

PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA TERHADAP FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA DI PULAU KALIMANTAN MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

Aulia Ma'rifa¹, Dewi Anggraini^{2*}, Selvi Annisa³

^{1,2,3} Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Lambung Mangkurat

*e-mail: dewi.anggraini@ulm.ac.id

DOI: 10.14710/J.GAUSS.XX.X.XX-XX

Article Info:

Received: 2023-08-16

Accepted: 2024-09-12

Available Online: 2024-09-18

Keywords:

Open Unemployment Rate; Spline
Truncated Nonparametric
Regression; Note Point.

Abstract: The Open Unemployment Rate is an indicator used to measure the unemployment rate in the labor force. Kalimantan Island is one of the largest islands in Indonesia with a population of around 16.8 million people and is still experiencing problems in overcoming unemployment. Efforts are needed to overcome the problem of unemployment so that it can be resolved and does not have an impact on many things. The purpose of this study was to determine the factors that influence unemployment in Kalimantan using truncated spline nonparametric regression. The nonparametric spline truncated regression analysis approach is used because the pattern of relationship between the open unemployment rate and the factors that are thought to influence it does not form a specific pattern. The results of this study obtained the best model using one knot, with the average length of schooling (X_1) and labor force participation rate (X_2) variables able to explain the variability of the open unemployment rate in Kalimantan of 56,05 percent.

1. PENDAHULUAN

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) diartikan sebagai persentase angkatan kerja yang ingin memperoleh pekerjaan tetapi belum mendapatkan pekerjaan. Tingginya tingkat pengangguran terbuka yang belum bisa terselesaikan merupakan isu yang masih menjadi permasalahan di Indonesia. Hasil Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) periode Agustus 2021 menyebutkan bahwa TPT di Indonesia mencapai 6,49 persen. Dengan jumlah penduduk sebesar 16,8 juta jiwa, Pulau Kalimantan adalah salah satu pulau terbesar di Indonesia yang menjadi gambaran tantangan pembangunan negara dalam mengatasi persoalan tingginya angka pengangguran terbuka (Nur, 2020). Terdapat satu provinsi di Pulau Kalimantan yang memiliki angka TPT lebih tinggi dari angka TPT Indonesia, yaitu Provinsi Kalimantan Timur, dengan angka TPT sebesar 6,83 persen. Sisanya sudah berada di bawah angka TPT Indonesia, akan tetapi hal tersebut jika dibiarkan akan berdampak pada banyak hal, khususnya pada sektor ekonomi. Pengangguran yang berkekerpanjangan dapat berefek negatif pada psikologis individu dan keluarganya. Dampak lain yang timbul akibat masalah ini adalah meningkatnya kriminalitas, kekerasan, dan kejahatan, yang mana hal tersebut akan berpengaruh pada kesejahteraan masyarakat (Sabiq dan Aspari, 2021).

Dalam proses pembangunan ekonomi, keberhasilan mengatasi masalah pengangguran berdampak pada stabilitas sosial, politik, dan kehidupan masyarakat (Djojohadikusumo, 1994). Akan lebih mudah bagi pemerintah untuk mengatasi masalah pengangguran apabila faktor – faktor yang mempengaruhinya diketahui dengan baik. Permasalahan mengenai pengangguran pernah di bahas oleh I Nyoman Budiantara (2019), Rismal (2016), dan Alfika Yuliana Puspita (2022). Dari ketiga penelitian tersebut, didapat indikator yang berpengaruh

terhadap TPT, yaitu indikator pendidikan, kependudukan, dan ketenagakerjaan. Sama halnya dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pengambilan keputusan model terbaik pada persentase TPT di Pulau Kalimantan akan menggunakan analisis regresi nonparametrik *spline truncated* karena metode ini tidak memerlukan asumsi linieritas atau bentuk fungsi tertentu antara variabel prediktor dan variabel respon, yang sangat penting dalam kasus di mana data tidak menunjukkan pola yang jelas. Selain itu, *spline truncated* mampu menangani data dengan variabilitas yang tinggi dan heteroskedastisitas, serta fleksibel dalam memodelkan hubungan yang kompleks dengan menentukan titik knot optimal yang meminimalkan error.

