

Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat Menggunakan Regresi Nonparametrik Deret Fourier

Sukma Wiyasih Izumi*, Teti Sofia Yanti

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*sukmawiyasihi@gmail.com, tetisofiyanti@unisba.ac.id

Abstract. Regression analysis is a method used to determine the causal relationship of response variables with one or more predictor variables. It is generally divided into three regression analyses namely parametric, semiparametric, and nonparametric. Parametric regression has assumptions that can be met and the regression curve is known, but not all data can meet this. Therefore, the use of nonparametric regression can be an alternative because the use is not bound by assumptions and is used when the data does not follow a certain curve pattern. Nonparametric regression of the Fourier series is a method used to estimate the parameters of the regression curve through a data pattern approach. The best modeling uses the Generalized Cross Validation (GCV) method to derive the optimal oscillation point from the minimum GCV value. The purpose of the study is to obtain the best model of the Open Unemployment Rate (TPT) in West Java in 2022. Where the variables that are thought to affect the Open Unemployment Rate (TPT) are population density, percentage of poor people, gross participation rate (APK), Human Development Index (HDI), and Labor Force Participation Rate (TPAK). The results of the analysis show that the best fourier series nonparametric regression model for the Open Unemployment Rate (TPT) in West Java is at the 3th oscillation point with a coefficient of determination value of 84%.

Keywords: *Nonparametric Regression, Deret Fourier, Generalized Cross Validation.*

Abstrak. Analisis regresi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor. Umumnya dibagi menjadi tiga analisis regresi yaitu parametrik, semiparametrik, dan nonparametrik. Pada regresi parametrik memiliki asumsi yang dapat terpenuhi dan kurva regresi diketahui akan tetapi tidak semua data dapat memenuhi hal tersebut. Oleh karena itu penggunaan regresi nonparametrik dapat menjadi alternatif karena penggunaan tidak terikat asumsi-asumsi dan digunakan ketika data tidak mengikuti pola kurva tertentu. Regresi nonparametrik deret fourier adalah metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter kurva regresi melalui pendekatan pola data. Pemodelan terbaik menggunakan metode *Generalized Cross Validation (GCV)* untuk memperoleh titik osilasi optimal dari nilai GCV minimum. Tujuan dari penelitian untuk memperoleh model terbaik Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat tahun 2022. Dimana variabel-variabel yang diduga mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yaitu kepadatan penduduk, presentase penduduk miskin, angka partisipasi kasar (APK), Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK). Hasil analisis menunjukkan model regresi nonparametrik deret fourier terbaik untuk Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat adalah pada titik osilasi ke-3 dengan nilai koefisien determinasi sebesar 84%.

Kata Kunci: *Regresi Nonparametrik, Deret Fourier, Generalized Cross Validation.*

A. Pendahuluan

Statistika adalah pengetahuan tentang metode pengumpulan, pengelolaan atau analisis data dan penarikan kesimpulan. Statistika telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk mengetahui apakah suatu metode baru ditemukan akan lebih baik dari metode lama, apakah suatu model dapat digunakan atau tidak, dan sebagainya. Dari uraian singkat tersebut memberikan gambaran bahwa statistika sangat diperlukan, minimal menggunakan metodenya (Sudjana, 2017).

Salah satu metode statistika yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis regresi. Analisis regresi adalah suatu model untuk mengetahui pola hubungan sebab akibat dari variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor (Draper dan Smith, 1998).

Model regresi tidak selalu berpola parametrik seperti linier, kuadrat, kubik, dan yang lainnya. Terdapat juga yang memiliki pola hubungan antara variabelnya berpola semiparametrik atau nonparametrik. Dalam regresi parametrik terdapat asumsi-asumsi yang harus terpenuhi dan memiliki bentuk kurva fungsi regresi diketahui (Fatmawati & Rifai, 2023). Regresi semiparametrik gabungan dari regresi parametrik dan regresi nonparametrik sehingga sebagian bentuk kurva fungsi diketahui dan sebagian tidak diketahui. Sedangkan regresi nonparametrik memiliki bentuk kurva fungsi regresi tidak diketahui mengatasinya dengan diasumsikan halus (*smooth*) artinya termuat dalam fungsi tertentu sehingga data diharapkan mencari bentuk estimasinya sendiri maka mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi (Eubank, 1988).

