

PEMODELAN KASUS KEMISKINAN PROVINSI PAPUA TAHUN 2021 MENGUNAKAN REGRESI NON PARAMETRIK B-SPLINE

Caraka Arief Ibrahim¹, Faldianus Karno², Yohanita Uniyatri Aprilia³, Alfisyahrina Hapsery^{4*}

^{1, 2, 3, 4, 5}Program Studi Statistika, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

*Email: alfisyahrina@unipasby.ac.id

Abstrak

Kemiskinan di Indonesia masih menjadi salah satu tantangan bagi negara berkembang seperti di Indonesia, khususnya di Provinsi Papua yang selalu memiliki angka kemiskinan tertinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi persentase kemiskinan, penelitian ini menggunakan pendekatan regresi nonparametrik B-Spline. Melalui penggunaan scatterplot, model B-Spline yang optimal diidentifikasi melalui Generalized Cross Validation (GCV), dengan mempertimbangkan variabel-variabel seperti pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran, pendidikan, dan kepadatan penduduk. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun faktor-faktor individual mungkin tidak signifikan secara individu, namun secara kolektif faktor-faktor tersebut mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi tingkat kemiskinan, sebagaimana ditunjukkan oleh uji F yang signifikan. Dengan nilai R-squared yang tinggi sebesar 99,09%, model B-Spline menunjukkan kemampuan yang baik dalam menjelaskan hubungan, hanya 0,91% yang tidak dapat dijelaskan. Oleh karena itu, perlunya pendekatan kebijakan yang holistik untuk mengatasi dampak kolektif pertumbuhan ekonomi, pendidikan dan demografi agar dapat secara efektif mengurangi kemiskinan di wilayah tersebut.

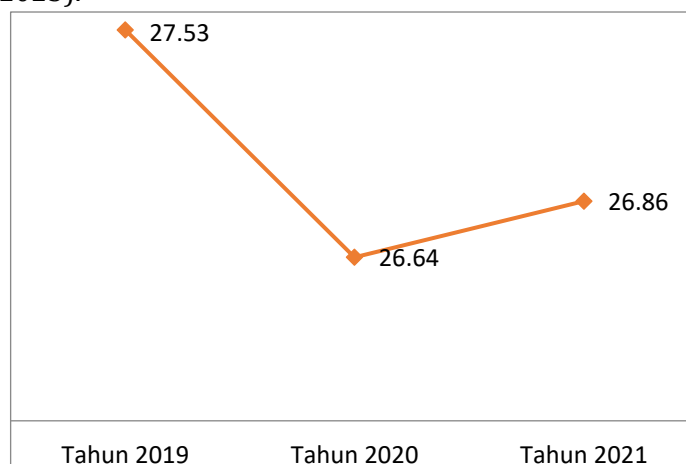
Kata kunci: Pemodelan; B-Spline; Non-Parametrik Regresi; Kemiskinan

Copyright © (2022) Seminar Hasil Riset dan Pengabdian ke 4

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai salah satu negara yang sedang berkembang, terus menghadapi tantangan kompleks terkait masalah kemiskinan yang tidak dapat diabaikan. Masalah ini menunjukkan kecenderungan yang menantang, di mana tingkat kemiskinan dalam masyarakat tampak sulit untuk mengalami penurunan yang signifikan setiap tahunnya. Pada bulan September 2021, jumlah penduduk yang hidup dalam kondisi miskin mencapai 26,50 juta orang (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022). Meskipun terjadi penurunan sebanyak 1,04 juta orang dibandingkan dengan Maret 2021, dan penurunan 1,05 juta orang dibandingkan dengan September 2020, namun tingkat kemiskinan yang masih tinggi mencerminkan kompleksitas permasalahan ini. Persentase kemiskinan di perkotaan, yang mencapai 7,89% pada Maret 2021, mengalami penurunan menjadi 7,60% pada bulan September 2021 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022). Meskipun terdapat perbaikan dalam konteks perkotaan, tantangan meratakan disparitas ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan di seluruh negeri tetap menjadi fokus yang krusial. Fenomena ini menggambarkan betapa mendalamnya masalah kemiskinan yang perlu menjadi perhatian serius pemerintah dan masyarakat Indonesia untuk mencari solusi berkelanjutan guna meningkatkan kualitas hidup sebagian besar penduduknya (CNBC Indonesia, 2023).

Saat ini di Indonesia, Provinsi Papua menempati peringkat teratas sebagai provinsi dengan tingkat kemiskinan paling tinggi. Hal ini mencerminkan situasi ekonomi yang menantang di wilayah tersebut, di mana sejumlah besar penduduk masih menghadapi kesulitan dalam pemenuhan kebutuhan dasar dan peningkatan kesejahteraan. Dengan adanya peringkat ini, penting bagi pemerintah dan pemangku kepentingan untuk mengambil langkah-langkah strategis guna mengatasi masalah kemiskinan dan memajukan pembangunan ekonomi di Papua (CNBC Indonesia, 2023).



