

## Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Pulau Sumatera Dengan Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline

Mardiyah Muhgni<sup>1</sup>, Ferdian Fadly<sup>2</sup>, Arisman Adnan<sup>3</sup>, Harison<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Jurusan Statistika, Universitas Riau <sup>2</sup>Bidang Neraca Wilayah dan Analisis Statistik, BPS Riau

<sup>1,3,4</sup>Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

<sup>2</sup>Jl. Pattimura No 12, Cinta Raja, Sail, Kota Pekanbaru, Riau

E-mail: <sup>1</sup>diyah21muhgni@gmail.com, <sup>2</sup>ferdifadly@bps.go.id, <sup>3</sup>adnan@lecturer.unri.ac.id,

<sup>4</sup>son\_msi@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Pengangguran merupakan permasalahan yang harus diselesaikan karena dapat berdampak buruk pada perekonomian suatu daerah tidak terkecuali di Pulau Sumatera. Beberapa provinsi di Pulau Sumatera bahkan memiliki tingkat pengangguran terbuka di atas level nasional. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka, diantaranya Pertumbuhan Ekonomi (PE) dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kedua variabel tersebut terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Analisis data menggunakan Regresi Nonparametrik Spline, dimana metode ini mampu mengestimasi data yang tidak memiliki pola tertentu. Hasil analisis menunjukkan bahwa Pertumbuhan Ekonomi dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja memiliki pengaruh negatif yang signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Setiap penambahan 1% Pertumbuhan Ekonomi maka akan mengurangi 0,303% TPT. Sementara itu setiap penambahan 1% Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja maka akan mengurangi 0,359% TPT di pulau Sumatera. Model yang dihasilkan mampu menjelaskan 58,2% variasi dari TPT nya (Adj R-Square). Selain itu, penambahan titik knot pada model spline ternyata belum tentu meningkatkan Adj.R-square model. Sementara itu, penentuan titik knot yang tepat dapat meningkatkan Adj. R square dari model yang dihasilkan.

Kata Kunci : Regresi Nonparametrik Spline, Regresi Linier Berganda, Tingkat Pengangguran Terbuka

### ABSTRACT

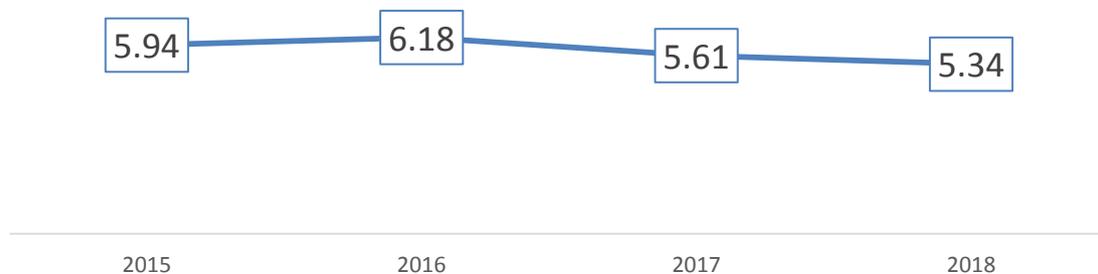
*Unemployment is a problem that must be resolved because it can adversely affect the economy of an area, no exception on the island of Sumatra. Some provinces on this island even have open unemployment rates above the national level. Several factors may affect the Open Unemployment Rate, such as economic growth and Labor Force Participation Rate. This study aims to analyze the effect of Economic Growth and Labor Force Participation Rate on the Open Unemployment Rate. The method used is Spline Nonparametric Regression which can estimate data that does not have a certain pattern. The result shows that Economic Growth and Labor Force Participation Rate have a significant negative effect on the Open Unemployment Rate. Every additional 1% of Economic Growth will reduce 0.303% Open Unemployment Rate. Every additional 1% of the Labor Force Participation Rate will reduce 0.359% Open Unemployment Rate on this island. The result can explain 58.2% of the variation of its Open Unemployment Rate (Adjusted R-Square). Furthermore, the addition of knots on the spline model does not necessarily improve the Adjusted R-square model. Meanwhile, determining the right knot point can increase Adjusted R square of the model.*

*Keywords: Spline Nonparametric Regression, Multiple Linear Regression, Open Unemployment Rate*

