

Modeling Open Unemployment Rate in West Sumatera Province Using Truncated Spline Regression

Aprilla Suhada, Syafriandi*, Dodi Vionanda, Fadhilah Fitri

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: syafriandi_math@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 06 Juni 2022

Revised : 11 Agustus 2022

Accepted : 06 Desember 2022

ABSTRACT

The Open unemployment rate is an indicator of the unemployment rate in the workforce. In 2020 West Sumatra Province occupies the eighth position as an Indonesia unemployment contributor, this is a problem for the West Sumatra Provincial government. To deal with the unemployment problem, it is necessary to analyze the factors that are thought to affect the open unemployment rate in West Sumatra Province using truncated spline regression because the data patterns between the response variables and each predictor variable do not form any pattern. Several factors are thought to influence the open unemployment rate, namely population, labor force participation rate, the average length of schooling, and dependency ratio. Based on the results of the analysis, the best model of the open unemployment rate in West Sumatra Province is the truncated spline regression using a combination of knot points (2,1,2,2) with a GCV value of 0,2496. Variables that have a significant effect are the average length of schooling and dependency ratio with a coefficient of determination of 94,0881% meaning that the variables of population, labor force participation rate, the average length of schooling, and dependency ratio can explain the open unemployment rate of 94.0881% while the rest explained by factors outside the model.

Keywords: GCV, Open Unemployment Rate, Spline Truncated



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Pengangguran merupakan masalah ekonomi yang penting dan harus segera ditangani oleh pemerintah. Pengangguran adalah suatu keadaan dimana seseorang yang tergolong angkatan kerja ingin mendapatkan pekerjaan tetapi belum dapat memperolehnya (Sukirno, 2004). Angka pengangguran yang tinggi akan berdampak buruk pada banyak aspek kehidupan masyarakat karena mereka yang tidak bekerja tidak memiliki pendapatan. Menurut Badan Pusat Statistik, indikator yang digunakan untuk mengukur angka pengangguran dalam angkatan kerja adalah Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). TPT menunjukkan persentase jumlah pencari kerja terhadap jumlah angkatan kerja. TPT di Provinsi Sumatera Barat pada Agustus Tahun 2020 sebesar 6,88 persen meningkat sebesar 1,63 persen dari Februari tahun 2020 (BPS, 2021). Angka tersebut menjadikan Provinsi Sumatera Barat menempati posisi kedelapan sebagai penyumbang pengangguran terbanyak di Indonesia. Angka ini masih relatif tinggi dari pengangguran normal.

Analisis regresi nonparametrik digunakan ketika tidak ada informasi sebelumnya tentang fungsi regresi atau bentuk fungsinya diasumsikan tidak diketahui. Fungsi regresi nonparametrik hanya diasumsikan *smooth* (mulus) dalam arti termuat di dalam suatu ruang fungsi tertentu (Tupen, 2011; Eubank, 1999). Alasan menggunakan regresi nonparametrik yaitu studi awal yang dilakukan dalam penelitian ini terlihat bahwa pola data antara variabel respon dan variabel prediktor berbentuk acak atau tidak membentuk pola tertentu sehingga bentuk fungsi regresinya tidak diketahui.

Spline truncated merupakan model *piecewise* polinomial yang memiliki sifat tersegmen dan kontinu, dengan interpretasi statistik visual sangat khusus dan sangat baik. Sifat tersegmen atau terpotong-potong membuat *spline truncated* dapat membagi fungsi regresi berdasarkan titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama atau titik fokus pada fungsi spline yang digunakan untuk merubah pola data pada suatu titik tertentu sesuai dengan nilai X (Budiantara, 2011). Hal ini menyebabkan regresi *spline truncated* dapat menyesuaikan diri secara

efektif terhadap karakteristik lokal suatu fungsi, sehingga didapatkan hasil yang mendekati kebenaran (Bidayani, 2019). Penelitian sebelumnya mengenai TPT dengan regresi nonparametrik spline *truncated* telah dilakukan oleh Arjun (2019) tentang analisis faktor-faktor yang mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Kalimantan menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated*. Kurniawati (2019) juga melakukan penelitian tentang pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Barat menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated*. Berdasarkan uraian diatas makadilakukan penelitian mengenai pemodelan data TPT menggunakan metode regresi nonparametrik *spline truncated* untuk melihat faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi TPT di Provinsi Sumatera Barat tahun 2020.

