berarti perkiraan tersebut sesuai dengan data sebenarnya dan dapat digunakan untuk menghitung perkiraan periode mendatang.

$$e_t = X_t - F_t \quad \dots (5)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_t^n e_t^2 \quad \dots (6)$$

7. Melakukan perhitungan peramalan untuk beberapa tahun kedepan dan menarik kesimpulan.

Keterangan:

X_t = Data aktual

S_t = Nilai pemulusan eksponensial periode t

- S_{t-1} = Nilai pemulusan eksponensial periode $t - 1$
 b_t = *Smoothing tren* periode t
 b_{t-1} = *Smoothing tren* periode $t - 1$
 α = Konstanta *smoothing* eksponensial dengan $0 < \alpha < 1$
 γ = Konstanta *smoothing tren* dengan $0 < \gamma < 1$
 e_t = Nilai *error* untuk periode t
 t = Periode waktu
 F_{t+m} = Peramalan periode ke- t

Penaksir nilai A dan B pada persamaan (1) masing-masing dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots (7)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots (8)$$

dimana

- $\sum x$ = Jumlah nilai variabel independen (tahun)
 $\sum y$ = Jumlah nilai variabel dependen (IPM)
 $\sum xy$ = Jumlah hasil perkalian antara nilai x dan y
 $\sum x^2$ = Jumlah dari kuadrat setiap nilai x
 $\sum y^2$ = Jumlah dari kuadrat setiap nilai y
 $(\sum x)^2$ = Jumlah nilai x yang dikuadratkan
 n = Ukuran sampel

Kemudian untuk menguji keberartian regresi linier pada persamaan (1) gunakan uji t dengan hipotesis $H_1: B \neq 0$ (koefisien tidak signifikan) dan $H_1: B = 0$ (koefisien signifikan) serta menggunakan statistik pengujian :

$$t = \frac{b}{s_b} \quad \dots (9)$$

$$s_b = \frac{s_e}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \quad \dots (10)$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}} \quad \dots (11)$$

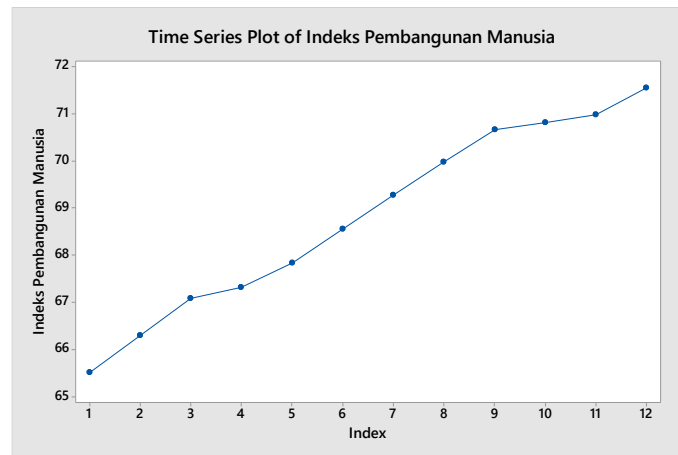
dimana

- s_b = *Standar error* dari koefisien regresi
 s_e = *Standar error residual*

Untuk menarik kesimpulan tolak H_0 jika nilai $t > t_{n-1, \alpha/2}$. Dengan $t_{n-1, \alpha/2}$ nilai kritis yang diperoleh dari distribusi t dengan derajat bebas $(n-1)$ pada taraf nyata α .

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Untuk mengetahui metode yang akan digunakan, penulis perlu melihat plot data yang terbentuk. Untuk membuat plot data, penulis menggunakan bantuan software Minitab 17. Dari data tersebut terbentuk plot seperti yang disajikan pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Plot Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Purwakarta Tahun 2011-2022

Gambar 1 menunjukkan bahwa data indeks pembangunan manusia Kabupaten Purwakarta tahun 2011-2022 membentuk pola garis nonstasioner atau terdapat unsur *tren* yang cenderung naik tanpa adanya pola musiman. Sehingga, dapat penulis simpulkan data Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Purwakarta tahun 2011-2022 merupakan data *tren*. Sehingga untuk penaksiran data tersebut, penulis menggunakan metode *double smoothing exponential*.