Gambar 1. Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2019-2021

Persentase penduduk miskin di Provinsi Papua menunjukkan tren kenaikan dari tahun 2019 hingga 2021, dapat dilihat dari Gambar 1. Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2019-2021, sebagaimana tergambar dalam data yang disajikan oleh Badan Pusat Statistik Prov Papua (2022). Pada tahun 2019, tingkat kemiskinan di wilayah tersebut mencapai 27,53%, mengalami peningkatan menjadi 26,64% pada tahun 2020, dan terus meningkat menjadi 26,56% pada Maret 2022. Meskipun terjadi penurunan sedikit sebanyak 0,58 persen poin jika dibandingkan dengan September 2021, namun secara keseluruhan, persentase penduduk miskin di Provinsi Papua masih menunjukkan kecenderungan peningkatan sepanjang periode tersebut (Badan Pusat Statistik Prov Papua, 2022). Data ini mencerminkan adanya tantangan ekonomi yang mungkin dihadapi oleh masyarakat Papua, dengan dampak yang dapat dirasakan pada pemenuhan kebutuhan dasar dan kesejahteraan mereka. Meskipun terdapat sedikit perbaikan pada pertengahan 2022, perlu dilakukan upaya lebih lanjut untuk merumuskan kebijakan dan program pembangunan yang dapat secara efektif mengurangi tingkat kemiskinan di Provinsi Papua dan meningkatkan kualitas hidup penduduknya.

Beberapa penelitian tentang kemiskinan telah dilakukan, yaitu oleh Muhammad 2023, melakukan Pemodelan Jumlah Penduduk Miskin Di Provinsi Papua Menggunakan regresi nonparametrik B-Spline, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa Regresi nonparametrik B-Spline linear (orde 2) pada kasus jumlah penduduk miskin di Provinsi Papua menunjukkan bahwa sebesar 92,12% pengaruhnya dapat dijelaskan oleh variabel tingkat pengangguran terbuka, kepadatan penduduk, dan PDRB ADHK per kapita di berbagai kabupaten/kota pada tahun 2021 (Selung, Wasliah, & A. Pratiwi, 2014). Sisanya, sekitar 7,88% dari jumlah penduduk miskin dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini. Ni Putu (2015), melakukan pemodelan regresi deret fourier dan Spline truncated dalam regresi nonparametrik multivariable, sehingga menemukan hasil Berdasarkan pemodelan untuk kasus kemiskinan di Provinsi Papua dengan menggunakan Spline Truncated dan Deret Fourier, disimpulkan bahwa model Spline Truncated lebih unggul. GCV Spline Truncated sebesar 16,70, lebih rendah daripada

GCV Deret Fourier yang mencapai 18,79. Selain itu, nilai R^2 pada *Spline Truncated* mencapai 98,46%, sementara R^2 pada Deret Fourier hanya sebesar 89,20%. MSE *Spline Truncated* juga lebih kecil dibandingkan dengan Deret Fourier, menunjukkan performa yang lebih baik dalam pemodelan.

Merujuk pada penelitian terdahulu tersebut, peneliti bertujuan untuk mendalami analisis faktor-faktor yang berperan dalam memengaruhi persentase penduduk miskin. Variabel-variabel yang menjadi fokus kajian melibatkan pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, dan tingkat pendidikan. Pendekatan yang diambil dalam penelitian ini adalah regresi nonparametrik menggunakan metode *B-Spline*, dengan tujuan menggali hubungan kompleks antara faktor-faktor tersebut dan dampaknya terhadap tingkat kemiskinan (S. Rahmawati et al., 2017). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengidentifikasi variabel yang berpengaruh, tetapi juga untuk mendalami pemahaman terhadap dinamika interaksi antar variabel dalam konteks persentase penduduk miskin.

Analisis hubungan antara faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kemiskinan terhadap persentase penduduk miskin dapat diselidiki melalui pendekatan analisis regresi (Selung, Wasliah, & Pratiwi, 2014). Dalam konteks ini, terdapat dua metode estimasi model yang umum digunakan, yaitu regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Pendekatan parametrik diterapkan ketika bentuk fungsi data yang diperoleh menunjukkan suatu pola hubungan yang dapat dengan mudah dijelaskan dengan fungsi matematis tertentu, seperti fungsi linier, kuadratik, dan sebagainya. Pendekatan ini cocok digunakan ketika hubungan antar variabel dapat dimodelkan dengan rumusan matematis yang spesifik dan terdefinisi dengan jelas (Rahmawati et al., 2017).