Berdasarkan penelusuran yang dilakukan peneliti, belum ditemui penelitian yang membahas analisis faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Kalimantan tahun 2021 dengan regresi nonparametrik. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi variabel yang secara signifikan akan mempengaruhi TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021 dengan analisis regresi nonparametrik *spline truncated*. Data penelitian menunjukkan tidak ada pola khusus antara variabel respon dengan variabel prediktor. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021, serta untuk membangun model yang mampu secara akurat memprediksi TPT berdasarkan variabel-variabel prediktor yang ada. Penelitian ini memiliki unsur pembeda dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yaitu dengan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated*, yang tidak hanya menawarkan fleksibilitas dalam memodelkan data tanpa asumsi bentuk fungsi tertentu, tetapi juga diharapkan mampu menghasilkan model yang lebih akurat dengan *error* yang lebih kecil. Oleh karena itu, dipilih penggunaan regresi nonparametrik *spline truncated* karena kemampuannya yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data. *Error* yang dihasilkan juga lebih kecil oleh kemampuan *spline truncated* untuk memperkirakan kurva regresi dengan titik *knot* yang optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tingkat pengangguran mencakup individu – individu yang berada dalam berbagai situasi, mereka yang tak punya pekerjaan dan aktif mencari pekerjaan, tak punya pekerjaan dan tengah mempersiapkan usaha, tidak mencari pekerjaan karena merasa sulit mendapatkan pekerjaan, serta yang sudah memiliki pekerjaan tetapi belum mulai bekerja. Tingginya angka pengangguran terbuka mempunyai implikasi sosial yang luas sebab mereka yang tidak bekerja tidak mempunyai pendapatan. Semakin tinggi tingkat pengangguran, semakin banyak tenaga kerja yang tidak terserap diterima oleh pasar kerja (BPS, 2018).

Rata – rata lama sekolah ialah ukuran rata – rata lamanya (tahun) penduduk usia 25 tahun ke atas untuk menyelesaikan pendidikan formal. Kemampuan dan pilihan karir mereka akan bertambah seiring mereka melanjutkan pendidikan formal, hal ini berpotensi menurunkan tingkat pengangguran terbuka (BPS, 2018). Tak hanya berfokus pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan bagi para pekerja, pendidikan juga dapat memberikan nilai – nilai, sikap, dan aspirasi secara langsung maupun tidak langsung berkaitan dengan kepentingan pembangunan.

Menurut (Mulyadi, 2003), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) adalah jumlah persentase penduduk usia kerja yang sedang bekerja atau mencari pekerjaan. Tingginya TPAK mengindikasikan lebih banyak tenaga kerja untuk menghasilkan barang dan jasa dalam perekonomian. Terdapat dua faktor yang berpengaruh pada keadaan ketenagakerjaan, yaitu faktor permintaan dan faktor penawaran.

Dependency ratio diartikan sebagai ukuran yang menggambarkan hubungan antara penduduk non produktif dengan penduduk produktif secara ekonomi (BPS, 2018).

Dependency ratio dapat menimbulkan banyaknya tanggungan para angkatan kerja produktif. Tingginya *dependency ratio* dapat menunjukkan bahwa tingkat pengangguran di wilayah tersebut juga tinggi. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik setiap variabel penelitian berdasarkan nilai rata-rata, maksimum, minimum, dan varians data. Data disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sifat dan pola yang ada (Walpole, 2012).

Spline dan *spline truncated* adalah dua konsep dalam analisis regresi nonparametrik yang memiliki perbedaan utama dalam hal bagaimana mereka memodelkan data. *Spline* adalah fungsi potongan – potongan (*piecewise*) yang digunakan untuk memodelkan data dengan menggabungkan segmen-segmen polinomial pada titik-titik tertentu yang disebut *knots*. *Spline* ini menghasilkan kurva yang halus dan kontinu. Sementara itu, *spline truncated* adalah bentuk khusus dari *spline* yang memotong atau menghentikan fungsi *spline* di luar titik *knot* tertentu, yang memungkinkan model untuk lebih fleksibel dalam menyesuaikan perubahan pola data yang terjadi secara lokal. Penggunaan *spline truncated* sering kali lebih efektif dalam menangani data dengan variabilitas tinggi atau yang tidak memiliki pola linier, karena mampu mengurangi *i error* dengan lebih tepat pada titik-titik yang penting.