Penggunaan regresi nonparametrik dapat menjadi alternatif karena penggunaan tidak terikat asumsi-asumsi. Pendekatan regresi nonparametrik telah banyak dikembangkan antara lain menggunakan spline, kernel, polinomial lokal, wavelet, dan fourier. Salah satu yang sudah banyak digunakan untuk melakukan estimasi terhadap kurva regresi yaitu regresi nonparametrik deret fourier. Deret fourier memiliki kelebihan yaitu mampu mengatasi sebaran data dengan trigonometri dalam hal ini adalah sinus dan cosinus (Bilodeau, 1992).

Penelitian menggunakan regresi nonparametrik deret fourier telah banyak dikembangkan antara lain penelitian pertama oleh Bilodeau (1992), kemudian Octavanny, dkk (2019) mengkaji model regresi nonparametrik pada kasus anak yang di lahirkan di Indonesia yang kesimpulan pada penelitiannya model terbaik menggunakan tiga parameter osilasi untuk masing-masing prediktor dengan GCV sebesar 0,0534, R-square sebesar 80,04%, MSE sebesar 0,0078 dan peneliti menyarankan untuk parameter osilasi lebih tinggi guna meningkatkan kinerja model.

Dengan demikian model regresi nonparametrik deret fourier yang akan diaplikasikan pada Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Provinsi Jawa Barat menjadi provinsi dengan TPT tertinggi yakni per Agustus 2022 sebesar 8,31% dengan total 2,13 juta jiwa. Menurut Kepala Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Jawa Barat Rachmat Taufik Garsadi, TPT Jawa Barat menjadi penurunan tertinggi kedua di tingkat nasional. Tetapi penurunan tidak dapat bergerak secepat provinsi lain. Pasalnya, Jawa Barat menjadi tujuan para pencari kerja sehingga sangat kompetitif antara para pencari kerja diluar provinsi dengan warga lokal. Disisi lain, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) naik 1,20% dari 64,95% menjadi 66,15% artinya penduduk bekerja per Agustus 2022 naik sebanyak 1,14 juta jiwa dari Agustus 2021. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diperoleh rumusan masalah berdasarkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat sehingga yang akan dilakukan penelitian ini bertujuan untuk memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) menggunakan regresi nonparametrik deret fourier untuk memperoleh model terbaik dan manfaat yang berkesinambungan

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode teknik analisis regresi nonparametrik deret fourier dengan melihat nilai GCV minimum. Sumber data yang digunakan data sekunder dari publikasi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat tahun 2022. Data tersebut meliputi TPT untuk variabel respon, dan untuk variabel prediktor yaitu Kepadatan Penduduk, Presentase Penduduk Miskin, APK, IPM, dan TPAK dengan observasi sebanyak 27 Kabupaten/Kota di Jawa Barat.

Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknis analisis deskriptif.

Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan ketergantungan antara dua variabel ketika salah satu variabel mempengaruhi variabel lain. Variabel yang mempengaruhi dinamakan variabel prediktor dan variabel yang dipengaruhi dinamakan variabel respon (Draper dan Smith, 1998). Model populasi regresi sederhana sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i; \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2), i = 1, 2, 3, \dots, N \quad \dots (1)$$

Pendugaan parameter model persamaan 1 menggunakan Metode Kuadrat Terkecil atau *Ordinary Least Squares* (OLS) yaitu meminimumkan jumlah kuadrat residual. β_0 dan β_1 ditaksir melalui b_0 dan b_1 . Rumus untuk b_1 adalah

$$b_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Sedangkan rumus untuk b_0 adalah

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

Sehingga diperoleh model taksiran regresi linier sederhana adalah

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah metode regresi yang digunakan untuk menyatakan hubungan antara variabel respon dan prediktor ketika pola kurva fungsi regresi yang tidak diketahui. Pola kurva dihasilkan dari pendekatan fungsi tertentu (Eubank, 1988). Model regresi nonparametrik sebagai berikut:

$$Y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \varepsilon_i = \sum_{j=1}^p f_j(x_{ji}) + \varepsilon_i, j = 1, 2, 3, \dots, p \quad \dots (2)$$

Dimana x_{ji} merupakan variabel prediktor dengan j banyaknya variabel prediktor dari satu sampai p, $f_j(x_{ji})$ merupakan fungsi regresi nonparametrik, dan ε_i adalah residual yang memenuhi asumsi klasik.

