

PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK DENGAN ESTIMATOR SPLINE POLYNOMIAL TRUNCATED PADA DATA JUMLAH WISATAWAN NUSANTARA

Agym Nastiar Arman

Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Email : agymnastiar111@gmail.com

Ryo Lemido

Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Email : ryolemido4@gmail.com

Siswanto Siswanto

Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*Penulis Korespondensi : siswanto@unhas.ac.id

Anisa Kalondeng

Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Email : nkalondeng@gmail.com

Abstrak

Pendekatan regresi nonparametrik merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor dan variabel terikat ketika pola hubungan yang diasumsikan tidak diketahui. *Spline truncated* merupakan salah satu estimator yang digunakan dalam pendekatan regresi nonparametrik untuk menangani data dengan perilaku yang bervariasi. Tujuan penelitian yaitu untuk pemodelan regresi nonparametrik dengan estimator *spline polynomial truncated* pada data kunjungan wisatawan nusantara yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik tahun 2017-2019, untuk setiap bulannya. Titik knot optimal dipilih berdasarkan nilai terkecil *Gross Cross Validation*. Berdasarkan analisis, model optimal yang diperoleh adalah spline orde kedua dengan nilai terkecil *Gross Cross Validation* sebesar 17,95 dan titik knot optimal berada pada bulan ke-2, ke-6, dan ke-7. Kebaikan model tersebut dilihat dari R^2 dengan nilai 81,88% serta MSE 12,46. Model terbaik yang diperoleh menunjukkan kemampuan yang cukup akurat dalam menjelaskan estimasi jumlah wisatawan nusantara sehingga dapat menjadi landasan bagi *stakeholder* untuk pengambilan keputusan utama dalam perencanaan dan pengelolaan industri pariwisata sebagai upaya peningkatan minat pariwisata nusantara.

Kata Kunci: *Gross Cross Validation, Knot, Pariwisata, Regresi Nonparametrik, Spline Truncated.*

Abstract

The nonparametric regression approach is a statistical method used to determine the relationship between predictor variables and the dependent variable when the assumed pattern is unknown. Truncated spline is an estimator used in nonparametric regression to handle data with varying behaviors. Nonparametric regression modeling with truncated polynomial spline was applied to local Indonesian tourist visitation data obtained from BPS for the years 2017-2019, for each month. The optimal knot points were selected based on the smallest *Gross Cross Validation* values. Based on the analysis, the optimal model is a second-order spline with the smallest *Gross Cross Validation* value of 17,95 and the optimal knot points are in the 2nd, 6th, and 7th months. The goodness of the model is evident from an R^2 value of 81,88% and an MSE of 12,46. The best model obtained shows a fairly accurate ability to explain the estimated number of domestic tourists so that it can be a basis for stakeholders to make key decisions in planning and managing the tourism industry as an effort to increase domestic tourism interest.

Keywords: *Gross Cross Validation, Knot, Nonparametric Regression, Tourism industry, Truncated Spline.*

PENDAHULUAN

Perilaku pola pergerakan hubungan antara variabel yang dapat dilihat menggunakan salah satu metode dalam ilmu statistik disebut dengan analisis regresi (Adrianingsih & Dani 2021). Tujuan utama dari analisis regresi yang adalah melakukan pendugaan berdasarkan dari nilai variabel bebas (independen) yang diketahui untuk mengestimasi nilai variabel terikat (dependen) (Salam et al., 2022). Penerapan dalam analisis regresi memiliki tiga pendekatan yang dapat digunakan yakni parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Jika bentuk dari kurva pendekatan diketahui maka digunakan pendekatan parametrik. Sebaliknya, jika bentuk dari kurva tidak dapat diketahui maka digunakan pendekatan nonparametrik. Sedangkan gabungan dari parametrik dan nonparametrik disebut pendekatan semiparametrik.