Untuk menetapkan hubungan antara variabel respon dengan sekumpulan variabel prediktor yang tidak membentuk pola tertentu (eksponensial, linier, kubus, kuadrat) dapat menggunakan pendekatan nonparametrik. Model regresi nonparametrik tidak memberikan asumsi terhadap bentuk kurva regresi f . Kurva regresi f dapat diasumsikan *smooth* dalam arti f merupakan anggota ruang Sobolev $W_2^m[0,1] = \{m; m^{(k)}, k = 0, 1, \dots, m - 1 \text{ kontinu absolut pada } [0,1] \text{ dan } m^{(m)} \in L_2[0,1]\}$. Dengan $L_2[0,1]$ merupakan himpunan fungsi – fungsi yang kuadrat terintegral pada $[0,1]$ dan $m^{(k)}$ menyatakan turunan ke- k fungsi m (Eubank, 1998). Pendekatan regresi nonparametrik mencakup sejumlah model seperti *Spline*, Polinomial Lokal, Deret *Orthogonal*, Deret *Fourier*, *Wavelet*, dan MARS (Aryantari, 2017).

Spline truncated adalah suatu metode pemulusan pada regresi nonparametrik. Kemampuannya menangani data dengan perubahan tajam menggunakan bantuan titik – titik *knot*, menghasilkan kurva yang lebih *smooth*. Model umum regresi nonparametrik *spline truncated* berorde m dengan titik knots $k_{11}, k_{12}, \dots, k_{kj}$ adalah sebagai berikut (Eubank, 1998).

$$y_i = \sum_{j=0}^m \beta_j x_i^j + \sum_{q=1}^k \beta_{m+q} x_i - k_q^m + \varepsilon_i \quad (1)$$

dengan fungsi *truncated*,

$$(x_i - k_q)_+^m = \begin{cases} (x_i - k_q)^m, & x_i \geq k_q \\ 0, & x_i < k_q \end{cases} \quad (2)$$

Dalam persamaan (1), x_i digunakan sebagai prediktor umum, sedangkan pada persamaan (2) x_i berperan dalam mendefinisikan fungsi *truncated* yang berfokus pada interaksi dengan titik *knot*. Estimasi parameter model regresi nonparametrik *spline truncated* dilakukan dengan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) berdasarkan persamaan (1). Metode OLS bertujuan untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari selisih antara nilai observasi y_i dan nilai prediksi model. Dengan demikian, OLS mencari parameter yang menghasilkan kurva *spline* yang paling sesuai dengan data yang tersedia. Proses ini melibatkan penentuan nilai-nilai β_j dan β_{m+q} untuk memastikan bahwa model mampu menangkap variasi data dengan baik. Estimasi parameter untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dilakukan dengan menerapkan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) seperti yang dijelaskan berikut ini.

$$\hat{\beta}_j = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (3)$$

dimana \mathbf{Y} merupakan vektor respon yang berukuran $n \times 1$, \mathbf{X} merupakan matriks berukuran $n \times (m + q + 1)$ yang terdiri dari $m + q$ kolom variabel prediktor dan 1 kolom angka 1. Sedangkan $\hat{\beta}$ merupakan parameter dari fungsi *spline*.

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{i1}^m & (x_{11} - k_1)_+^m & \cdots & (x_{i1} - k_q)_+^m \\ 1 & x_{12} & \cdots & x_{i2}^m & (x_{12} - k_1)_+^m & \cdots & (x_{i2} - k_q)_+^m \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & \cdots & x_{in}^m & (x_{1n} - k_1)_+^m & \cdots & (x_{in} - k_q)_+^m \end{bmatrix}$$

Titik-titik knot optimal adalah lokasi di mana fungsi *spline* menunjukkan perubahan pola yang signifikan. Penentuan titik *knot* optimal sangat penting untuk mendapatkan fungsi *spline* yang terbaik, karena titik-titik ini memungkinkan model untuk menangkap variasi data yang kompleks dan nonlinier. Penggunaan titik *knot* membantu memecah data menjadi segmen-segmen yang lebih kecil, sehingga memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan model dengan pola data yang ada. Salah satu metode untuk menentukan titik knot optimal adalah dengan menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV), yang berfokus pada mencari nilai GCV yang paling minimum. Persamaan untuk metode GCV dijelaskan sebagai berikut (Eubank, 1998)

$$GCV = \frac{MSE}{(n^{-1} \text{trace}[\mathbf{I} - \mathbf{A}(k)])^2} \quad (4)$$

Dengan matriks \mathbf{A} merupakan matriks *Hessian* = $\mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$ yang memuat titik knot $k = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ dan \mathbf{I} adalah matriks identitas.