Kurva $f_j(x_{ji})$ diestimasi menggunakan variabel responnya berdasarkan variabel prediktor yang dihaluskan (*smooth*). Estimasi fungsi regresi nonparametrik dilakukan berdasarkan data observasi dengan menggunakan beberapa fungsi. Salah satu fungsi yang digunakan adalah deret fourier. Deret fourier adalah fungsi polinomial trigonometri dengan fleksibilitas tinggi sehingga efisien pada data. Fungsi tersebut juga memiliki suatu periodik (berulang) dalam hal ini adalah sinus dan cosinus (Bilodeau, 1992).

Persamaan fungsi deret fourier sebagai berikut:

$$f_j(x_{ji}) = \frac{1}{2} \alpha + \beta_j x_{ji} + \sum_{q=1}^Q \beta_{qj} \cos(qx_{ji}) \quad \dots (3)$$

Regresi Nonparametrik Deret Fourier

Pendekatan deret fourier yang digunakan dinyatakan fungsi sinus dan cosinus. Tujuan mengambil kombinasi salah satu fungsi polinomial diantara sinus atau cosinus untuk estimasi pada data menjadi efisien sehingga data dengan pola kurva yang tidak diketahui dapat diteliti (Bilodeau, 1992). Model regresi nonparametrik deret fourier sebagai berikut:

$$Y_i = \frac{1}{2}\alpha + \beta_j x_{ji} + \sum_{q=1}^Q \beta_{qj} \cos(Qx_{ji}) + \varepsilon_i \quad \dots (4)$$

Dimana:

Y_i : Variabel respon

α : Konstanta

β_j : Parameter koefisien regresi, $j = 1, 2, 3, \dots, p$

x_{ji} : Variabel prediktor, $j = 1, 2, 3, \dots, p$

$\beta_{qj} \cos(Qx_{ji})$: Parameter penghalus

q : Titik-titik osilasi, $q = 1, 2, 3, \dots, Q$

ε_i : residual

Estimasi diperoleh dari meminimumkan residual, turunan $(\varepsilon' \varepsilon)$ ke β sebagai berikut:

$$\frac{\partial (\varepsilon' \varepsilon)}{\partial \beta} = 0 \quad \dots (5)$$

Sehingga diperoleh estimasi kurva regresi $\hat{\beta}_i$ sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X'(Q)X(Q))^{-1}X'(Q)Y \quad \dots (6)$$

Titik Osilasi Optimal

Titik osilasi optimal (parameter penghalusan) sebagai pengatur kesesuaian fungsi yang ditunjukkan dengan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) yang terkecil (Prahutama, 2013). Salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan titik osilasi (Q) yang optimal pada deret fourier adalah GCV karena memiliki sifat optimal asimtotik dalam pembentukan kurva lebih akurat. Model terbaik regresi nonparametrik deret fourier diperoleh dari nilai GCV paling minimum, nilai GCV minimum memiliki nilai *Means Squared Error* (MSE) yang kecil. Penentuan titik osilasi optimal akan memberikan nilai R^2 yang tinggi (Eubank, 1988). Berikut persamaan GCV:

$$GCV(Q) = \frac{MSE(Q)}{\left[\frac{1}{n} \text{trace}(I - A(Q))\right]^2} \quad \dots (7)$$

Dengan:

$$MSE(Q) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad \dots (8)$$

Dimana I adalah matriks identitas, dan matriks $A(Q)$ diperoleh dari perhitungan persamaan 6 sebagai berikut:

$$A(Q) = X(Q)(X'(Q)X(Q))^{-1}X'(Q) \quad \dots (9)$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskripsi Data