II. METODE PENELITIAN

A. Regresi Spline Truncated

Data dengan $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{qi})$ dan y_i dimana hubungan antara kedua data tersebut mengikuti model regresi nonparametrik sehingga menghasilkan Persamaan (1),

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{qi}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

y_i merupakan variabel respon pengamatan ke- i , x_{1i} merupakan variabel prediktor ke-1 pengamatan ke- i , dengan f fungsi regresi yang tidak diketahui bentuknya (Eubank, 1999). Apabila fungsi regresi f dihipotesiskan dengan fungsi *spline truncated* berorde m dengan titik knot yang ditunjukkan oleh Persamaan (2),

$$f(x_{ji}) = \sum_{s=0}^m \beta_{sj} x_{ji}^s + \sum_{r=1}^p \beta_{(m+r)j} (x_{ji} - k_{rj})_+^m \quad (2)$$

dimana m adalah orde fungsi *truncated*, k_{rj} adalah titik knot ke- r variabel prediktor ke- j , dan p adalah banyaknya titik knot pada fungsi *truncated* (Wu dan Zhang, 2006). Menurut Fathurahman (2011), fungsi *truncated* ditunjukkan oleh Persamaan (3),

$$(x_{ji} - k_{rj})_+^m = \begin{cases} (x_{ji} - k_{rj})^m & ; \text{untuk } x_{ji} - k_{rj} \geq 0 \\ 0 & ; \text{untuk } x_{ji} - k_{rj} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

sehingga diperoleh model regresi *spline truncated* orde ke- m seperti pada Persamaan (4),

$$y_i = \sum_{s=0}^m \beta_{sj} x_{ji}^s + \sum_{r=1}^p \beta_{(m+r)j} (x_{ji} - k_{rj})_+^m + \varepsilon_i \quad (4)$$

dengan m merupakan orde, p adalah banyaknya titik knot pada fungsi *truncated*, dan ε_i merupakan error.

B. Pemilihan Titik Knot Optimal

Bentuk fungsi dugaan *spline truncated* sangat dipengaruhi oleh lokasi dan banyak titik knot, sehingga *spline truncated* dapat mengatasi pola data yang menunjukkan naik atau turun yang tajam dengan bantuan titik-titik knot, serta fungsi yang dihasilkan relatif mulus (Budiantara, 2005; Utami, 2017). Pemilihan titik knots optimal dari estimator spline dapat menggunakan salah satu metode penghalus yaitu *Generalized Cross Validation* (GCV) yang dikembangkan oleh Wahba. Kelebihan dari GCV adalah mempunyai sifat optimal asimtotik atau tetap optimal ketika menggunakan data yang besar, invarian terhadap transformasi, lebih baik digunakan untuk data yang *Gaussian* atau berdistribusi normal, sederhana dan efisien dalam perhitungan dan tidak memerlukan informasi terhadap σ^2 (Wahba, 1990). Menurut Wu dan Zhang (2006), metode GCV ditunjukkan pada Persamaan (5),

$$GCV = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{[n^{-1} \text{trace}(I-A)]^2} \quad (5)$$

dimana y_i adalah variabel respon, \hat{y}_i adalah nilai dugaan variabel respon, $i = 1, 2, \dots, n$ yang merupakan jumlah observasi, K adalah titik-titik knot, I adalah matriks identitas dan $A = X(X'X)^{-1}X'$. Fungsi spline terbaik didapatkan dari titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.

C. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Spline Truncated Serentak

Uji secara serentak adalah uji signifikansi model secara keseluruhan, dengan kata lain apakah semua parameter yang dimasukkan dalam model memberikan pengaruh secara bersama-sama. Uji secara serentak dapat dilakukan menggunakan tabel ANOVA seperti Tabel 1,

Tabel 1. Analysis of Variance

Sumber Variasi	Df	Sum Of Square (SS)	Mean Square (MS)	F-Hitung
Regresi	$m + r$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{regresi}}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}}$
Error	$n - (m + r) - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$	
Total	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

dimana $m = 1$ dan r adalah jumlah titik knots yang digunakan.