## Pendahuluan

Pengangguran merupakan salah satu permasalahan utama yang harus segera ditangani oleh pemerintah. Tingkat pengangguran yang tinggi menimbulkan berbagai permasalahan sosial. Besarnya angka pengangguran terbuka mempunyai implikasi sosial yang luas karena mereka yang tidak bekerja tidak mempunyai pendapatan. Semakin tinggi angka pengangguran terbuka maka semakin besar potensi kerawanan sosial yang ditimbulkannya, seperti kriminalitas. Sebaliknya semakin rendah angka pengangguran terbuka maka semakin stabil kondisi sosial dalam masyarakat. Masalah pengangguran juga menyebabkan tingkat pendapatan nasional dan tingkat kemakmuran masyarakat tidak mencapai potensi maksimal.

Indikator utama yang digunakan untuk mengukur angka pengangguran dalam angkatan kerja yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). TPT menunjukkan persentase jumlah pencari kerja terhadap jumlah angkatan kerja. Angka TPT Indonesia pada tahun 2014 sebesar 5,94% meningkat menjadi 6,18% pada tahun 2015. Sementara itu, pada tahun 2016, TPT kembali turun menjadi sebesar 5,61%, pada tahun 2017 menjadi sebesar 5,50%, dan pada tahun 2018 sebesar 5,34%. Namun demikian, angka ini masih relatif tinggi dibandingkan target nasional sebesar 4,8%-5,1%.

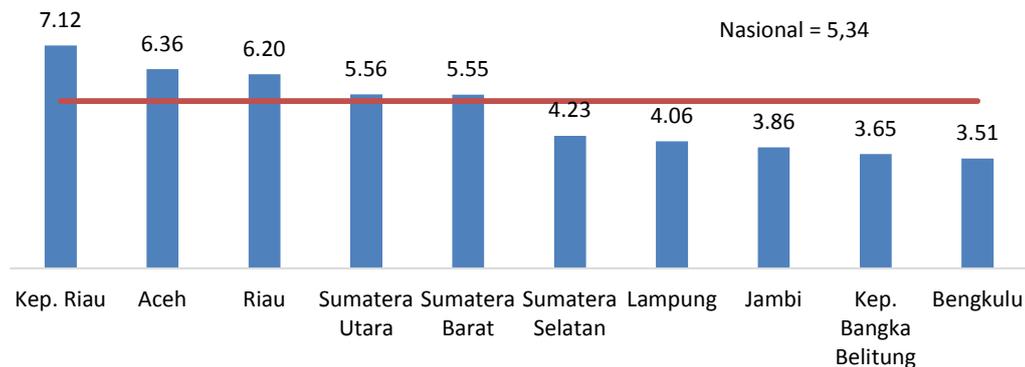


Gambar 1. Perkembangan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Indonesia 2015 - 2018

Sumber : Badan Pusat Statistik

Pengangguran merupakan permasalahan yang dihadapi oleh hampir seluruh wilayah di Indonesia tidak terkecuali di Pulau Sumatera. Sebagai pulau keenam terbesar di dunia yang terletak di Indonesia dengan luas 473.481 km persegi, Sumatera memiliki jumlah penduduk yang sangat banyak sehingga tidak luput dari permasalahan yang relatif sama, yaitu pengangguran. TPT berbagai provinsi yang terdapat di pulau Sumatera memiliki level yang berbeda beda satu dengan lainnya. Pada tahun 2018, TPT terbesar di pulau Sumatera adalah Provinsi Kepulauan Riau yaitu 7,12%. Angka ini menjelaskan bahwa lebih dari 7 orang menjadi pengangguran dari setiap 100 orang angkatan kerja di Provinsi Kepulauan Riau pada tahun 2018. Sementara itu, TPT terendah pada tahun yang sama terdapat di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yaitu sebesar 3,51%.

Berdasarkan Gambar 2, terdapat 5 dari 10 provinsi di Pulau Sumatera memiliki TPT di atas level nasional pada tahun 2018, yaitu Provinsi Kepulauan Riau, Provinsi Aceh, Provinsi Riau, Provinsi Sumatera Utara, dan Provinsi Sumatera Barat. Sementara itu, provinsi yang memiliki TPT lebih rendah dibandingkan TPT nasional adalah Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Lampung, Provinsi Jambi, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, dan Provinsi Bengkulu. Kebijakan-kebijakan terkait ketenagakerjaan perlu dilaksanakan sehingga permasalahan pengangguran terutama di Pulau Sumatera ini dapat diatasi.