Di sisilain, jika data yang diperoleh tidak menunjukkan pola hubungan yang mudah dijelaskan dengan fungsi matematis tertentu, maka metode estimasi menggunakan pendekatan nonparametrik menjadi pilihan yang lebih sesuai. Pendekatan ini tidak mengikat data pada suatu bentuk fungsi matematis tertentu dan lebih fleksibel dalam menangkap hubungan yang mungkin kompleks atau tidak terstruktur dengan baik (Rahmawati et al., 2017). Dalam konteks analisis kemiskinan, pemilihan antara pendekatan parametrik dan nonparametrik akan tergantung pada sifat data yang ada dan kompleksitas hubungan antar faktor-faktor yang sedang diteliti. Pendekatan ini memberikan kerangka kerja yang relevan untuk memahami dinamika kemiskinan dan dampak variabel-variabel tertentu terhadap persentase penduduk miskin (Rahmawati et al., 2017).

Salah satu metode dalam regresi nonparametrik adalah penggunaan estimator *Spline*. Dalam analisis regresi nonparametrik, penggunaan estimator *Spline* melibatkan pemilihan basis fungsi, seperti truncated power basis atau basis *B-Spline* (L. Eubank, 1999). Namun, estimator *Spline* dengan truncated power basis memiliki kelemahan pada orde *Spline* tinggi, jumlah knot yang banyak, atau knot yang terlalu rapat, yang dapat menyulitkan penyelesaian persamaan normal. Basis *B-Spline*, sebagai alternatif, terbukti lebih efektif dalam mengatasi kendala tersebut, memberikan stabilitas numerik yang lebih baik terutama pada orde *Spline* yang tinggi dan konfigurasi knot yang kompleks (Eberly, 1999a). Sehingga, penggunaan basis *B-Spline* dapat meningkatkan kehandalan dan kestabilan dalam analisis regresi nonparametrik (Eubank, 1999).

TINJAUAN PUSTAKA

1. Kemiskinan

Penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan disebut penduduk miskin. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, kemiskinan merupakan ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan

bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran (El Adawiyah, 2020). Kemiskinan dapat diartikan sebagai kondisi di mana seseorang atau rumah tangga menghadapi kesulitan dalam memenuhi kebutuhan dasarnya, sementara lingkungannya tidak memberikan peluang yang cukup untuk meningkatkan kesejahteraan secara berkelanjutan atau keluar dari kerentanan (Adawiyah, 2020). Beberapa indikator kemiskinan di masyarakat desa, termasuk keterbatasan akses pendidikan, lahan dan modal pertanian yang terbatas, kurangnya investasi di sektor pertanian, ketidakpenuhan kebutuhan dasar (pangan, papan, perumahan), penggunaan metode pertanian tradisional, rendahnya produktivitas usaha, ketidakadanya tabungan, kesehatan yang kurang terjamin, ketidakmampuan memiliki asuransi dan jaminan sosial, terjadinya korupsi dalam pemerintahan desa, keterbatasan akses air bersih, dan kurangnya partisipasi dalam pengambilan keputusan publik (Badan Pusat Statistik, 2023).

Terdapat tiga konsep kemiskinan, yaitu:

1. Kemiskinan Absolut: Dirumuskan dengan mengukur kebutuhan hidup dasar minimum anggota masyarakat sebagai acuan, seringkali dengan menetapkan garis batas kemiskinan. Konsep ini dapat berbeda di setiap daerah karena berfokus pada kebutuhan yang berbeda antara masyarakat pedesaan dan perkotaan, serta antara desa pertanian dan desa nelayan.
2. Kemiskinan Relatif: Dirumuskan dengan mempertimbangkan dimensi tempat dan waktu. Konsep ini mengasumsikan perbedaan kemiskinan antar daerah dan waktu tertentu, dengan mengukur derajat kekayaan hidup relatif terhadap kelompok masyarakat tertentu. Meskipun populer, konsep ini mendapat kritik karena sulit menentukan standar hidup yang layak.
3. Kemiskinan Subyektif: Dirumuskan berdasarkan persepsi kelompok kemiskinan itu sendiri, tanpa memperhatikan ukuran eksternal. Konsep ini dianggap lebih tepat untuk memahami kemiskinan dan merumuskan strategi penanggulangannya, karena mengakui bahwa pandangan kelompok masyarakat terhadap kemiskinan dapat bervariasi dan berubah seiring waktu.

2. Regresi Non-Parametrik

Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi karena bentuk kurva regresi yang diestimasi menyesuaikan data tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas peneliti (Hardle, 1990). Pendekatan nonparametrik merupakan metode estimasi model yang didasarkan pada pendekatan yang tidak terikat oleh asumsi (Azies & Hapsery, 2020). Pendekatan nonparametrik adalah metode estimasi model yang didasarkan pada pendekatan yang tidak terikat oleh asumsi-asumsi (Eubank, 1999).