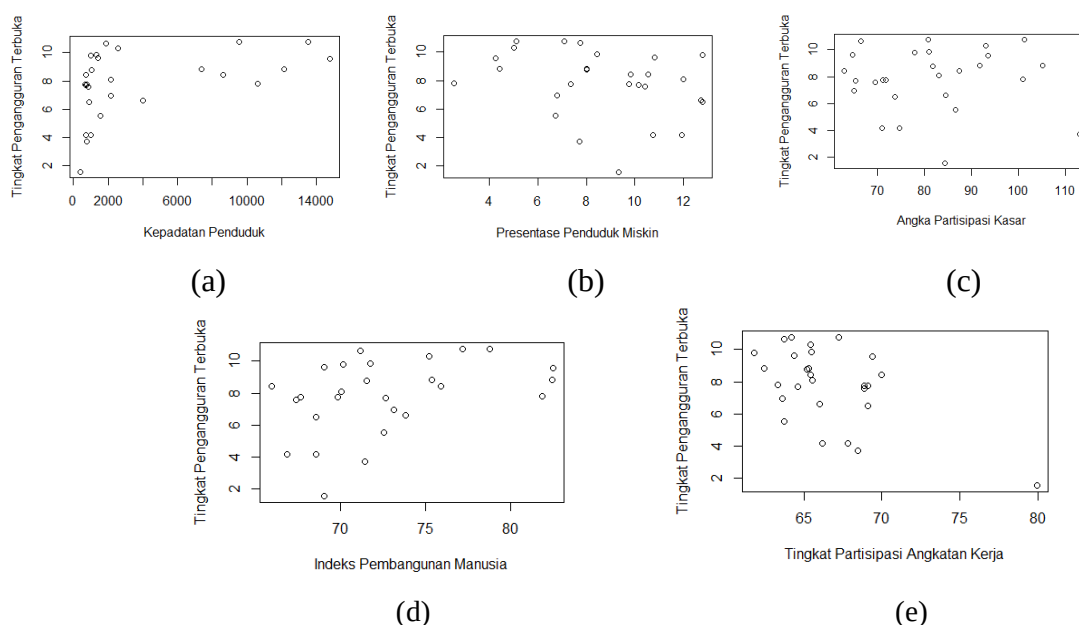
Pada bagian deskripsi data akan disajikan kondisi dari setiap variabel meliputi rata-rata dan standar deviasi (SD).

Tabel 1 Statistik Deskriptif

Variabel	Rata-Rata	Standar Deviasi (SD)
Y: Tingkat Pengangguran Terbuka	7,80	2,33
X1: Kepadatan Penduduk	3824,00	4548,00
X2: Presentase Penduduk Miskin	8,63	2,83
X3: Angka Partisipasi Kasar	81,58	13,52
X4: Indeks Pembangunan Manusia	72,61	4,72
X5: Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	66,49	3,53

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) memiliki nilai rata-rata sebesar 7,80% dengan standar deviasi 2,33% artinya sebaran antar data baik karena standar deviasi lebih kecil dari nilai rata-rata. Kepadatan penduduk memiliki nilai rata-rata sebesar 3824 jiwa/km² dengan standar deviasi sebesar 4548 jiwa/km² artinya sebaran antar data lebih bervariasi karena memiliki standar deviasi lebih besar dari rata-rata. Persentase penduduk miskin memiliki nilai rata-rata sebesar 8,63% dengan standar deviasi sebesar 2,83% artinya sebaran antar data baik karena standar deviasi lebih kecil dari rata-rata. Angka partisipasi kasar memiliki nilai rata-rata sebesar 81,58% dengan standar deviasi sebesar 13,52% artinya sebaran antar data baik karena memiliki hasil lebih kecil dari rata-rata. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) memiliki nilai rata-rata sebesar 72,61% dengan standar deviasi sebesar 4,72% artinya sebaran antar data baik karena memiliki hasil lebih kecil dari rata-rata. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) memiliki nilai rata-rata sebesar 66,49% dengan standar deviasi sebesar 3,53% artinya sebaran antar data baik karena memiliki hasil lebih kecil dari rata-rata.

Pola Hubungan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dengan Faktor–Faktor yang Diduga Mempengaruhinya



Gambar 1. Scatterplot Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dengan Kepadatan Penduduk (a), Presentase Penduduk Miskin (b), Angka Partisipasi Kasar (APK) (c), Indeks Pembangunan Manusia (IPM) (d), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) (e)

Berdasarkan Gambar 1, variabel TPT sebagai variabel respon dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu Kepadatan Penduduk, Presentase Penduduk Miskin, APK, IPM, dan TPAK menunjukkan kurva yang tidak mengikuti pola hubungan tertentu, sehingga model regresi nonparametrik akan digunakan untuk menganalisis hubungan variabel-variabel tersebut.