Pada penerapannya, kerap ditemukan bentuk dan pola kurva tidak diketahui yang ditampilkan melalui *scatter plot*, maka dari itu pendekatan yang disarankan untuk menduga variabel terikat adalah regresi nonparametrik (Dani & Adrianingsih, 2021). Estimator dalam pemodelan pendekatan nonparametrik telah mendapat banyak perhatian utamanya kalangan peneliti, yaitu *Spline*, *Kernel*, dan Deret *Fourier* (Dani & Adrianingsih, 2021).

Spline merupakan salah satu bagian estimator yang kerap digunakan untuk pemodelan dengan pendekatan regresi nonparametrik. Penerapan estimator *spline* dapat menduga hubungan pola dari data sesuai pola pergerakan kurva regresinya. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya titik-titik *knot*, yang merupakan titik perpaduan bersama yang mengindikasikan terdapat hubungan pola pergerakan data yang berubah pada jarak interval tertentu. Pendekatan *spline* memiliki kelebihan yaitu model dapat mengestimasi data kemanapun pola data tersebut sehingga mengurangi subjektivitas dari peneliti (Bintariningrum & Budiantara, 2014). Pendekatan *spline* dasarnya terbagi menjadi *smoothing spline*, *spline truncated*, dan *penalized spline*. Estimator *spline truncated* merupakan fungsi basis dengan mempertimbangkan titik *knot* yang kerap digunakan dalam pemodelan regresi nonparametrik (Dani & Adrianingsih, 2021). Penyajian perhitungan matematis yang lebih sederhana dan mudah menjadi

kelebihan dari estimator *spline truncated* (Dani & Ni'matuzzahroh, 2021).

Penelitian dengan model *spline truncated* sudah dilakukan oleh peneliti lainnya, (Dani & Adrianingsih, 2021) melakukan penelitiannya pada data longitudinal menggunakan pemodelan pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator *spline truncated* kemudian menghasilkan bahwa model terbaik memiliki koefisien determinasi sebesar 99,98% pada 1 titik *knot*, penelitian lainnya oleh (Dani et al., 2020) yang melakukan pemodelan pada kasus ekonomi yang memperoleh model terbaik dengan koefisien determinasi sebesar 84,76% pada 3 titik *knot*. Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh (Nurhuda et al., 2022) yang memperoleh model terbaik dengan koefisien determinasi sebesar 96,54% pada 3 titik *knot*.

Penelitian ini akan memuat uraian model *spline truncated* di bidang pariwisata. Pariwisata mencakup berbagai aktivitas, seperti liburan, perjalanan bisnis, konferensi, kegiatan petualangan, kunjungan ke situs-situs bersejarah, dan lain sebagainya. Ramalan jumlah wisatawan dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan industri pariwisata. Setelah mengetahui perkiraan jumlah wisatawan di masa depan, pihak industri pariwisata dapat membuat strategi pemasaran yang lebih tepat, alokasi sumber daya, serta merencanakan infrastruktur. Oleh karena itu, penelitian ini kemudian akan berfokus khususnya pada proses pengolahan data jumlah wisatawan selama tiga tahun (2017-2019) yang diperoleh setiap bulannya.

KAJIAN TEORI

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan salah satu analisis statistisik yang bertujuan untuk menggambarkan atau mendeksripsikan suatu data sehingga akan memuat ringkasan data dengan tujuan dianalisis dan tidak bertujuan untuk membuat kesimpulan yang berlaku secara umum atau general (Gabrela et al., 2019). Jika peneliti hanya ingin menggambarkan sebuah data yang berbentuk sampel dan bukan untuk membuat kesimpulan yang mewakili dalam populasi dari tempat sampel diperoleh maka analisis deskriptif dapat digunakan. Penyajian atau visualisasi data (grafik, diagram lingkaran, tabel, pictogram, dan lain sebagainya), perhitungan pemusatan data (mean, modus, dan median),

perhitungan letak data (kuartil, desil, dan persentil), perhitungan distribusi (perhitungan mean dan standar deviasi) dan perhitungan persentase karakteristik data merupakan beberapa contoh dalam analisis deskriptif (Sugiyono, 2013).