Model regresi nonparametrik dengan pengamatan $(x_i, y_i); i = 1, 2, \dots, n$ adalah:

$$y_i = \mu(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

dengan ε_i dengan adalah sesatan yang merupakan variabel random independen dengan *mean* 0 dan varian konstan σ^2 sedangkan $\mu(x_i)$ adalah nilai dari fungsi μ yang tak diketahui pada titik x_1, \dots, x_n dan diasumsikan $a_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_n \leq a_1$ dimana a_0 diambil dari nilai minimum x dan a_1 diambil dari nilai maksimum x (Eubank, 1999)..

3. Regresi B-Spline

Model regresi nonparametrik pada persamaan (2.1) jika didekati dengan fungsi B-spline berorde m dengan k knot, dapat ditulis (Eberly, 1999).

$$y_i = \sum_{j=1}^{m+k} b_j N_{j-m,m}(x_i) + \varepsilon_i \quad , i = 1, 2, \dots, n \tag{2.2}$$

dengan $N_{j-m,m}$ merupakan basis B-spline dan b_j merupakan parameter regresi untuk B-spline.

Untuk membangun fungsi B-spline yang berorde m dengan k titik knot ξ_1, \dots, ξ_k dimana $a_0 \leq \xi_1 \leq \dots \leq \xi_k \leq a_1$, terlebih dahulu didefinisikan knot tambahan sebanyak $2m$, yaitu $\xi_{-(m-1)}, \dots, \xi_{-1}, \xi_0, \xi_{k+1}, \dots, \xi_{k+m}$ dengan $\xi_{-(m-1)} = \dots = \xi_0 = a_0$ dan $\xi_{k+1} = \dots = \xi_{k+m} = a_1$.

Basis fungsi B-spline pada orde m dengan titik-titik knot di ξ_i dimana $i = -(m-1), \dots, k$ didefinisikan secara rekursif sebagai berikut:

$$N_{i,m}(x) = \frac{x - \xi_i}{\xi_{i+m-1} - \xi_i} N_{i,m-1}(x) + \frac{\xi_{i+m} - x}{\xi_{i+m-1} - \xi_{i+1}} N_{i+1,m-1}(x) \tag{2.3}$$

untuk $i = -(m-1), \dots, k$, dan

$$N_{i,1}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [\xi_i, \xi_{i+1}) \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

4. Pemilihan Model B-spline Terbaik

Pemilihan model B-spline yang terbaik dilakukan dengan cara memilih lokasi knot yang optimal. Ada beberapa metode yang digunakan dalam pemilihan λ yang optimal, salah satunya adalah berdasarkan *Generalized Cross Validation* (GCV) (Eubank, 1999). Dengan mengasumsikan

$\text{trace} \left[\begin{matrix} \mathbf{S}_\lambda \\ \sim \\ \sim \end{matrix} \right] < n$, kriteria GCV didefinisikan dengan:

$$GCV(\lambda) = \frac{n^{-1}RRS(\lambda)}{\left(n^{-1} \text{trace} \left[\begin{matrix} \mathbf{I} & - \mathbf{S} \\ \sim & \sim \end{matrix} \right] \right)^2}$$

dimana n adalah banyaknya pengamatan, \mathbf{I} adalah matriks identitas, $RRS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_\lambda(x_i))^2$ dan

\mathbf{S}_λ adalah matriks $\mathbf{S}_\lambda = \mathbf{N}_\lambda (\mathbf{N}_\lambda^T \mathbf{N}_\lambda)^{-1} \mathbf{N}_\lambda^T$ dimana $\mathbf{N}_\lambda = \{N_{i,m}(x_r)\}$ dengan $r = 1, \dots, n$ dan $i = -(m-1), \dots, k$ (L. Eubank, 1999).

5. Estimasi Parameter dalam Model B-spline

Model B-spline pada regresi non parametrik berorde m dengan k titik knot pada persamaan (2.2) dapat ditulis menjadi:

$$y_i = b_1 N_1(x_i) + b_2 N_2(x_i) + \dots + b_{(m+k)} N_{k,m}(x_i) + \varepsilon_i \tag{2.4}$$

Persamaan (2.5) diatas disajikan dalam bentuk matriks, didapat:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_{1-m,m}(x_1) & N_{2-m,m}(x_1) & \dots & N_{k-m,m}(x_1) \\ N_{1-m,m}(x_2) & N_{2-m,m}(x_2) & \dots & N_{k-m,m}(x_2) \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ N_{1-m,m}(x_n) & N_{2-m,m}(x_n) & \dots & N_{k-m,m}(x_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{(m+k)} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

dapat ditulis menjadi:

$$\underset{\sim}{\mathbf{y}} = \underset{\sim}{\mathbf{N}}\underset{\sim}{\mathbf{b}} + \underset{\sim}{\boldsymbol{\varepsilon}}$$