Penentuan Titik Osilasi Optimal Model Regresi Nonparametrik Deret Fourier

Tabel 2. Pemilihan Titik Osilasi Optimal (Q) Berdasarkan GCV

Parameter Osilasi	GCV	R ²	MSE
1	6,213	0,58	2,18
2	0,277	0,63	0,63
3	0,067	0,84	0,9

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh model regresi nonparametrik deret fourier dengan empat titik osilasi memiliki nilai GCV minimum sebesar 0,067 dan memiliki nilai MSE sebesar 0,9 sehingga diperoleh R² tertinggi sebesar 84% saat Q=3. Koefisien determinasi 84% menunjukkan proporsi keragaman Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 84% dapat dijelaskan oleh variabel Kepadatan Penduduk, Presentase Penduduk Miskin, Angka Partisipasi Kasar (APK), Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) dan sisanya 16% akibat variabel lain yang tidak ada dalam model. Model regresi nonparametrik deret fourier terbaik pada Q=3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_i = & \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_{11} \cos(x_{1i}) + \beta_{21} \cos(2x_{1i}) + \beta_{31} \cos(3x_{1i}) + \beta_2 x_{2i} \\ & + \beta_{12} \cos(x_{2i}) + \beta_{22} \cos(2x_{2i}) + \beta_{32} \cos(3x_{2i}) + \beta_3 x_{3i} + \beta_{13} \cos(x_{3i}) \\ & + \beta_{23} \cos(2x_{3i}) + \beta_{33} \cos(3x_{3i}) + \beta_4 x_{4i} + \beta_{14} \cos(x_{4i}) + \beta_{24} \cos(2x_{4i}) \\ & + \beta_{34} \cos(3x_{4i}) + \beta_5 x_{5i} + \beta_{15} \cos(x_{5i}) + \beta_{25} \cos(2x_{5i}) + \beta_{35} \cos(3x_{5i}) \end{aligned}$$

Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Deret Fourier

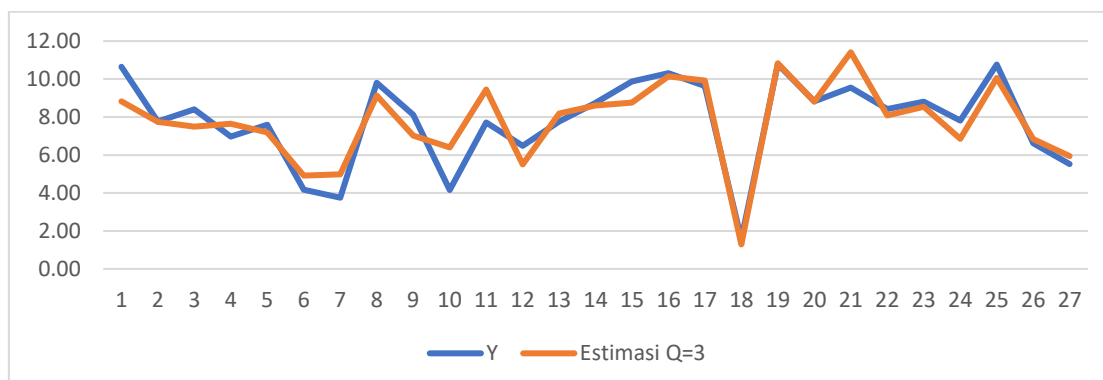
Setelah menentukan model terbaik yang diperoleh dari GCV minimum. Kemudian model dilakukan pengujian parameter dan pengujian asumsi residual yang telah terpenuhi. Berikut interpretasi dari model taksiran regresi nonparametrik deret fourier terbaik pada Q=3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_i = & 0,01 - 0,0001x_{1i} + 0,13\cos(x_{1i}) + 0,33\cos(2x_{1i}) + 0,83\cos(3x_{1i}) \\ & + 0,18x_{2i} + 0,22\cos(x_{2i}) - 2,03\cos(2x_{2i}) - 0,25\cos(3x_{2i}) - 0,08x_{3i} \\ & + 0,44\cos(x_{3i}) + 0,4\cos(2x_{3i}) - 0,95\cos(3x_{3i}) + 0,44x_{4i} \\ & + 0,35\cos(x_{4i}) - 0,52\cos(2x_{4i}) - 1,18\cos(3x_{4i}) - 0,27x_{5i} \\ & + 0,46\cos(x_{5i}) - 0,37\cos(2x_{5i}) + 0,66\cos(3x_{5i}) \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan model taksiran regresi nonparametrik deret fourier diketahui bahwa nilai koefisien regresi (x_1) Kepadatan Penduduk sebesar $-0,0001$ artinya jika Kepadatan Penduduk meningkat sebesar 1 jiwa/km² maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan menurun sebesar 0,0001%. Nilai koefisien regresi (x_2) Presentase Penduduk Miskin sebesar 0,18 artinya jika Presentase Penduduk Miskin meningkat sebesar 1% maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan meningkat sebesar 0,18%. Nilai koefisien regresi (x_3) Angka Partisipasi Kasar (APK) sebesar $-0,08$ artinya jika Angka Partisipasi Kasar meningkat 1% maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan menurun sebesar 0,08%. Nilai koefisien regresi (x_4) Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebesar 0,44 artinya jika Indeks Pembangunan Manusia (IPM) meningkat sebesar 1% maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan meningkat sebesar 0,44%. Nilai koefisien regresi (x_5) Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) sebesar $-0,27$ artinya jika Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) meningkat