Hipotesis yang digunakan untuk pengujian secara serentak adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_{11} = \dots = \beta_{(m+r)j} = 0$ (Tidak ada parameter yang signifikan secara serentak terhadap variabel respon)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_{ij} \neq 0, i = 1, 2, \dots, m + r$ (minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap variabel respon secara serentak)

Statistik uji dalam pengujian serentak adalah uji F terlihat pada Persamaan (6),

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} \quad (6)$$

daerah penolakan, tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha; (m+r, n-(m+r)-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, sehingga dapat menarik kesimpulan bahwa setidaknya terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

D. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi *Spline Truncated Parsial*

Uji parsial adalah uji signifikansi masing-masing parameter secara individual. Hipotesis yang digunakan dalam uji individu adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_{ij} = 0$ (parameter tidak signifikan secara individu terhadap variabel respon)

$H_1 : \beta_{ij} \neq 0, i = 1, 2, \dots, m + r$ (parameter signifikan secara individu terhadap variabel respon)

Statistik uji yang digunakan adalah uji t yang ditunjukkan oleh Persamaan (7),

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{ij}}{SE(\hat{\beta}_{ij})} \quad (7)$$

dimana $SE(\hat{\beta}_{ij})$ adalah standar error dari $(\hat{\beta}_{ij})$. Daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}; (n-(m+r)-1)}$ atau tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$ yang berarti bahwa parameter ke- n berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

E. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi merupakan ukuran yang dapat menjelaskan seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh variabel prediktor terhadap variabel respon. Rumus koefisien determinasi ditunjukkan pada Persamaan (8),

$$R^2 = \frac{SS_{regresi}}{SS_{total}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8)$$

semakin angkanya mendekati 1 maka semakin baik garis regresi karena mampu menjelaskan data aktualnya. Semakin mendekati angka nol maka mempunyai garis regresi yang kurang baik (Widarjono, 2005).

F. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian terapan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari *website* Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat <https://sumbar.bps.go.id>, yaitu data tingkat pengangguran terbuka dan faktor yang diduga mempengaruhinya. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tingkat pengangguran terbuka sebagai variabel respon (Y) dan sebagai variabel prediktor (X) yaitu jumlah penduduk (X_1), tingkat partisipasi angkatan kerja (X_2), rata-rata lama sekolah (X_3), dan *dependency ratio* (X_4).

Adapun langkah-langkah dalam melakukan analisis dalam penelitian ini adalah:

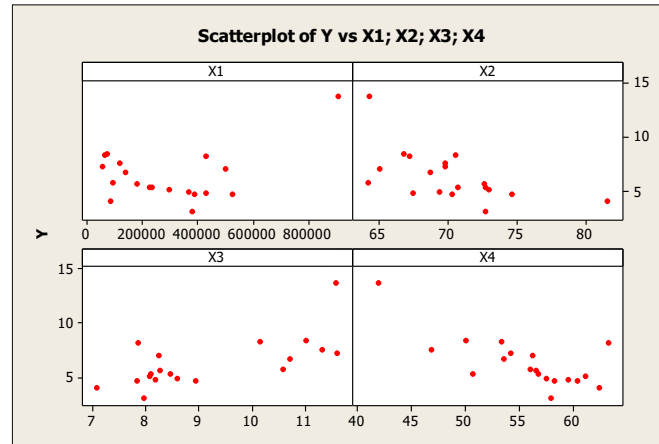
1. Mendeskripsikan data tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Membuat *scatter plot* antara variabel respon (Y) dengan masing-masing variabel prediktor (X) untuk melihat pola data.
3. Memodelkan data dengan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot dan kombinasi knot.
4. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.

5. Mendapatkan model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik dengan titik knot optimal.
6. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan secara individu (parsial).
7. Menginterpretasikan model yang didapatkan dan menarik kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Menggunakan Regresi Spline *Truncated*

Sebelum melakukan pemodelan dengan menggunakan regresi *spline truncated*, perlu dilihat pola hubungan antara variabel respon terhadap variabel prediktor. Bentuk pola hubungan antara dua variabel dapat dilihat secara visual menggunakan *scatterplot*. *Scatterplot* antara variabel tingkat pengangguran terbuka terhadap masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Scatterplot* antara TPT dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya

Gambar 1 menunjukkan bahwa pola data antara variabel tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat terhadap masing-masing faktor yang diduga mempengaruhinya tidak membentuk pola tertentu yang menyebabkan fungsi regresinya tidak jelas. Berdasarkan hal tersebut maka variabel yang digunakan termasuk dalam komponen nonparametrik, sehingga dalam penelitian ini untuk memodelkan TPT di Provinsi Sumatera Barat dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated*.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot dan kombinasi knot. Sebelum melakukan pemodelan terlebih dahulu dilakukan standarisasi terhadap nilai tiap variabel menjadi nilai baku karena memiliki skala nilai yang berbeda. Setelah mendapatkan nilai GCV dari pemodelan dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot dan kombinasi titik knot, selanjutnya membandingkan nilai GCV yang didapat untuk memperoleh model terbaik. Nilai GCV minimum dari masing-masing pemodelan disajikan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai GCV Minimum Masing-Masing Knot