Gambar 2. Grafik TPT di Pulau Sumatera Tahun 2018

Perkembangan TPT tidak lepas dari berbagai faktor dan kebijakan yang mempengaruhinya. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) adalah Pertumbuhan Ekonomi (PE) dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK). Pertumbuhan Ekonomi yang tinggi akan menciptakan lapangan kerja untuk masyarakat [4]. Sementara itu, semakin banyak masyarakat yang berpartisipasi pada lapangan pekerjaan akan mengurangi tingkat pengangguran.

Ditinjau dari trend TPT di Pulau Sumatera, terdapat pola hubungan yang berubah-ubah pada tiap sub interval tertentu. Hal ini menyebabkan penggunaan regresi biasa (*Ordinary Least Square Regression*) menjadi kurang sesuai. Untuk itu digunakan Regresi Nonparamaterik Spline. Metode ini sangat cocok untuk data yang memiliki pola yang berubah-ubah atau tidak memiliki pola tertentu [4].

Oleh karena itu, penelitian ini ingin mengetahui pengaruh pertumbuhan ekonomi (PE) masyarakat dan pengaruh tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) terhadap TPT sebagai variable respon dengan menggunakan regresi nonparametrik spline. Regresi inidigunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang kurva regresinya tidak diketahui polanya ataupun jika bentuk polanya berubah pada tiap sub-interval tertentu. Regresi spline merupakan analisis regresi yang mampu mengestimasi data yang tidak memiliki pola tertentu dan memiliki kecenderungan dalam mencari sendiri estimasi data dari pola yang terbentuk.

## Metode dan Bahan Penelitian

### 1. Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda (multiple linear regression) merupakan regresi linier dengan satu variabel respon ( $y$ ) dan beberapa variabel prediktor ( $X$ ) [10]. Misalkan diberikan  $n$  observasi  $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{p1}, y_1), (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{p2}, y_2), \dots, z (x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{pn}, y_n)$  maka model regresi linier berganda dapat ditulis sebagai :

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ji} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dimana,

$y_i$  : Variabel respon pengamatan ke – i  
 $\beta_0$  : *Intercept*

- $\beta_j$  : Koefisien regresi pada variabel  $x_j$
- $x_{ji}$  : Variabel prediktor ke  $j$  untuk pengamatan ke  $i$
- $\varepsilon_i$  : Residual dengan asumsi  $\varepsilon \sim NID(0, \sigma^2) \sim NID(0, \sigma^2)$

Persamaan (1) dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$Y = X\beta + \varepsilon \tag{2}$$

dimana

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}.$$

Estimasi terhadap parameter regresi pada Persamaan (2) dapat dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil untuk matriks, yakni  $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$ .

## 2. Regresi Nonparametrik Spline

Pendekatan regresi nonparametrik spline dilakukan apabila pola data tidak mengikuti pola tertentu (linier, kuadrat, dan kubik) sehingga diharapkan data mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas peneliti. Dengan kata lain, regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi. Regresi spline memiliki titik knot yang merupakan titik perpaduan yang menunjukkan perubahan perilaku kurva pada selang yang berbeda [8]. Model regresi nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut :

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

dengan,

- $f(x_i)$  : kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya
- $y_i$  : variabel respon
- $\varepsilon_i$  : diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$

Secara umum fungsi spline  $f(x_i)$  berorde  $p$  dengan titik knot  $k_1, k_2, \dots, k_r$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^p \beta_j x_i^j + \sum_{m=1}^r \beta_{p+m} (x_i - k_m)_+^p \tag{4}$$

Apabila Persamaan (4) disubstitusikan ke dalam Persamaan (3) maka diperoleh persamaan regresi nonparametrik spline sebagai berikut :

$$y_i = \sum_{j=0}^p \beta_j x_i^j + \sum_{m=1}^r \beta_{p+m} (x_i - k_m)_+^p + \varepsilon_i \tag{5}$$

Fungsi  $(x_i - k_m)_+^p$  merupakan fungsi potongan yang diberikan oleh :

$$(x_i - k_m)_+^p = \begin{cases} (x_i - k_m)^p, & x_i \geq k_m \\ 0, & x_i < k_m \end{cases} \tag{6}$$