Uji F digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh gabungan parameter model regresi dengan cara bersamaan (Ardiansyah, 2019).

Hipotesis :

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{(m+q)} = 0$ (semua variabel independen secara serentak tidak signifikan terhadap model)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0$; (semua variabel independen secara serentak signifikan terhadap model) dengan $j = 1, 2, \dots, (m + q)$

Statistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (5)$$

Daerah penolakan H_0 adalah jika $F_{hitung} > F_{\alpha; (m+q, n-(m+q)-1)}$ atau $p_{value} < \alpha$. Jika H_0 ditolak maka setidaknya satu parameter memiliki signifikan terhadap model.

Uji t digunakan untuk mengidentifikasi parameter yang berpengaruh pada model regresi secara parsial (Ardiansyah, 2019).

Hipotesis :

$H_0 : \beta_j = 0$ (variabel independen ke j secara parsial tidak signifikan terhadap model)

$H_1 : \beta_j \neq 0$; (variabel independen ke j secara parsial signifikan terhadap model) dengan nilai $j = 1, 2, \dots, (m + q)$
 Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{SE}(\hat{\beta}_j)} \quad (6)$$

Dimana $\hat{SE}(\hat{\beta}_j)^2$ merupakan standar *error* dari $\hat{\beta}_j^2$. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$ maka berpengaruh signifikan pada variabel respon dengan variabel prediktor.

Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur sejauh mana model bisa menjelaskan variabilitas dalam data. Model dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi dianggap baik (Saefudin, 2009). Nilai koefisien determinasi dapat diperoleh menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned} R^2 &= 1 - \frac{SSE}{SST} \\ &= 1 - \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \end{aligned} \quad (7)$$

SSE merupakan *Sum of Square Error* dan SST merupakan *Sum of Square Total*.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder tahun 2021 yang diperoleh melalui *website* Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Utara mengenai tingkat pengangguran terbuka. Pada penelitian ini terdapat unit observasi meliputi 56 Kota/Kabupaten di Pulau Kalimantan. Variabel yang digunakan terbagi menjadi variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) dengan rincian sebagai berikut.

- Y : variabel dependen, tingkat pengangguran terbuka (persen)
- X₁ : variabel independen, rata – rata lama sekolah (tahun)
- X₂ : variabel independen, tingkat partisipasi angkatan kerja (persen)
- X₃ : variabel independen, *dependency ratio* (persen)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini regresi nonparametrik *spline truncated*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* R studio. Analisis dilakukan dengan tahapan penelitian sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data yang tersedia di *website* Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Utara.
2. Melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik tingkat pengangguran terbuka di Pulau Kalimantan pada tahun 2021 serta faktor – faktor yang diduga mempengaruhinya.
3. Membuat *scatter plot* antara TPT terhadap masing – masing faktor yang diduga mempengaruhi untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi.
4. Memodelkan TPT di Pulau Kalimantan dengan menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*.

5. Pemodelan tingkat pengangguran terbuka di pulau kalimantan menggunakan model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu, dua, dan tiga titik knot. Pemilihan titik *knot* dilakukan dengan menghitung nilai GCV menggunakan persamaan 4.
6. Memilih titik *knot* optimal berdasarkan nilai GCV minimum.
7. Memodelkan regresi *spline truncated* menggunakan titik *knot* yang optimal.
8. Melakukan uji signifikansi parameter simultan (Uji F) dan parsial (Uji t) menggunakan persamaan 5 dan 6.
9. Menghitung nilai koefisien determinasi dengan persamaan 7.
10. Menginterpretasikan model terbaik.
11. Menarik kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