Sebelum melakukan peramalan pada data, terlebih dahulu membuat persamaan tren linear dengan menggunakan rumus pada persamaan (7) dan persamaan (8) sebagai berikut :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{12(5447,75) - (78)(825,91)}{12(650) - (78)^2} = 0,554$$

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(825,91)(650) - (78)(5447,75)}{12(650) - (78)^2} = 65,291$$

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil persamaan tren linear nya sebagai berikut $y = 65,291 + 0,554t$, untuk $t = 1, 2, \dots, 12$. Selanjutnya, untuk menguji keberartian regresi linier pada persamaan yang telah dihasilkan gunakan uji t sebagai pengujianya. Untuk pengujian penulis menggunakan *software* Minitab 17.

Tabel 2. Uji Keberartian Regresi Linear

Uji	Nilai	Derajat Bebas	P-value
t	24,80	11	0,000

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat dari Uji T diperoleh nilai sebesar 24,80. Dengan derajat bebas 11 dari tabel distribusi t didapat nilai $t_{11,0.025} = 2,2009$. Dari hasil uji diketahui $24,8 > 2,2009$ sehingga H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa koefisien regresi signifikan pada taraf nyata 5% sehingga persamaan tren linear dapat digunakan.

Peramalan menggunakan metode *double exponential smoothing* dua parameter Holt dilakukan dengan melakukan pemulusan sebanyak dua kali, yaitu pemulusan terhadap nilai level dan nilai tren. Namun, sebelum melakukan pemulusan, nilai dari parameter α dan β untuk pemulusan level dan trennya harus ditentukan terlebih dahulu, di mana nilai parameter α dan γ berada di antara 0 dan 1. Melalui metode *trial* dan *error* pada aplikasi *excel*, didapatkan parameter $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$. Parameter tersebut ditentukan berdasarkan nilai *error* terkecil.

Tabel 3. Perhitungan MSE data Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Purwakarta tahun 2011-2022

α	γ			
	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	0,153	0,174	0,195	0,220
0,2	0,137	0,154	0,170	0,188
0,3	0,122	0,136	0,148	0,162
0,4	0,109	0,120	0,129	0,139
0,5	0,098	0,106	0,113	0,120
0,6	0,088	0,094	0,100	0,105
0,7	0,079	0,085	0,089	0,093
0,8	0,073	0,077	0,081	0,084
0,9	0,067	0,071	0,074	0,078

Tabel 3 merupakan ringkasan *trial* dan *error* dengan mengambil α mulai dari 0,1 sampai 0,9 dan menggunakan γ dari 0,1 sampai 0,4. Selanjutnya dapat diketahui bahwa nilai MSE terkecil ada pada parameter $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$ dengan nilai MSE sebesar 0,067. Setelah diketahui nilai parameter α dan γ yang terbaik maka dapat diperoleh model peramalan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta dengan metode *double exponential holt*.

Tabel 4. Perhitungan *Double Exponential Smoothing Holt* Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Purwakarta tahun 2011-2022

Periode	IPM(X_t)	S_t	b_t	F_{t+m}
1	65.51	65.510	0.510	*
2	66.3	66.272	0.535	66.020
3	67.09	67.065	0.561	66.807
4	67.32	67.353	0.534	67.625
5	67.84	67.841	0.529	67.887
6	68.56	68.541	0.546	68.371
7	69.28	69.263	0.564	69.087
8	69.98	69.966	0.578	69.826
9	70.67	70.659	0.589	70.544
10	70.82	70.864	0.551	71.248
11	70.98	71.019	0.511	71.415
12	71.56	71.553	0.514	71.530

Berdasarkan Tabel 4 diatas setelah mengetahui nilai pemulusan eksponensial dan pemulusan tren pada periode terakhir maka dapat diperoleh model peramalan. Dengan model peramalan $F_{12+1} = 71,553 + 0,514(m)$. Untuk $m = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Berikut adalah hasil peramalan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta dalam 2 tahun kedepan menggunakan model peramalan *double exponential smoothing holt*.