## 3. Kelayakan Model

### 3.1 R-Square dan Adjusted R-Square

R-Square atau koefisien determinasi merupakan salah satu ukuran sederhana dan sering digunakan untuk menguji kualitas suatu persamaan regresi [5]. Nilai R-Square memberikan gambaran kesesuaian variabel independen dalam memprediksi variabel dependen dimana berada pada rentang 0 dan 1 yang dihitung dengan:

$$R^2 = \frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (7)$$

Untuk mengetahui metode estimasi yang memberikan hasil yang lebih baik, maka kriteria yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai R-Square ( $R^2$ ) yang menunjukkan seberapa besar proporsi variasi variabel respon yang dijelaskan oleh variabel prediktor. Nilai  $R^2$  yang kecil menunjukkan kemampuan variabel-variabel independen (prediktor) dalam menjelaskan variasi variabel dependen (respon) sangat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen (prediktor) memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen (respon) [6].

Masalah yang terjadi jika melakukan pengujian dengan menggunakan R-Square adalah jika variabel bebasnya lebih dari satu maka nilai R-Square akan bertambah besar. Oleh karena itu, pengujian dengan adjusted R-Square ( $\bar{R}$ ) secara obyektif dapat melihat pengaruh penambahan variabel bebas, apakah variabel tersebut mampu memperkuat variasi penjelasan variabel terikat. Adapun perhitungan nilai adjusted R-Square adalah:

$$\bar{R} = 1 - (1 - R^2) \times \frac{n-1}{n-k} \quad (8)$$

dengan,

$n$  : banyaknya data observasi

$k$  : banyaknya variabel independen

#### 4. Pengujian Parameter Model Regresi

##### 4.1 Uji Serentak

Uji serentak (*overall test*) digunakan untuk mengetahui keberartian parameter model regresi. Pengujian ini dilakukan secara serentak dengan parameter yang ada dalam model [6]. Hipotesis untuk uji serentak sebagai berikut :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$$

$$H_1: \text{Minimal ada satu } \beta_s \neq 0, s = 1, 2, \dots, j$$

Nilai  $j$  adalah jumlah parameter dalam model regresi, dan  $n$  adalah jumlah observasi. Statistik uji yang digunakan yaitu :

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{error}} \quad (9)$$

Keputusan : Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  dimana  $F_{tabel}$  diberikan oleh ( $F_{\alpha; (p+r), n-(p+r)-1}$ )

##### 4.2 Uji Individu

Uji individu digunakan untuk mengetahui parameter yang signifikan secara individu terhadap model [6]. Hipotesis untuk uji parsial adalah:

$$H_0: \beta_s = 0$$

$$H_1: \beta_s \neq 0, s = 1, 2, \dots, j$$

Statistik uji yang digunakan :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_s}{SE(\hat{\beta}_s)} \quad (10)$$

Keputusan : Tolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}|$  lebih besar dari  $t_{tabel}(t_{\alpha/2; n-(p+r)-1})$

## 5. Uji Asumsi Model Regresi

### 5.1 Normalitas

Pengujian normalitas dapat menggunakan Uji Shapiro-Wilk. Uji ini tergantung pada korelasi antara data yang diberikan dan kecocokan angka normalnya. Statistik uji Shapiro-Wilk dirumuskan oleh Thode [12]:

$$W = \frac{b^2}{(n-1)s^2} \quad (11)$$

dengan,

$b^2 = \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} a_{n-i+1} (x_{(n-i+1)} - x_{(i)})$ ,  $x_{(i)}$  merupakan nilai sampel terbesar ke- $i$  dari sampel terurut  $x_{(1)} < x_{(2)} < \dots < x_{(n)}$ , dan  $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ .

### 5.2 Homoskedastisitas

Asumsi homoskedastisitas atau varians sama terjadi apabila variasi tidak berubah-ubah secara sistematis seiring berubahnya nilai variabel prediktor. Uji Glejser merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji asumsi homoskedastisitas. Pengujian dilakukan dengan cara meregresikan antara nilai absolut error terhadap semua variabel prediktor. Jika variabel prediktornya tidak signifikan mempengaruhi nilai absolut error, berarti asumsi homoskedastisitas terpenuhi [7].