Kurva regresi μ yang didekati dengan fungsi B-spline berorde m dengan k titik knot untuk μ disajikan dalam bentuk:

$$\mu_{\lambda}(x_i) = \sum_{j=1}^{m+k} b_{\lambda j} N_{j-m,m}(x_i)$$

Sehingga B-spline untuk $\lambda = \{\xi_1, \dots, \xi_k\}$ adalah:

$$y_i = \sum_{j=1}^{m+k} b_{\lambda j} N_{j-m,m}(x_i) + \varepsilon_i \tag{2.5}$$

Model regresi (2.5) dapat ditulis menjadi:

$$y_i = b_{\lambda 1} N_{1-m,m}(x_i) + b_{\lambda 2} N_{2-m,m}(x_i) + \dots + b_{\lambda(m+k)} N_{k,m}(x_i) + \varepsilon_i.$$

Model diatas disajikan dalam bentuk matriks, didapat:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_{1-m,m}(x_1) & N_{2-m,m}(x_1) & \dots & N_{k-m,m}(x_1) \\ N_{1-m,m}(x_2) & N_{2-m,m}(x_2) & \dots & N_{k-m,m}(x_2) \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ N_{1-m,m}(x_n) & N_{2-m,m}(x_n) & \dots & N_{k-m,m}(x_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{\lambda 1} \\ b_{\lambda 2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{\lambda(m+k)} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

dapat ditulis menjadi:

$$\underset{\sim}{\mathbf{y}} = \underset{\sim}{\mathbf{N}}_{\lambda} \underset{\sim}{\mathbf{b}}_{\lambda} + \underset{\sim}{\boldsymbol{\varepsilon}}$$

Estimator untuk kurva regresi dapat ditulis:

$$\hat{\mu}_{\lambda}(t) = \sum_{j=1}^{m+k} \hat{b}_{\lambda j} N_{j-m,m}(x)$$

dengan $\hat{b}_{\lambda j}$ diperoleh dari $\underset{\sim}{\hat{\mathbf{b}}}_{\lambda j} = (\hat{b}_{\lambda 1} \quad \hat{b}_{\lambda 2} \quad \dots \quad \hat{b}_{\lambda(m+k)})^T$. Sehingga estimasi model fungsi B-spline pada regresi nonparametric adalah:

$$\hat{y} = \sum_{j=1}^{m+k} \hat{b}_{\lambda j} N_{j-m,m}(x) \tag{2.6}$$

Persamaan (2.6) dapat juga ditulis sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{b}_{\lambda 1} N_{1-m,m}(x) + \hat{b}_{\lambda 2} N_{2-m,m}(x) + \dots + \hat{b}_{\lambda(m+k)} N_{k,m}(x).$$

METODOLOGI PENELITIAN

1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari publikasi Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Papua Tahun 2021.

2. Variabel Penelitian

Variabel dependen dan independen dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Nama Variabel	Skala Data
Y	Persentase Penduduk Miskin	Rasio
X ₁	Laju Pertumbuhan Ekonomi (PDRB)	Rasio
X ₂	Tingkat Pengangguran Terbuka	Rasio
X ₃	Rata-Rata Lama Sekolah	Rasio
X ₄	Kepadatan Penduduk	Rasio

Variabel dependen dan independen pada tabel 1. Variabel penelitian diatas semuanya menggunakan skala data rasio. Variabel-variabel independen tersebut adalah faktor-faktor yang di duga akan memberikan pengaruh terhadap kemiskinan yang terjadi pada provinsi papua di tahun 2021.

3. Langkah-Langkah Analisis

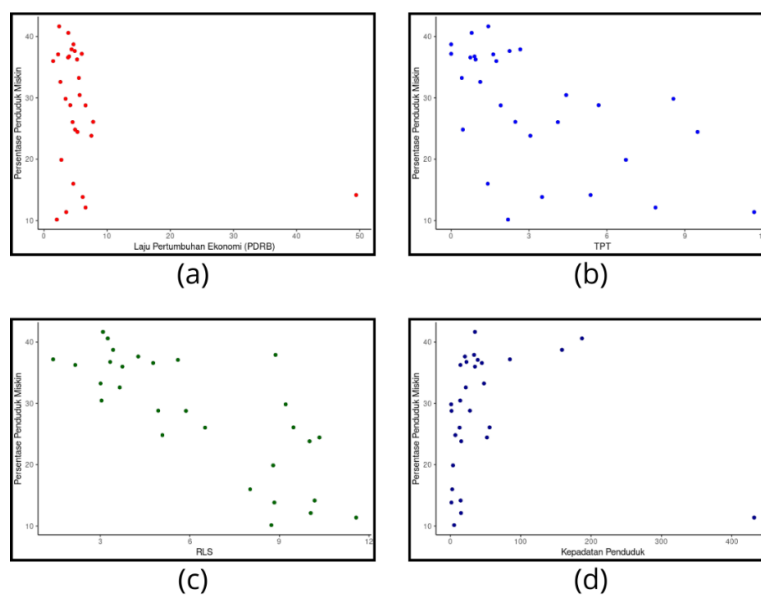
Data dianalisis menggunakan metode analisis regresi non-parametrik B-spline dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Memilih banyak dan letak titik knot dalam beberapa orde
2. Menghitung nilai $GCV(\lambda)$ untuk memilih titik knot optimum
3. Memilih model regresi B-spline terbaik berdasarkan nilai $GCV(\lambda)$ paling minimum.
4. Melakukan uji signifikan parameter
5. Menguji kesesuaian model
6. Interpretasi dan kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Scatterplot Data Persentase Penduduk Miskin Di Provinsi Papua