Regresi Nonparametrik

Pendekatan yang digunakan dalam menduga pola dari kurva regresi salah satunya adalah pendekatan nonparametrik. Jika data tidak terkait dengan asumsi bentuk kurva yang berpola sehingga digunakan pendekatan regresi nonparametrik (Pratiwi, 2020). Fleksibilitas pendekatan dalam hal mencari bentuk pola kurva regresinya dan tidak dipengaruhi oleh pemikiran subjektif dari peneliti sehingga modelnya dapat berbentuk fungsi linear maupun nonlinier merupakan ciri dari pemodelan regresi nonparametrik (Dani et al., 2021). Secara umum, Persamaan (1) menunjukkan pemodelan regresi nonparametrik.

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

dengan keterangan :

- y_i : variabel terikat (dependen)
- $f(x_i)$: kurva regresi yang akan diestimasi
- x_i : variabel bebas (independen)
- ε_i : *error random*

Diagram Pencar

Diagram pencar merupakan visualisasi grafik yang menunjukkan pola hubungan antara variabel bebas dan terikat dengan tujuan untuk mengetahui jenis hubungan yang terbentuk antara kedua variabel. Oleh karena itu, diagram pencar dapat menjadi alat interpretasi data untuk menunjukan hubungan antara dua pengukuran variabel yang digunakan. Jika titik data membentuk suatu kelompok yang sangat dekat dan menghasilkan pola yang acak, maka regresi nonparametrik dapat digunakan karena kedua variabel tidak berkaitan atau tidak berpola (Nazia et al., 2023).

Pendekatan Spline

Pendekatan *Spline* merupakan bagian dari pendekatan dalam regresi nonparametrik yang dicirikan dengan potongan (*truncated*) polinomial tersegmen dan kontinu. Dalam teori dan aplikasi bidang statistika, polinomial tersegmen ini memiliki

peranan penting di antaranya, memberikan sifat yang lebih baik dari polinomial sederhana dan fleksibilitas sehingga sifat ini dapat menunjukkan kemungkinan penyesuaian bentuk kurva lebih mengikuti karakteristik data. Titik-titik *knot* tidak lepas dari pendekatan yaitu titik kombinasi bersama yang mengindikasikan terlihat hubungan pola perilaku kurva data yang berubah ketika sub interval tertentu. Jika sembarang fungsi f dalam ruang *spline* dengan orde m pada titik *knot* k_1, k_2, \dots, k_h maka persamaannya dapat ditunjukkan oleh Persamaan (2) (Purnaraga et al., 2020).

$$y(t) = \sum_{k=0}^m \beta_k t^k + \sum_{h=1}^r \beta_{m+h} (t - k_h)_+^m \quad (2)$$

dengan:

$$(t - k_h)_+^m = \begin{cases} (t - k_h)_+^m, & t \geq k_h \\ 0, & t < k_h \end{cases}$$

parameter model dinotasikan dengan lambang β_k dan orde dari *spline* dinotasikan dengan lambang m . Persamaan (2) dapat dinyatakan ke dalam Persamaan (3) untuk setiap data ke $i = 1, 2, \dots, n$.

$$y(t) = \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 + \dots + \beta_m t_i^m + \beta_{m+1} (t - k)_+^m + \beta_{m+2} (t - k_2)_+^m + \dots + \beta_{m+r} (t - k_r)_+^m + \varepsilon_i \quad (3)$$

Penentuan Titik Knot

Penentuan model pendekatan regresi nonparametrik dengan estimasi *spline* terbaik maka penting untuk melakukan penentuan titik *knot* optimal karena dapat mempengaruhi baik atau tidaknya suatu model. Titik *knot* adalah perpaduan dari dua interval yang terjadi perubahan garis perilaku pola. *Cross Validation* (CV), *Generalized Cross Validation* (GCV), dan *Generalized Maximum Likelihood* (GML), merupakan metode yang dapat digunakan dalam penentuan titik *knot* dengan pendekatan model *spline* (Islamiyati, 2017). Metode GCV merupakan metode penentuan yang paling sering digunakan dalam penentuan titik *knot* terbaik atau optimal, metode GCV adalah hasil modifikasi dari metode CV (Nurhuda et al., 2022). Nilai GCV terkecil atau minimum mengindikasikan titik *knot* optimal, persamaan GCV ditunjukkan Persamaan (4) (Padatuan et al., 2021).