### 5.3 Non-Multikolinieritas

Multikolinieritas menunjukkan adanya hubungan linier di antara variabel-variabel prediktor dalam model regresi [7]. Adanya multikolinieritas ditandai dengan nilai VIF yang lebih dari 10.

### 5.4 Non- Autokorelasi

Salah satu cara mendeteksi autokorelasi adalah dengan melakukan tes Durbin Watson, dengan langkah-langkah tes Durbin Watson sebagai berikut [10]:

- [1] Melakukan regresi sehingga diperoleh residual  $e_i$
- [2] Menghitung  $d$
- [3] Menentukan nilai kritis  $d_l$  dan  $d_u$ , untuk ukuran sampel tertentu dan banyaknya variabel prediktor tertentu
- [4] Jika  $H_0$  adalah dua sisi yaitu bahwa tidak ada serial autokorelasi baik positif ataupun negatif, maka :
 

$d < d_l$ atau $4 - d_l$	: $H_0$ ditolak
$d_u < d < 4 - d_u$	: $H_0$ diterima
$d_l < d < d_u$ atau $4 - d_l \leq d \leq 4 - d_u$	: Pengujian tidak meyakinkan

## 6. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

Menurut BPS, Pengangguran Terbuka adalah penduduk yang telah masuk dalam angkatan kerja tetapi tidak memiliki pekerjaan dan sedang mencari pekerjaan, mempersiapkan usaha, serta sudah memiliki pekerjaan tetapi belum mulai bekerja [1]. Pengangguran ini tercipta sebagai akibat dari pertumbuhan kesempatan kerja yang tidak sejalan dengan pertumbuhan tenaga kerja, akibatnya banyak tenaga kerja yang tidak memperoleh pekerjaan.

Pengangguran terbuka ini kemudian dihitung proporsinya terhadap jumlah angkatan kerja menjadi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dengan rumus berikut:

$$TPT = \frac{\text{Jumlah Pencari Kerja}}{\text{Jumlah Angkatan Kerja}} \times 100 \quad (12)$$

Salah satu faktor yang mempengaruhi TPT yaitu laju pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi biasanya diikuti oleh terciptanya lapangan pekerjaan yang baru. Ketika ekonomi bertumbuh, berarti terdapat pertumbuhan produksi barang dan jasa. Ketika hal ini terjadi maka kebutuhan tenaga kerja untuk memproduksi barang dan jasa pun tumbuh. Dengan kata lain, jika pertumbuhan ekonomi meningkat maka pengangguran akan berkurang. Sementara itu, faktor lain yang berpengaruh yaitu TPAK. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan perbandingan antara jumlah angkatan kerja dengan jumlah penduduk usia kerja. Semakin tinggi TPAK menunjukkan semakin besar bagian dari penduduk usia kerja yang sesungguhnya terlibat atau berusaha untuk terlibat, dalam kegiatan produktif yaitu memproduksi barang dan jasa dalam kurun waktu tertentu [4].

Seluruh data yang digunakan dalam model penelitian ini bersumber dari Badan Pusat Statistik seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data dan Sumber Publikasi yang digunakan

Data (1)	Publikasi (2)
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial ekonomi Indonesia Agustus [2]
Pertumbuhan Ekonomi (PE)	Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha [3]
Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)	Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus [1]

## Hasil dan Pembahasan

### [1] Regresi Linier Berganda

Berdasarkan pengolahan data menggunakan R studio diperoleh model regresi linier berganda sebagai berikut:

$$\hat{y} = 30,942 - 0,303x_1 - 0,359x_2 \quad (13)$$

dengan nilai Adj.R-squared sebesar 0,513.

Model regresi (13) kemudian diuji kesesuaian model dengan hipotesis :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \text{ (tidak ada satupun variabel respon yang berpengaruh)}$$

$$H_1: \text{Minimal ada } \beta_k \neq 0, \text{ dimana } k=1,2,\dots,p \text{ (Secara bersama, minimal ada satu variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon)}$$

Daerah keputusan :  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{\alpha;2;47}$  atau  $sig. < \alpha = 5\%$ .