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Bentuk pola hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon juga dapat dilihat dari *scatterplot* yang memuat informasi tentang hubungan kedua variabel tersebut.



Gambar 2. Scatter Plot (a) Laju Pertumbuhan Ekonomi (PDRB), (b) Tingkat Pengangguran Terbuka, (c) Rata-Rata Lama Sekolah, dan (d) Kepadatan Penduduk Terhadap Persentase Penduduk Miskin

Gambar 2. scatter plot diatas menunjukkan hubungan antara persentase penduduk miskin dengan laju pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Kurva regresi yang diidentifikasi melalui plot-plot yang tersebar menunjukkan pola hubungan yang tidak mengikuti suatu pola tertentu atau dapat disebut acak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang jelas antara variabel terikat dengan variabel bebas.

2. Pemilihan Titik Knot Optimal

Model *B-spline* yang optimal didapatkan dengan menentukan banyak dan letak titik knot dalam beberapa orde. Pendekatan dimulai dari orde 1 sampai orde 3. Banyak titik knot yang akan digunakan untuk setiap orde pada setiap variabel prediktor yaitu menggunakan fungsi kuantil untuk menentukan titik knot yang optimal berdasarkan nilai kuantil pada tiap variabel. Letak titik knot juga merupakan hal yang penting untuk mendapatkan model terbaik. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menentukan titik knot optimal adalah metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Estimasi terbaik berasal dari titik knot optimal dengan GCV minimum sebagai penentu estimasi terbaik.

3. Model B-Spline Terbaik

Model *B-spline* terbaik memiliki nilai GCV paling minimum dengan orde dan banyak titik knot dengan percobaan menggunakan 1 sampai 3 orde dan penentu titik knot optimal berdasarkan fungsi kuantil dengan total percobaan model sampai 81 kali didapat hasil pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Perbandingan Nilai GCV Minimum

No.	Orde				Titik Knot				GCV
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
01	1	1	3	2	3,50; 4,63; 5,63	0,94; 2,19; 4,43	3,43; 5,60; 8,87	13,1; 21,9; 44,8	5,37
02	1	1	3	1	3,50; 4,63; 5,63	0,94; 2,19; 4,43	3,43; 5,60; 8,87	13,1; 21,9; 44,8	5,50
03	1	2	2	1	3,50; 4,63; 5,63	0,94; 2,19; 4,43	3,43; 5,60; 8,87	13,1; 21,9; 44,8	5,91
04	1	3	3	1	3,50; 4,63; 5,63	0,94; 2,19; 4,43	3,43; 5,60; 8,87	13,1; 21,9; 44,8	5,94
...
81	3	3	3	3	3,50; 4,63; 5,63	0,94; 2,19; 4,43	3,43; 5,60; 8,87	13,1; 21,9; 44,8	25

Berdasarkan Tabel 2. estimasi model regresi *B-Spline* terbaik diperoleh pada saat X₁ pada orde 1, X₂ pada orde 1, X₃ pada orde 3 dan X₄ pada orde 2 serta banyaknya knot X₁ sebanyak 3

titik knot yaitu pada titik 3,50; 4,63; 5,63, banyaknya knot X_2 sebanyak 3 titik knot yaitu pada titik 0,94; 2,19; 4,43, banyaknya knot X_3 sebanyak 3 titik knot yaitu pada titik 3,43; 5,60; 8,87, dan banyaknya titik knot pada X_4 adalah 3 juga pada titik 13,1; 21,9; 44,8. Pemilihan model *B-spline* terbaik dilihat dari nilai GCV minimum dari semua kombinasi orde dan banyak titik knot pada setiap variabel prediktor.