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

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi yang dinotasikan dengan simbol R^2 menyatakan bahwa seberapa besar variabel bebas dapat menjelaskan variabel terikat yang dimasukkan ke dalam model persamaan. Nilai koefisien determinasi diartikan sebagai suatu ukuran dalam regresi yang bertujuan untuk mengetahui baik atau tidaknya suatu model dalam menduga variabel terikat. Maka dari itu, baik atau tidaknya suatu model regresi ditentukan berdasarkan dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang mempunyai rentang nilai dari nol hingga satu (0-100%) (Nurhuda et al., 2022). Persamaan untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) disajikan dalam persamaan (5).

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (5)$$

dengan $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ dan $SST = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2$

METODOLOGI

Sumber Data

Jenis data penelitian yang diaplikasikan pada metode *spline truncated* adalah data sekunder atau data tidak langsung yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik (bps.go.id). Data yang digunakan adalah data kunjungan wisatawan selama tiga tahun yaitu tahun 2017-2019.

Tahapan Penelitian

Berdasarkan tujuan dan metodologi maka disusun tahapan penelitian, yaitu :

1. Melakukan analisis statistik deskriptif pada data kunjungan wisatawan nusantara selama tiga tahun (2017-2019).
2. Menampilkan diagram pencar antara variabel yang akan diteliti untuk melihat polanya.
3. Membatasi jumlah titik *knot* yang dipakai dalam model sebanyak tiga titik *knot*.
4. Melakukan pemodelan *spline* kuadratik dan *spline* kubik pada 1 titik *knot* dengan menggunakan data jumlah wisatawan.
5. Melakukan perhitungan nilai *Generalized Cross-Validation* (GCV) dan memilih titik *knot* yang optimal berdasarkan oleh karakteristik nilai GCV terkecil.
6. Memilih titik *knot* optimal dengan 2 dan 3 titik *knot* dengan cara mengulangi tahapan (4) dan (5).

7. Melakukan perhitungan nilai *Mean Square Error* (MSE) dan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk memperoleh model terbaik.
8. Membuat interpretasi dari model terbaik yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan agar memberikan gambaran mengenai karakteristik data yang akan digunakan. Data yang diterapkan untuk analisis deskriptif berupa data kunjungan wisatawan nusantara dalam rentang tahun 2017-2019 yang diperoleh tiap bulan (satuan ribu).

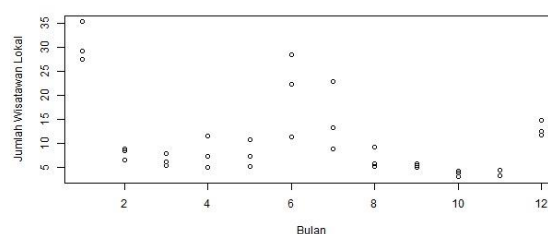
Tabel 1. Analisis Statistik Deskriptif Data Kunjungan Wisatawan

| Min. | Maks. | Mean | Standar Deviasi |
|------|-------|-------|-----------------|
| 2,95 | 35,32 | 10,69 | 8,41 |

Berdasarkan Tabel 1, jumlah kunjungan wisatawan nusantara dalam 1 bulan paling sedikit sebanyak 2,95 ribu, terbanyak sebanyak 35,32 ribu orang, rata-rata sebanyak 10,69 ribu orang, dan standar deviasi 8,41.

Diagram Pencar (Scatter Plot)

Diagram pencar sebagai langkah awal untuk menampilkan pola hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Scatter Plot Data Kunjungan Wisatawan Nusantara 2017-2019

Berdasarkan hasil *plot* Gambar 1, diagram pencar menunjukkan pola yang tersebar secara acak atau pola pada sub interval tertentu terjadi perubahan. Bentuk dari pola tersebut merupakan ciri dari kurva regresi nonparametrik, maka dalam penelitian ini

untuk melakukan pemodelan dengan regresi nonparametrik akan digunakan estimasi *spline truncated* untuk data jumlah kunjungan wisatawan nusantara lokal pada 2017-2019.