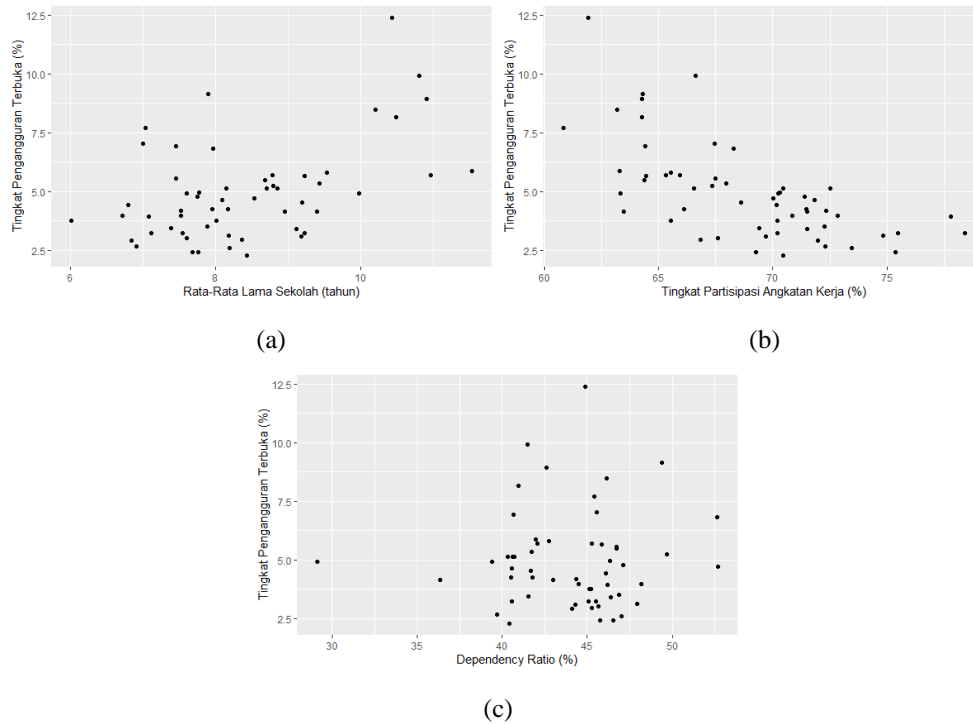
Pada penelitian ini menggunakan data persentase tingkat pengangguran terbuka sebagai variabel respon dan rata – rata lama sekolah, tingkat partisipasi angkatan kerja, *dependency ratio* sebagai variabel prediktor. Data tersebut dideskripsikan menggunakan statistika deskriptif yang terdiri dari nilai rata – rata, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

Variabel	Rata – Rata	Varians	Minimum	Maksimum
Y (Tingkat Pengangguran Terbuka, persen)	4,95	4,246	2,3	12,38
X1 (Rata – rata Lama Sekolah, tahun)	8,4	1,496	6,02	11,53
X2 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, persen)	68,82	15,893	60,86	78,4
X3 (<i>Dependency Ratio</i> , persen)	44,02	14,640	29,14	52,68

Diketahui rata – rata TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021 sebesar 4,95 persen dengan nilai varians sebesar 4,24. Persentase tingkat pengangguran tertinggi berada pada Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat dengan persentase sebesar 12,38 persen. Sedangkan persentase tingkat pengangguran terbuka terendah berada pada Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan persentase sebesar 2,3 persen. Nilai tertinggi dari rata – rata lama sekolah berada pada Kota Palangkaraya sebesar 11,53 tahun. Sedangkan nilai terendah rata – rata lama sekolah berada pada Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat, sebesar 6,02 tahun. Nilai tertinggi tingkat partisipasi angkatan kerja berada pada Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah sebesar 78,4 persen. Nilai terendah tingkat partisipasi angkatan kerja berada pada Kota Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat, sebesar 60,86 persen. *Dependency ratio* tertinggi berada pada Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah sebesar 52,68 persen. Sedangkan *dependency ratio* terendah berada pada Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara, sebesar 29,14 persen.

Langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan data guna mengidentifikasi pola hubungan antara variabel tingkat pengangguran terbuka dengan masing – masing variabel yang diduga mempengaruhinya dengan *scatter plot*.



Gambar 1. (a) *Scatter plot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dan Rata – Rata Lama Sekolah (b) *Scatter plot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (c) *Scatter plot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dan *Dependency Ratio*.