Jumlah Knot	X1	X2	X3	X4	Nilai GCV
Satu Titik Knot	2,2782	2,1956	1,1851	0,8535	0,3481
Dua Titik Knot	-0,9195 2,1982	-1,2609 2,1092	-1,2891 1,1232	-2,3793 0,7726	0,2549
Tiga Titik Knot	-0,3599 0,8392 1,0790	-0,6560 0,6402 0,8994	-0,8561 0,0717 0,2573	-1,8136 -0,6013 -0,3588	0,0068
Kombinasi Titik Knot (2,1,2,2)	-0,9195 2,1982	2,1956	-1,2891 1,1233	-2,3793 0,7726	0,2496

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa nilai GCV paling minimum adalah 0,0068 dengan banyak titik knot yaitu sebanyak tiga titik knot. Akan tetapi nilai GCV sebesar 0,0068 terlalu kecil sehingga menghasilkan model yang terlalu

mulus. Karena menghasilkan model yang terlalu mulus maka pemilihan titik knot optimal diganti menjadi menggunakan kombinasi titik knot (2,1,2,2) dengan nilai GCV sebesar 0,2496 yang mana nilai ini terkecil kedua setelah 0,0068, yang akan digunakan untuk memodelkan data TPT di Provinsi Sumatera Barat dengan jumlah parameter sebanyak 12 parameter termasuk parameter β_0 . Hasil estimasi parameter menggunakan tiga titik knot membentuk persamaan model regresi spline *truncated* sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = -1,4652 - 6,7955x_{1i} + 6,7668(x_{1i} + 0,9195)_+ + 3,5396(x_{1i} - 2,1982)_+ - 0,3263x_{2i} - 0,5449(x_{2i} - 2,1956)_+ + 0,9800x_{3i} - 1,0202(x_{3i} - (-1,2891))_+ - 0,7913(x_{3i} - 1,1233)_+ + 0,9874x_{4i} - 1,6042(x_{4i} - 2,3793)_+ + 2,7482(x_{4i} - 0,7726)_+$$

B. Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah didapatkan model spline *truncated* terbaik dengan nilai GCV paling minimum, selanjutnya dilakukan pengujian parameter yang bertujuan untuk mengetahui variabel apa saja yang memberikan pengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat. Pengujian parameter dilakukan secara serentak dan parsial (individu).

Pengujian signifikansi secara serentak menggunakan nilai α yaitu sebesar 0,05. Hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak menggunakan uji F yang disajikan dalam tabel ANOVA seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Analysis of Variance

Sumber	df	SS	MS	Fhit	P-value
Regresi	11	16,9359	1,5396	10,1278	0,0027
Error	7	1,0641	0,1520		
Total	18	18			

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui nilai *F* hitung uji serentak yaitu sebesar 10,1278. Nilai $F_{0,05;(11,7)}$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah sebesar 2,6839 maka nilai $F_{hitung} > F_{0,05;(11,7)}$ dan $P\text{-value} (0,0027) < \alpha (0,05)$, sehingga dapat disimpulkan Tolak H_0 artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan dapat dilihat dari pengujian parameter secara parsial. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial.

Untuk pengujian signifikansi secara parsial menggunakan nilai α sebesar 0,05. Berikut merupakan hasil pengujian parameter secara parsial menggunakan uji *t* disajikan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial

Variabel	Parameter	Estimasi	t-hitung	P-Value	Kesimpulan
Konstan	β_0	-1,4652	-2,4793	0,0423	Signifikan
X ₁	β_{11}	-6,7955	-2,3502	0,0511	Tidak Signifikan
	β_{12}	6,7669	2,2807	0,0566	Tidak Signifikan
	β_{13}	3,5396	2,0216	0,0829	Tidak Signifikan
X ₂	β_{21}	-0,3263	-1,8285	0,1102	Tidak Signifikan
	β_{22}	-0,5449	-0,4762	0,6484	Tidak Signifikan
X ₃	β_{31}	0,9800	2,4982	0,0411	Signifikan
	β_{32}	-1,0202	-2,4246	0,0458	Signifikan
	β_{33}	-0,7913	-0,6736	0,5222	Tidak Signifikan
X ₄	β_{41}	0,9874	1,4755	0,1836	Tidak Signifikan
	β_{42}	-1,6042	-2,1879	0,0649	Tidak Signifikan
	β_{43}	2,7482	3,6174	0,0085	Signifikan