Penentuan Titik *Knot*

Penentuan titik *knot* optimal pada penelitian ini dibatasi pada 1, 2, dan 3 titik *knot* dengan orde kuadrat dan kubik. Penentuan titik *knot* optimum didasarkan oleh karakteristik pemilihan nilai GCV minimum. Perolehan titik *knot* yang optimum menjadi karakteristik pemilihan model dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik. Berikut merupakan hasil-hasil perhingan nilai GCV dengan model pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated* pada orde kuadrat dan kubik.

Tabel 2. Nilai GCV Satu Titik *Knot* dengan Model *Spline* Kuadrat dan Kubik di Berbagai Titik *knot*.

| Kuadrat | | Kubik | |
|---------|-------|-------|-------|
| K | GCV | K | GCV |
| 2 | 39,28 | 6 | 20,98 |
| 3 | 41,34 | 5 | 22,38 |
| 4 | 47,73 | 7 | 24,82 |
| 5 | 55,09 | 4 | 26,06 |
| 6 | 62,37 | 3 | 31,07 |

Berdasarkan Tabel 2 titik *knot* paling optimal model *spline* kuadrat pada titik *knot* = bulan ke-2 berdasarkan dari nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 39,28 sedangkan titik *knot* optimal model *spline* kubik pada *knot* = bulan ke-6 berdasarkan nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 20,98.

Tabel 3. Nilai GCV Dua Titik *Knot* dengan Model *Spline* Kuadrat dan Kubik di Berbagai Titik *knot*.

| Kuadrat | | | Kubik | | |
|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| k ₁ | k ₂ | GCV | k ₁ | k ₂ | GCV |
| 5 | 7 | 21,52 | 6 | 8 | 21,49 |
| 4 | 8 | 22,99 | 7 | 8 | 21,50 |
| 6 | 7 | 23,38 | 2 | 6 | 21,56 |
| 3 | 9 | 23,94 | 6 | 7 | 21,75 |
| 5 | 8 | 24,00 | 6 | 9 | 21,76 |

Berdasarkan Tabel 3 titik *knot* optimal model *spline* kuadrat pada *knot* 1 = bulan ke-5 dan *knot* 2 = bulan

ke-7 berdasarkan dari nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 21,52 sedangkan titik *knot* optimal model *spline* kubik pada *knot* 1 = bulan ke-6 dan *knot* 2 = bulan ke-8 berdasarkan nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 21,49.

Tabel 4. Nilai GCV Tiga Titik *Knot* dengan Model *Spline* Kuadrat dan Kubik di Berbagai Titik *knot*.

| Kuadrat | | | | Kubik | | | |
|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|-------|
| k ₁ | k ₂ | k ₃ | GCV | k ₁ | k ₂ | k ₃ | GCV |
| 2 | 6 | 7 | 17,95 | 7 | 8 | 9 | 21,21 |
| 3 | 6 | 7 | 19,24 | 7 | 8 | 10 | 21,40 |
| 2 | 5 | 7 | 20,09 | 7 | 8 | 11 | 21,56 |
| 2 | 5 | 8 | 20,64 | 5 | 6 | 7 | 21,97 |
| 3 | 5 | 7 | 21,46 | 2 | 7 | 8 | 22,07 |

Berdasarkan Tabel 4 titik *knot* optimal model *spline* kuadrat pada *knot* 1 = bulan ke-2, *knot* 2 = bulan ke-6, dan *knot* 3 = bulan ke-7 berdasarkan dari nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 17,59 sedangkan titik *knot* optimal model *spline* kubik pada *knot* 1 = bulan ke-7, *knot* 2 = bulan ke-8, dan *knot* 3 = bulan ke-9 berdasarkan nilai GCV terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 21,21.