Gambar 1 menunjukkan tidak ada pola yang terlihat dari variabel tingkat pengangguran terbuka dengan seluruh variabel prediktor. Maka dapat digunakan sebagai komponen nonparametrik.

Kemudian pemilihan titik *knot* optimal dengan satu titik *knot*, berikut persamaan dari regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu titik *knot*.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 (X_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 X_2 + \hat{\beta}_4 (X_2 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_5 X_3 + \hat{\beta}_6 (X_3 - k_3)_+^1$$

Didapat nilai GCV dengan satu titik *knot* sebagai berikut.

No	X ₁	X ₂	X ₃	GCV
1	6,02	60,86	29,14	2,29128854
2	6,120182	61,17891	29,568	2,50437169
3	6,220364	61,49782	29,996	2,49924827
4	6,320545	61,81673	30,424	2,48463155
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
56	11,53	78,4	52,68	0,01170997

Pemilihan titik *knot* optimal dengan dua titik *knot*, berikut persamaan dari regresi nonparametrik *spline truncated* dengan dua titik *knot*.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 (X_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (X_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 X_2 + \hat{\beta}_5 (X_2 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_6 (X_2 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 X_3 + \hat{\beta}_8 (X_3 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_9 (X_3 - k_6)_+^1$$

Didapat nilai GCV dengan dua titik *knot* sebagai berikut.

Tabel 3. Pemilihan Titik *Knot* dengan Dua Titik *Knot*

No	X ₁	X ₂	X ₃	GCV
1	6,02	60,86	29,14	2,514093
	6,120	61,178	29,568	
2	6,02	60,86	29,14	2,514093
	6,220	61,497	29,996	
3	6,02	60,86	29,14	2,514093
	6,320	61,816	30,424	
4	6,02	60,86	29,14	2,47216
	6,420	62,135	30,852	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1438	10,127	73,935	46,688	1,698795
	10,327	74,573	47,544	

Pemilihan titik *knot* optimal dengan tiga titik *knot*, berikut persamaan dari regresi nonparametrik *spline truncated* dengan tiga titik *knot*.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 (X_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (X_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 (X_1 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_5 X_2 + \hat{\beta}_6 (X_2 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 (X_2 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_8 (X_2 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_9 X_3 + \hat{\beta}_{10} (X_3 - k_7)_+^1 + \hat{\beta}_{11} (X_3 - k_8)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (X_4 - k_9)_+^1$$

Didapat nilai GCV dengan tiga titik *knot* sebagai berikut.

Tabel 4. Pemilihan Titik *Knot* dengan Tiga Titik *Knot*

No	X ₁	X ₂	X ₃	GCV
1	6,12	61,178	29,568	2,514093
	6,22	61,497	29,996	
	6,32	61,816	30,424	
2	6,12	61,178	29,568	2,119936
	6,22	61,497	29,996	
	6,42	62,135	30,852	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18843	6,22	61,497	29,996	1,611797
	7,222	64,686	34,276	
	11,329	77,762	51,824	

Selanjutnya membandingkan nilai GCV minimum dari tiap titik *knot* yang diperoleh dan memilih titik *knot* terbaik berdasarkan nilai GCV yang paling kecil. Diperoleh nilai GCV minimum dari satu titik *knot* sebesar 0,01170997 GCV minimum dari dua titik *knot* sebesar 1,698795 dan GCV minimum dari tiga titik *knot* sebesar 1,611797. Dengan demikian, dapat dikatakan satu titik *knot* mampu menghasilkan model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik.

Uji Simultan (Uji F)

Tabel 5. *Analysis of Variance* (ANOVA)

Sumber Variasi	Degrees of Freedom (df)	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	F_{hitung}	$p - value$
Regresi	7	130,903	21,81717	10,41656	2,0148
Error	48	102,629	2,094468		
Total	55	233,5319			

Didapat hasil $F_{hitung} = 10,12051 > F_{tabel} = 2,20$, maka H_0 ditolak dan dapat dikatakan bahwa variabel independen secara bersama-sama berpengaruh terhadap TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021.