Anova Model Regresi Linier Berganda

Model	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig.
Regression	62,73	2	31,36	26,85	0,00
Residual	54,92	47	1,17		
Total	117,64	49			

Dari tabel diatas diperoleh hasil  $F_{hitung}$  sebesar 26,85 dan  $sig.=0,00$ . Sehingga  $H_0$  ditolak maka dapat disimpulkan bahwa secara bersama-sama variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon dalam model regresi linier (model sesuai).

## [2] Regresi Nonparametrik Spline

Pemilihan model regresi nonparametrik spline terbaik dapat dilihat dari besarnya nilai Adj.R-square. Berdasarkan Tabel 3 nilai Adj.R-square terbesar adalah 0,582 yang diperoleh pada saat  $x_1$  (Pertumbuhan Ekonomi/PE) berorde 2,  $x_2$  (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja/TPAK) berorde 2 dengan banyaknya knot  $x_1$  sebanyak 1 knot yaitu pada titik 5,15 dan  $x_2$  sebanyak 1 knot pada titik 68,1

Tabel 3. Nilai Adj.R-square pada Regresi Nonparametrik Spline

Banyak Knot		Orde		Titik Knot		Adj.R-square
$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	
1	1	2	2	4,99	67	0,573
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5,15</b>	<b>68,1</b>	<b>0,582</b>
2	2	2	2	4,5;5,15	66;68,1	0,568
3	3	2	2	4,25;4,99;5,22	65,5;67;68,8	0,554

Model regresi nonparametrik spline dengan  $x_1$  berorde 2,  $x_2$  berorde 2 dengan banyaknya knot  $x_1$  sebanyak 1 knot dan  $x_2$  sebanyak 1 knot dapat disajikan berdasarkan persamaan (5).

$$f(x_i) = \beta_0 + \beta_{11}x_1 + \beta_{12}x_1^2 + \beta_{13}(x_1 - k_1)_+ + \beta_{14}(x_1 - k_1)_+^2 + \beta_{21}x_2 + \beta_{22}x_2^2 + \beta_{23}(x_2 - k_2)_+ + \beta_{24}(x_2 - k_2)_+^2 \quad (14)$$

Tabel 4. Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Terbaik

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
Intersept	b0	9,288
x1	b11	-0,256
	b12	-5,877
	b13	-1,432
	b14	-3,750
x2	b21	1,276
	b22	-3,256
	b23	-0,994
	b24	-2,391

Berdasarkan Tabel 4 maka estimasi model regresi nonparametrik spline sebagai berikut :

$$f(x_i) = 9,288 - 0,256x_1 - 5,877x_1^2 - 1,432(x_1 - k_1)_+ - 3,750(x_1 - k_1)_+^2 + 1,276x_2 - 3,256x_2^2 - 0,994(x_2 - k_2)_+ - 2,391(x_2 - k_2)_+^2 \quad (15)$$

Persamaan (15) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\hat{y} = 9,288 + f_1(x_1) + f_2(x_2) \quad (16)$$

dengan

$$f_1(x_1) = -0,256x_1 - 5,877x_1^2 - 1,432(x_1 - 5,15)_+ - 3,750(x_1 - 5,15)_+^2$$

$$f_2(x_2) = 1,276x_2 - 3,256x_2^2 - 0,994(x_2 - 68,1)_+ - 2,391(x_2 - 68,1)_+^2$$

Selanjutnya model regresi nonparametrik spline yang telah diperoleh (15) dilakukan uji kesesuaian model dengan hipotesis :

$H_0: \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{24} = 0$  (Tidak ada variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variable respon / Model tidak sesuai)

$H_1$ : Minimal ada  $\beta_{ij} \neq 0$ , dimana  $i=1,2$ ;  $j=1,2,\dots,p$  (Minimal ada satu variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi variabel respon / Model sesuai)

keputusan :  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{\alpha;8;49}$

Tabel 5. Anova Model Regresi Nonparametrik Spline

Model	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig.
Regression	76,462	8	9,558	9,516	0
Residual	41,182	41	1,004		
Total	117,644	49			

Dari Tabel 5 diperoleh hasil nilai  $F_{hitung} = 9,516 > F_{\alpha;8;49} = 2,13$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak ini berarti bahwa secara bersama-sama variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon dalam model regresi nonparametrik spline (Model sesuai).