Berdasarkan hasil pengujian parameter secara parsial atau individu menggunakan uji *t* pada Tabel 4, terdapat delapan parameter yang tidak signifikan karena nilai $|t_{hitung}|$ lebih kecil dari nilai t_{tabel} nya atau nilai *p-value* lebih besar dari nilai $\alpha (0,05)$. Berdasarkan hal tersebut didapatkan hasil bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap TPT di Provinsi Sumatera Barat adalah variabel rata-rata lama sekolah (X₃) dan variabel *dependency ratio* (X₄).

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai koefisien determinasi sebesar 94,0881% artinya 4 variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan keragaman tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat sebesar 94,0881% sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model.

IV. KESIMPULAN

Model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat yaitu menggunakan tiga titik knot dengan nilai GCV 0,061762. Berikut merupakan model terbaik yang diperoleh:

$$\hat{y}_i = -1,4652 - 6,7955x_{1i} + 6,7668(x_{1i} + 0,9195)_+ + 3,5396(x_{1i} - 2,1982)_+ - 0,3263x_{2i} \\ - 0,5449(x_{2i} - 2,1956)_+ + 0,9800x_{3i} - 1,0202(x_{3i} - (-1,2891))_+ \\ - 0,7913(x_{3i} - 1,1233)_+ + 0,9874x_{4i} - 1,6042(x_{4i} - 2,3793)_+ + 2,7482(x_{4i} - 0,7726)_+$$

dengan nilai koefisien determinasi sebesar 94,0881% artinya variabel jumlah penduduk, TPAK, rata-rata lama sekolah, dan *dependency ratio* yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan keragaman tingkat pengangguran terbuka di provinsi sumatera barat sebesar 94,0881% sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model. Variabel yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat secara signifikan adalah variabel rata-rata lama sekolah (X_3), dan *dependency ratio* (X_4).

DAFTAR PUSTAKA

- Arjun, D. A., Sifriyani, & Syaripuddin. (2019). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Kalimantan Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya 2019*, 115 – 121.
- Badan Pusat Statistik. Tingkat Pengangguran Terbuka Menurut Provinsi (Persen), 2020-2021. <https://www.bps.go.id/indicator/6/543/1/tingkat-pengangguran-terbuka-menurut-provinsi.html>. Diakses 26 November 2021.
- Bidayani, Hadijati, M., & Fitriyani, N. (2019). Model Regresi Semiparametrik Spline Hasil Produksi Padi di Kabupaten Lombok Timur. *Eigen Mathematics Journal*, 2(1), 6-12.
- Budiantara, I. (2005). Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik. *Bimipa*, 15(3), 55-61.
- Budiantara, I. (2011). Penelitian Bidang Regresi Spline Menuju Terwujudnya Penelitian Statistika yang Mandiri dan Berkarakter. *Prosiding Seminar Nasional MIPA Undiksha, Undiksha*, pp, 9-28.
- Eubank, R. (1999). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Fathurahman, M. (2011). Estimasi Parameter Model Regresi Spline. *Jurnal Eksponensial Vol. 2, No.1*, 54-58.
- Islamiyati, A. (2017). Spline *Polynomial Truncated* dalam Regresi Nonparametrik. *Jurnal Matematika, Statistik & Komputasi, Vol. 14, No. 1*, 54-60.
- Kurniawati, N. A., & Budiantara, I. N. (2019). Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Barat Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *Jurnal Sains dan Seni Its*, 8(2), 2-8.
- Sukirno, S. (2004). *Makroekonomi Teori Pengantar Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Tupen, S. N., & Budiantara, I. N. (2011). Uji Hipotesis dalam Regresi Nonparametrik Spline. *Prosiding Seminar Nasional Statistik Universitas Diponegoro*, 978-979.
- Utami, T. W., & Prahutama, A. (2017). Regresi Semiparametrik Spline Truncated Dengan Software R. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang*, 17-23.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observational Data*. Pennsylvania: University of Wisconsin at Madison.
- Wu, H., & Zhang, J. T. (2006). *Nonparametric Regression Methods for Longitudinal Data Analysis: Mixed-Effects Modeling Approaches*. Singapore: Jhon Wiley & Sons, Inc.