Uji Parsial (Uji t)

Tabel 6. Hasil Pengujian Parameter Individu

Variabel	Parameter	Estimator Parameter	t_{hitung}	$p-value$	Keterangan
Constants	β_0	18,68379	3,223621	0,002254	Signifikan
X_1	β_1	0,565253	2,633864	0,011265	Signifikan
	β_2	-1,397414	-0,91367	0,36566	Tidak Signifikan
X_2	β_3	-0,349381	-5,53677	1,2E-06	Signifikan
	β_4	0,719740	1,713912	0,09286	Tidak Signifikan
X_3	β_5	0,125684	1,992256	0,05193	Tidak Signifikan
	β_6	0,010943	0,038907	0,96912	Tidak Signifikan

Dengan α sebesar 0,05 apabila terdapat nilai $p - value < 0,05$ maka tolak H_0 . Diperoleh hasil bahwa dari enam parameter, ada dua parameter yang berpengaruh secara parsial yaitu β_1 dan β_3 . Pada pengujian parameter parsial, apabila hanya ada satu parameter dalam variabel independen yang signifikan maka variabel independen tersebut sudah dapat dikatakan signifikan. Sehingga variabel yang memiliki pengaruh signifikansi pada persentase TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021 ialah variabel rata-rata lama sekolah (X_1) dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_2). Sedangkan untuk variabel X_3 tidak mempengaruhi persentase TPT di Pulau Kalimantan pada tahun 2021 sehingga X_3 akan dikeluarkan dari model.

Selanjutnya koefisien determinasi (R^2) menggunakan perhitungan pada persamaan (6) didapat nilai R^2 sebesar 0,560536 atau 56,05 persen. Sehingga dapat dikatakan bahwa variabel prediktor pada penelitian ini mampu menggambarkan variabilitas TPT di pulau Kalimantan sebesar 56,05 persen, sedangkan sisanya sebesar 43,94 persen dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk kedalam perhitungan model.

Menginterpretasi model regresi nonparametrik *spline truncated*, berikut persamaan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan satu titik *knot*.

$$\hat{y} = 18,68378 + 0,5652536X_1 - 1,397414(X_1 - 11,53)_+^1 - 0,349381X_2 + 0,71974(X_2 - 78,4)_+^1$$

Berdasarkan model tersebut, dapat dijelaskan dalam fungsi *truncated* sebagai berikut.

1. Persamaan regresi dari variabel rata – rata lama sekolah.

$$\hat{y} = \begin{cases} 0,5652536X_1 & ; x_i < 11,53 \\ -0,8321604X_1 + 16,1121834 & ; x_i \geq 11,53 \end{cases}$$

Jika suatu daerah memiliki angka rata – rata lama sekolah kurang dari 11,53 tahun, jika terjadi kenaikan sebesar satu tahun rata – rata lama sekolah di daerah itu menyebabkan persentase TPT naik sebesar 0,565 persen. Hampir semua Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan berada pada kategori ini kecuali Kota Palangkaraya. Selanjutnya untuk daerah dengan angka rata – rata lama sekolah lebih dari atau sama dengan 11,53 tahun, jika terjadi kenaikan satu tahun rata – rata lama sekolah di daerah tersebut akan menyebabkan persentase TPT turun sebesar 0,832 persen. Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan yang berada pada kategori ini adalah Kota Palangkaraya. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Novia Asri Kurniawati dan I Nyoman Budiantara (2009) yang menyebutkan bahwa variabel rata – rata lama sekolah berpengaruh secara signifikan terhadap TPT di Jawa Barat. Kemudian penelitian lain dilakukan oleh Rismal (2016) menggunakan estimasi model campuran *spline truncated* dan kernel dalam regresi nonparametrik multivariabel, menunjukkan bahwa rata – rata lama sekolah berpengaruh terhadap TPT. Penelitian lain dilakukan oleh Alfika Yuliana Puspita (2022) yang juga menyebutkan variabel rata – rata lama sekolah berpengaruh secara signifikan terhadap TPT.