Model Terbaik dengan Estimasi *Spline Truncated*

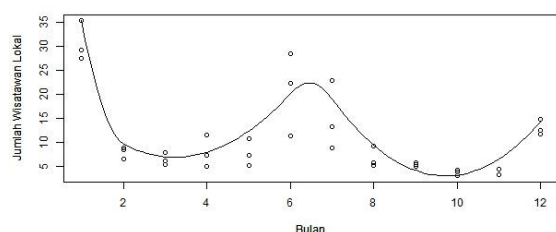
Penentuan model dengan estimasi *spline truncated* optimal dilakukan dengan tahapan perbandingan antara nilai MSE yang terkecil dan koefisien determinasi (R^2) terbesar diantara beberapa titik *knot* yang optimal, yaitu satu hingga tiga titik *knot* berdasarkan pembatasan titik *knot* pada penelitian ini. Berikut adalah hasil ringkasan model pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated* pada orde kuadrat dan kubik untuk proses penentuan titik *knot* optimal yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Nilai R^2 dan MSE Setiap Model Estimasi

| Orde | <i>Knot</i> | R^2 | MSE |
|---------|--------------------|--------|-------|
| Kuadrat | k=2 | 54,78% | 31,04 |
| | k ₁ = 5 | 76,80% | 15,95 |
| | k ₂ = 7 | | |
| | k ₁ = 2 | 81,88% | 12,46 |
| | k ₂ = 6 | | |

| Orde | <i>Knot</i> | R^2 | MSE |
|-------|-------------|--------|-------|
| Kubik | $k_3 = 7$ | | |
| | $k = 6$ | 77,38% | 15,56 |
| | $k_1 = 6$ | 78,30% | 14,93 |
| | $k_2 = 8$ | | |
| | $k_1 = 7$ | 79,99% | 13,76 |
| | $k_2 = 8$ | | |
| | $k_3 = 9$ | | |

Pada Tabel 5 diperoleh nilai R^2 serta MSE beberapa pendekatan model. Tersajikan pada Tabel 5 bahwa model *spline* kuadratik dengan *knot* pada bulan yang ke-2, ke-6, dan ke-7, mempunyai nilai R^2 yang terbesar yaitu 81,88% dan MSE yang terkecil yaitu 12,46. Hal ini berarti bahwa variabel terikat dapat dijelaskan oleh variabel bebas sebesar 81,88% dan sisanya sebesar 18,12% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.



Gambar 2. Kurva Regresi Model Terbaik

Berdasarkan kurva Gambar 2, maka hasil yang diperoleh untuk model estimasi yang optimal merupakan model *spline truncated* kuadratik dengan tiga titik *knot*, yaitu *knot* 1 = bulan ke-2, *knot* 2 = bulan ke-6, dan *knot* 3 = bulan ke-7, sehingga diperoleh model pendekatan regresi *spline truncated* optimal yang disajikan pada Persamaan (6).

$$\hat{y}(t) = 90,39 - 78,36t + 18,64t^2 - 17,12(t-2)_+^2 - 10,88(t-6)_+^2 + 11,25(t-7)_+^2 \quad (6)$$

Berdasarkan Persamaan (6) diperoleh titik *knot* pada bulan ke-2, 6, dan 7. Oleh karena itu, interval bulan ke-1 hingga ke-2, interval bulan ke-2 hingga ke-6, bulan ke-6 hingga ke-7, dan bulan ke-7 hingga ke-12 terjadi perubahan model regresi pada bulan ke-2, 6, dan 7.

PENUTUP

SIMPULAN

Penelitian ini mengaplikasikan model pendekatan regresi nonparametrik dengan estimasi *spline truncated* yang diaplikasikan pada data kunjungan wisatawan nusantara yang diperoleh dari BPS. Peneliti membatasi jumlah titik *knot* yang digunakan sebanyak tiga titik *knot*. Model pendekatan terbaik yang dihasilkan berdasarkan dari kriteria nilai GCV terkecil, nilai R^2 terbesar, dan nilai MSE terkecil adalah model pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated* dengan tiga titik *knot* pada orde kuadratik, dengan model persamaan berikut memiliki nilai R^2 sebesar 81,88% dan MSE sebesar 12,46.

$$\hat{y}(t) = 90,39 - 78,36t + 18,64t^2 - 17,12(t-2)_+^2 - 10,88(t-6)_+^2 + 11,25(t-7)_+^2$$

berdasarkan informasi tersebut, maka model terbaik yang terbentuk dapat menjadi landasan bagi *stakeholder* dalam mengambil keputusan utama yaitu perencanaan dan pengelolaan industri pariwisata sebagai upaya peningkatan minat pariwisata nusantara.