Model *B-spline* dengan X_1 pada orde 1, X_2 pada orde 1, X_3 pada orde 3 dan X_4 pada orde 2 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}B_{0,1}(X_1) + \hat{\beta}_{12}B_{1,1}(X_1) + \hat{\beta}_{13}B_{2,1}(X_1) \\ & + \hat{\beta}_{14}B_{3,1}(X_1) + \hat{\beta}_{21}B_{0,1}(X_2) + \hat{\beta}_{22}B_{1,1}(X_2) + \hat{\beta}_{23}B_{2,1}(X_2) \\ & + \hat{\beta}_{24}B_{3,1}(X_2) + \hat{\beta}_{31}B_{-2,3}(X_3) + \hat{\beta}_{32}B_{-1,3}(X_3) + \hat{\beta}_{33}B_{0,3}(X_3) \\ & + \hat{\beta}_{34}B_{1,3}(X_3) + \hat{\beta}_{35}B_{2,3}(X_3) + \hat{\beta}_{36}B_{3,3}(X_3) + \hat{\beta}_{41}B_{-1,2}(X_4) \\ & + \hat{\beta}_{42}B_{0,2}(X_4) + \hat{\beta}_{43}B_{1,2}(X_4) + \hat{\beta}_{44}B_{2,2}(X_4) + \hat{\beta}_{45}B_{3,2}(X_4) \end{aligned}$$

Dimana dapat dilihat pada Tabel 3. dengan nilai estimasi tiap parameter sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan Nilai GCV Minimum

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter	P-value Uji T	Keterangan Uji T	P-value Uji F
Konstanta	$\hat{\beta}_0$	-6,90	0,62 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
X_1	$\hat{\beta}_{11}$	6,33	0,62 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{12}$	18,30	0,17 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{13}$	15,29	0,23 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{14}$	3,26	0,70 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
X_1	$\hat{\beta}_{21}$	8,16	0,62 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{22}$	3,16	0,82 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{23}$	14,49	0,33 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{24}$	9,01	0,61 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
X_3	$\hat{\beta}_{31}$	79,13	0,37 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	0,01 < α (0,05), berhasil tolak H_0
	$\hat{\beta}_{32}$	95,57	0,27 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{33}$	57,45	0,50 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{34}$	75,63	0,38 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{35}$	26,05	0,73 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
X_4	$\hat{\beta}_{36}$	93,95	0,36 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{41}$	-44,53	0,59 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{42}$	-59,86	0,48 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{43}$	-49,85	0,56 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{44}$	-42,59	0,60 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	
	$\hat{\beta}_{45}$	-61,88	0,55 > α (0,05)	Gagal tolak H_0	

Berdasarkan Tabel 3. estimasi parameter *b-spline* didapat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & -6,90 + 6,33B_{0,1}(X_1) + 18,30B_{1,1}(X_1) + 15,29B_{2,1}(X_1) \\ & + 3,26B_{3,1}(X_1) + 8,16B_{0,1}(X_2) + 3,16B_{1,1}(X_2) + 14,49B_{2,1}(X_2) \\ & + 9,01B_{3,1}(X_2) + 79,13B_{-2,3}(X_3) + 95,57B_{-1,3}(X_3) + 57,45B_{0,3}(X_3) \\ & + 75,63B_{1,3}(X_3) + 26,05B_{2,3}(X_3) + 93,95B_{3,3}(X_3) - 44,53B_{-1,2}(X_4) \\ & - 59,86B_{0,2}(X_4) - 49,85B_{1,2}(X_4) - 42,59B_{2,2}(X_4) - 61,88B_{3,2}(X_4) \end{aligned}$$

Tabel 3. juga menunjukkan uji hipotesis pada uji F dari model data persentase kemiskinan di provinsi papua telah signifikan, hal ini ditunjukkan pada hipotesis berhasil tolak H_0 apabila nilai *P-value* (0,01) < Tingkat kepercayaan 95% atau α (0,05) maka variabel laju pertumbuhan

ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk berpengaruh signifikan secara serentak terhadap persentase penduduk miskin di provinsi papua. Berbeda dengan uji T atau uji serentak pada masing masing parameter titik knot di tiap variabel independen menunjukkan bahwa seluruh parameter gagal tolak H_0 dengan nilai $P-value > \text{Tingkat kepercayaan } 95\% \text{ atau } \alpha (0,05)$ maka variabel laju pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk tidak berpengaruh signifikan secara individu terhadap persentase penduduk miskin di provinsi papua.