sebesar 1% maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan menurun sebesar 0,27%.

Gambar 1. Data Aktual dengan Nilai Estimasi Tingkat Pengangguran Terbuka Pada Titik Osilasi Optimal (Q=3)



Berdasarkan model regresi nonparametrik deret fourier diperoleh perbandingan data aktual dan nilai estimasi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat disajikan pada Gambar 1 menggambarkan perbandingan antara data aktual dan nilai estimasi dari estimasi Q=3 Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dapat dilihat bahwa titik osilasi Q=3 memiliki nilai estimasi paling mendekati data aktual yang ditunjukkan. Sehingga dapat disimpulkan regresi nonparametrik deret fourier telah mampu mengenali pola hubungan berulang (periodik) dengan garis trend tertentu pada kasus Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Jawa Barat.

D. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan dari analisis statistik deskriptif diperoleh bahwa Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), Persentase penduduk miskin, Angka partisipasi kasar, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), dan Kepadatan penduduk memiliki sebaran antar data tidak mengikuti pola tertentu. Berdasarkan statistik deskriptif semua data sebaran data baik kecuali kepadatan penduduk memiliki sebaran data yang lebih bervariasi. Hasil *scatterplot* memperlihatkan data yang tidak mengikuti pola hubungan tertentu.
2. Model regresi nonparametrik deret fourier terbaik dari Q=3 dengan nilai GCV minimum sebesar 0,067 sehingga diperoleh nilai R^2 sebesar 84% artinya proporsi keragaman Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 84% dapat dijelaskan oleh variabel Kepadatan Penduduk, Presentase Penduduk Miskin, Angka Partisipasi Kasar (APK), Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) dan sisanya 16% akibat variabel lain yang tidak ada dalam model.

Acknowledge

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian ini, khususnya kepada seluruh dosen Program Studi Statistika Unisba yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis. Terima kasih kepada rekan-rekan yang mendukung dan membantu memberikan kritik dan saran sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] MAD, O., Budiantara, DI., Kuswanto, H. & Rahmawati, D.P. (2019). Modeling of Children Ever Born in Indonesia Using Fourier Series Nonparametric Regression. *Journal of Physics: Conference Series*.
- [2] Sudjana. (2017). *Metode Statistika*. Bandung: TARSITO.
- [3] Bilodeau, M. (1992). "Fourier Smoother and Additive Models", *The Canadian Journal*

- of Statistics*, 3, hal. 257-259.
- [4] Prahutama, A. (2013). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Deret Fourier Pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2013*.
 - [5] Eubank, R. L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*, Marcel Dekker, New York.
 - [6] Badan Pusat Statistik Jawa Barat. (2022). *Provinsi Jawa Barat Dalam Angka 2023*.
 - [7] _____. *Angka Partisipasi Kasar*. Bandung.
 - [8] _____. *Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja*. Bandung.
 - [9] Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis, Third Edition*. John Wiley & Sons.
 - [10] Gujarati, Damodar N. (2003). *Basic Econometrics, Fourth Edition*. The Mcgraw-Companies.
 - [11] Fatmawati, & Rifai, N. A. K. (2023). Klasifikasi Penyakit Diabetes Retinopati Menggunakan Support Vector Machine dengan Algoritma Grid Search Cross-validation. *Jurnal Riset Statistika*, 79–86. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i1.1945>