Tabel 5. Hasil Peramalan IPM Kabupaten Purwakarta Dengan *Double Exponential Smoothing Holt*

Tahun	Hasil Peramalan
2023	72,067
2024	72,580

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan untuk peramalan nilai indeks pembangunan manusia dalam 2 tahun kedepan dengan menggunakan parameter $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa peramalan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta terus meningkat setiap tahun. Ketika dibandingkan dengan nilai IPM yang ada pada halaman resmi milik BPS terdapat sedikit perbedaan nilai dengan nilai hasil peramalan. Nilai IPM pada tahun 2023 yang dihitung oleh BPS sebesar 72,09 sedangkan hasil peramalan sebesar $72,067 \approx 72,07$.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta menggunakan metode *double exponential smoothing* Holt diperoleh nilai *Mean Square Error* (MSE) yaitu 0,067 dengan parameter $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$. Setelah dilakukan peramalan dengan model peramalan $F_{t+m} = 71,56 + 0,514m$ didapatkan hasil bahwa nilai peramalan indeks pembangunan manusia di Kabupaten Purwakarta mengalami kenaikan setiap tahunnya.
2. Terdapat perbedaan antara nilai IPM hasil peramalan dengan nilai IPM yang ada pada halaman resmi milik BPS. Nilai IPM pada tahun 2023 yang dihitung oleh BPS sebesar 72,09 sedangkan hasil peramalan sebesar $72,067 \approx 72,07$.

Ucapan Terimakasih

Pertama, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya. Kedua, kepada keluarga dan teman yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan. Ketiga, Bapak Dr. Suwanda, M.S selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya kepada penulis. Dan tidak lupa, penelitian ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak.

Daftar Pustaka

- Sofia, A. D., & Kudus, A. (2023). Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia 2022 Menggunakan K-Harmonic Means Clustering. *Jurnal Riset Statistika*, 3(2), 163–172. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i2.3130>
- Abdy, M., Thaha, I., & Lukman, F. (2023). Penggunaan Metode Double Exponential Smoothing dalam Meramalkan Indeks Harga Konsumen (IHK) di Kota Makassar. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 5(2), 61–66. <https://doi.org/10.31605/jomta.v5i2.2874>
- Andini, P. D. A., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2024). Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Holt Dengan Optimasi Golden Section Untuk Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Kalimantan Timur. *Ekspansional*, 15(1), 20. <https://doi.org/10.30872/ekspansional.v15i1.1278>
- Azfirmawarman, D., Magriasti, L., & Yulhendri, Y. (2023). Indeks Pembangunan Manusia Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 5(5), 117–125. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i5.22864>
- BPS Jambi. (2023). Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jambi. BPS JAMBI. <https://jambi.bps.go.id/id/publication/2024/12/27/dee0caf718f83d7b98a4e993/indeks-pembangunan-manusia-provinsi-jambi-2024.html>

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purwakarta. <https://purwakartakab.bps.go.id/id>, Diakses 5 Januari 2025
- Dwi Syahputra, N. Z., & Dina Tri Utari. (2023). Peramalan Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Karawang dengan Metode Double Exponential Smoothing. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, 1(2), 301–308. <https://doi.org/10.20885/esds.vol1.iss.2.art30>
- Hadi, A., Haddad, A., Setiawan, A. F., Vendyansyah, N., & Informatika, T. (2024). *MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL DAN REGRESI LINEAR*. 8(5), 8453–8460.
- I. A. Prakoso, K. Kusnadi, and B. Nugraha, “Peramalan Penjualan Produk Dengan Metode Regresi Linear Dan Aplikasi POM-QM di PT XYZ,” *Widya Teknik*, vol. 20, no. 1, pp. 17–20, Jul. 2021, doi: 10.33508/WT.V20I1.3158.
- Rustariyuni, S. D. (2014). Pengaruh Gini Ratio, Pengeluaran Non Makanan Per Kapita, Belanja Daerah Dan Laju Pertumbuhan Ekonomi Pada Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/Kota Di Provinsi Bali Periode 2004-2012. *Piramida*, 10(1), 45–55.
- Sujarweni dan Endrayanto (2012), *Statistik untuk Penelitian*, Yogyakarta, Graha Ilmu.