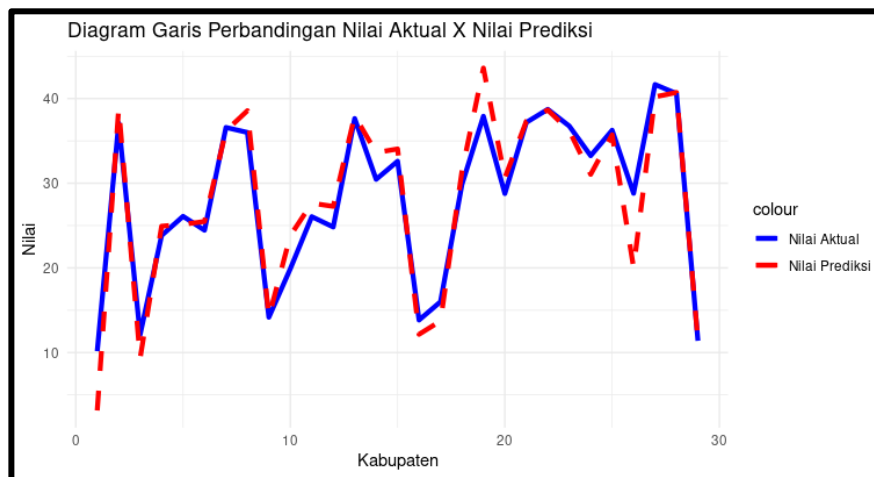
Tabel 4. Uji R²

Uji Kesesuaian Model	Nilai
R ²	0,9909

Tabel 4. menunjukkan bahwa perhitungan uji kesesuaian model menunjukkan nilai R² sebesar 0,9909 tersebut menunjukkan bahwa pengaruh variabel laju pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk terhadap persentase penduduk miskin sebesar 99,09% maka dapat disimpulkan bahwa model dapat menjelaskan hubungan antara variabel didalam model sebesar 99,09% diaman 0,91% sisanya dijelaskan oleh variabel lain.

4. Perbandingan Data Asli Dengan Prediksi

Hasil perhitungan dengan model data persentase penduduk miskin menunjukkan hasil prediksi yang memuaskan. Estimasi model regresi B-Spline terbaik diperoleh pada saat X1 pada orde 1, X2 pada orde 1, X3 pada orde 3 dan X4 pada orde 2 serta banyaknya masing-masing titik knot pada tiap variabel didapat hasil perbandingan prediksi pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 3. Perbandingan Nilai Aktual Dengan Nilai Prediksi

Gambar 3. menunjukkan bahwa data prediksi yang dihasilkan cenderung mengikuti pergerakan data aslinya, meskipun kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai prediksinya tidak sama persis dengan nilai aktualnya. Hal tersebut berarti bahwa model regresi B-spline yang diperoleh mempunyai kemampuan menyesuaikan diri lebih efektif dalam mengatasi pola data yang naik atau turun yang tajam dengan bantuan titik-titik knot.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan model regresi B-spline pada data persentase penduduk miskin dapat diprediksi secara maksimal. Meskipun variabel laju pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk tidak ada yang berpengaruh signifikan secara individu terhadap persentase penduduk miskin, nilai R^2 model terbilang sangat tinggi yaitu 99%, maka dapat disimpulkan bahwa model yang didapatkan sangat baik. Hal ini juga dapat disimpulkan dari perbandingan nilai aktual dengan nilai prediksi bahwa model regresi B-spline mampu memprediksi nilai aktual dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, S. El. (2020). Kemiskinan Dan Faktor-Faktor Penyebabnya. *KHIDMAT SOSIAL: Journal of Social Work and Social Service*, 1(1).
- Azies, H. Al, & Hapsery, A. (2020). Spline Nonparametric Regression Approach For Modeling Factors Affecting Vocational National Exam Results in Surabaya. *Science, Technology, Engineering, Economics, Education, and Mathematics*, 1(1).
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Pengenalan Indikator Kemiskinan Dan Ketimpangan*. Bandung.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Persentase Penduduk Miskin September 2021 turun menjadi 9,71 persen. *Indonesia*.
- Badan Pusat Statistik Prov Papua. (2022). Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2019-2021. *Provinsi Papua*.
- CNBC Indonesia. (2023). 10 Provinsi Termiskin Didominasi Wilayah Timur, Papua Nomor 1. *Provinsi Papua*.
- Eberly, D. (1999). *B-Spline Interpolation on Lattices*. [Online]. Available: [Http://Www.e-Bookspdf.Org](http://www.e-bookspdf.org).
- El Adawiyah, S. (2020). Kemiskinan Dan Faktor-Faktor Penyebabnya. *Khidm. Sos. J. Soc. Work Soc. Serv.*, 1(1).
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University.
- L. Eubank, R. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing* (M. Dekker, Ed.; 2nd ed.). inc.
- S. Rahmawati, A., Ispriyanti, D., & Warsito, B. (2017). Pemodelan Kasus Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Metode B-Spline. *J. Gaussian*, 6(1), 11–20.
- Selung, R., Wasliah, I., & A. Pratiwi, E. (2014). *Analisis Pengaruh Tingkat Pengangguran Terbuka, Pendidikan, dan Angka Harapan Hidup terhadap Kemiskinan di Sumatera Barat*. 1–23.