2. Persamaan regresi pada variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK).

$$\hat{y} = \begin{cases} -0,3493X_2 & ; x_i < 78,4 \\ 0,370359X_2 - 56,427616 & ; x_i \geq 78,4 \end{cases}$$

Jika suatu daerah memiliki angka TPAK kurang dari 78,4 persen, jika terjadi peningkatan sebesar satu persen TPAK di daerah itu menyebabkan persentase TPT turun 0,349 persen. Hampir semua Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan berada pada kategori ini kecuali Kabupaten Barito Timur. Selanjutnya daerah yang memiliki angka lebih dari atau sama dengan 78,4 persen, jika TPAK di daerah tersebut naik satu persen, akan menyebabkan TPT naik 0,37 persen. Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan yang berada pada kategori ini, ialah Barito Timur. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Novia Asri dan I Nyoman Budiantara (2019) yang meneliti mengenai TPT di Provinsi Jawa Barat menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan apabila nilai TPAK di suatu wilayah tersebut rendah, maka jika terjadi penambahan sebesar satu persen TPAK akan menyebabkan turunnya TPT di wilayah tersebut.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan Persentase TPT tertinggi berada di Kota Pontianak, sebesar 12,38 persen, nilai terendah berada pada Kabupaten Lamandau, sebesar 2,3 persen. Rata – rata lama sekolah tertinggi di Kota Palangkaraya, sebesar 11,53 tahun, nilai terendah berada pada Kabupaten Kayong Utara sebesar 6,02 tahun. Tingkat partisipasi angkatan kerja tertinggi berada di Kabupaten Barito Timur sebesar 78,4 persen, nilai terendah berada pada Kota Mempawah sebesar 60,86 persen. Kemudian *dependency ratio* tertinggi berada di Kabupaten Kotawaringin Barat sebesar 52,68 persen, nilai terendah berada pada Kota tarakan sebesar 29,14 persen.

Rata – rata lama sekolah (x_1) dan tingkat partisipasi angkatan kerja (x_2) adalah dua faktor yang berpengaruh pada TPT di Pulau Kalimantan tahun 2021. Dengan satu titik *knot*, didapat model terbaik regresi nonparametrik *spline truncated* sebagai berikut.

$$\hat{y} = 18,68378 + 0,5652536X_1 - 1,397414(X_1 - 11,53)_+^1 - 0,349381X_2 + 0,71974(X_2 - 78,4)_+^1$$

Dari model tersebut didapat nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 56,05 persen. Dalam kata lain, sebesar 56,05 persen variabel independen dapat menjelaskan masalah tingkat pengangguran terbuka di Pulau Kalimantan, selebihnya sebesar 43,94 persen dijelaskan oleh variabel lain yang tidak terdapat dalam model.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2019. *Permodelan Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan di Provinsi Sulawesi Selatan Dengan Regresi Nonparametrik Spline*. Skripsi Program Sarjana, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin, Makassar.
- Aryantari, I. 2017. *Pemodelan Indeks Pembangunan Gender (IPG) di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline*. Skripsi Program Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- BPS Jawa Barat. 2018. “*Laporan Eksekutif Keadaan Angkatan Kerja Provinsi Jawa Barat Agustus 2018*”.
- Budiantara, I.N. 2009. *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik, Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang, Pidato Pengukuhan Guru Besar, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya: ITS Press.
- Djojohadikusumo, Sumitro. 1994. *Perkembangan Pemikiran Ekonomi, Dasar Teori Pertumbuhan dan Ekonomi Pembangunan*. Penerbit LP3ES Indonesia. Jakarta.
- Eubank, R. L. 1998. *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. Marcel Dekker.
- Mulyadi. 2003. *Ekonomi Sumber Daya Manusia Dalam Perspektif Pembangunan*. Jakarta. Rajagrafindo Persada.
- Nur, B.M. 2020. *Analisis Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Pulau Kalimantan (Periode 2014 - 2018)*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Puspita, A.Y. 2022. *Dampak Pandemi COVID-19 Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka dan Ketimpangan Pendapatan di Indonesia*. Skripsi Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Rismal. 2016. *Estimasi Model Campuran Spline Truncated dan Kernel dalam Regresi Nonparametrik Multivariabel*. Skripsi Program Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sabiq, R.M., & Nurlina, C.A. 2021. *Dampak Pengangguran Terhadap Tindakan kriminal Ditinjau dari Perpektif Konflik*. Jurnal Kolaborasi Resolusi Konflik. Volume 3. (hlm. 51 – 64).
- Saefudin, A. (2009). *Statistika Dasar*. Grasindo.
- Walpole, R.E. & Raymond, H.M. 2012. *Ilmu Peluang Dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuawan*, edisi ke-4, Bandung, Penerbit ITB.