SARAN

Untuk mendapatkan model terbaik, penelitian ini hanya menggunakan *spline truncated*. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan estimator lain seperti *kernel* dan deret *fourier* untuk memperoleh hasil estimasi yang lebih akurat. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk menambah variabel-variabel yang dapat menjelaskan jumlah wisatawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianingsih, N. Y., & Dani, A. T. R. (2021). Estimasi Model Regresi Semiparametrik *Spline Truncated* Menggunakan Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 2(2), 56–63. <https://doi.org/10.34312/jjps.v2i2.10255>
- Bintariningrum, M. F., & Budiantara, I. N. (2014). Pemodelan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dan Aplikasinya pada Angka Kelahiran Kasar di Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(1), 8–12.

- Dani, A. T. R., & Adrianingsih, N. Y. (2021). Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator *Spline Truncated* vs Deret *Fourier*. *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1), 26–36. <https://doi.org/10.34312/jjom.v3i1.7713>
- Dani, A. T. R., Adrianingsih, N. Y., & Ainurrochmah, A. (2020). Pengujian Hipotesis Simultan Model Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dalam Pemodelan Kasus Ekonomi (Studi Kasus: Gini Ratio Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017). *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 1(2), 98–106. <https://doi.org/10.34312/jjps.v1i1.7755>
- Dani, A. T. R., & Ni'matuzzahroh, L. (2021). Pemodelan Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. *J Statistika*, 14(1), 24–29. www.unipasby.ac.id
- Dani, A. T. R., Ni'matuzzahroh, L., Ratnasari, V., & Budiantara, I. N. (2021). Pemodelan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* pada Data Longitudinal. *Inferensi*, 4(1), 47–55. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v4i1.8737>
- Gabrel, P. P., Ratna, M., & Budiantara, I. N. (2019). Pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 8(2), 341–348. <http://papua.bps.go.id/>
- Islamiyati, A. (2017). *Spline Polynomial Truncated* dalam Regresi Nonparametrik. *Jurnal Matematika Sains dan Komputasi*, 14(2), 54–60.
- Nazia, S., Fuad, M., & Safrizal, S. (2023). Analisis *Statistical Quality Control* (SQC) dalam Pengendalian Kualitas Produk Pada Usaha Batu Bata di Kota Langsa. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 1404–1416. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12790>
- Nurhuda, G. N., Wasono, W., & Nohe, D. A. (2022). Nonparametric Regression Modeling Based on *Spline Truncated* Estimator on Simulation Data. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 19(1), 172–182. <https://doi.org/10.20956/j.v19i1.21534>
- Padatuan, A. B., Sifriyani, S., & Prangga, S. (2021). Pemodelan Angka Harapan Hidup dan Angka Kematian di Kalimantan dengan Regresi Nonparametrik *Spline* Birespon. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(2), 283–296. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss2pp283-296>
- Pratiwi, L. P. S. (2020). Pemilihan Titik Knot Optimal Model *Spline Truncated* dalam Regresi Nonparametrik Multivariabel dengan GCV. *Jurnal Matematika*, 10(2), 78. <https://doi.org/10.24843/jmat.2020.v10.i02.p125>
- Purnaraga, T., Sifriyani, S., & Prangga, S. (2020). Regresi Nonparametrik *Spline* pada Data Laju Pertumbuhan Ekonomi di Kalimantan. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(3), 343–356. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss3pp343-356>
- Salam, O. N., Sukmawaty, Y., & Halida, A. (2022). Estimasi Model Regresi Nonparametrik dengan Metode B-Spline. *Open Journal Systems*, 16(10), 7631–7638. <http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. IKAPI.