### 3. Uji Asumsi Model Regresi

#### 3.1 Normalitas

Pengujian normalitas residual kedua model dilakukan dengan uji Shapiro Wilk yang hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Normalitas

Model regresi	W	P-Value	Kesimpulan
Regresi linier Berganda	0.993	0.990	H0 diterima
Regresi <i>Spline</i> Berganda	0.959	0.078	H0 diterima

Hipotesis:

$H_0$  : Data mengikuti distribusi normal

$H_1$  : Data tidak mengikuti distribusi normal

Daerah Keputusan :  $H_0$  diterima jika  $p\text{-value} > \alpha = 5\%$

Kesimpulan: Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa kedua model regresi memenuhi asumsi normal.

#### 3.2 Homoskedastisitas

Pengujian asumsi homogenitas varian dilakukan dengan uji Gletsjer yaitu dengan meregresikan absolut residual terhadap variabel prediktor. Hasil uji Gletsjer disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Gletsjer

Variabel	Regresi Linier Berganda		Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	
	t	Sig.	T	Sig.
PE	-1,203	0,235	-0,889	0,379
TPAK	0,924	0,360	0,588	0,559

Residual model regresi dikatakan memiliki varian yang sama jika nilai  $\text{sig.} > \alpha = 5\%$ . Berdasarkan Tabel 7 diperoleh hasil bahwa residual model regresi linier Berganda dan residual model regresi nonparametrik *spline* memiliki varian yang sama karena nilai  $\text{sig.} > \alpha = 5\%$ .

#### 3.3 Non Autokorelasi

Berdasarkan dari tabel Dubin Watson dengan  $n = 50$  dan  $k = 2$  adalah  $dl = 1,46$  dan  $du = 1,6283$  maka diperoleh hasil pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Dubin Watson

Model Regresi	dw	Keterangan	Kesimpulan
Regresi Linier Berganda	1,859	$du < dw < 4-du$	Bebas autokorelasi
Regresi Nonparametrik Spline	1,969	$du < dw < 4-du$	Bebas autokorelasi

Dapat disimpulkan bahwa untuk regresi linier Berganda dan regresi nonparametrik spline bebas autokorelasi dikarenakan memiliki nilai  $du = 1,63 < dw = 1,859 < 4-du = 2,37$  untuk regresi linier Berganda dan  $du = 1,63 < dw = 1,969 < 4-du = 2,37$  untuk regresi nonparametrik spline.

### 3.4 Non Multikolineritas

Model regresi dikatakan bebas dari multikolineritas jika nilai  $VIF < 10$ . Nilai VIF kedua model ini disajikan pada Tabel 9.

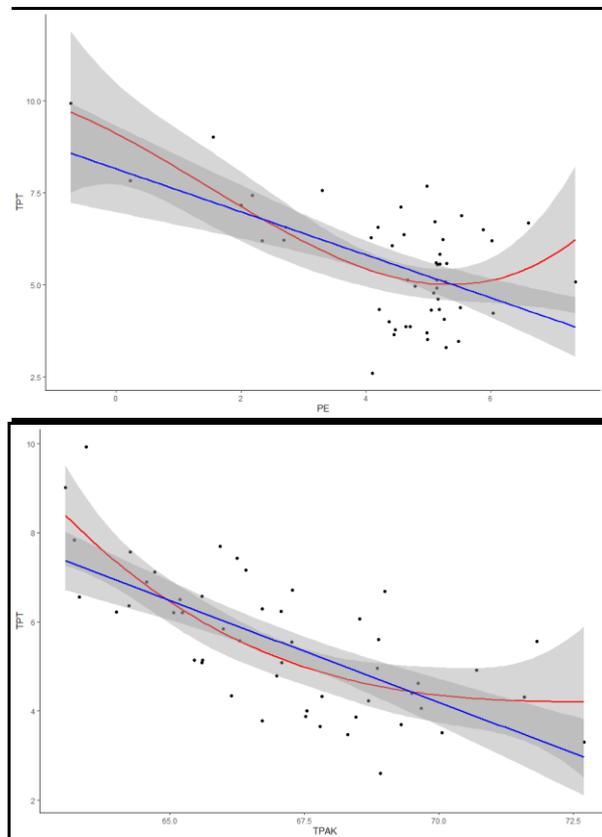
Tabel 9. Uji VIF

Variabel	Regresi Linier Berganda	Regresi Nonparametrik Spline
	VIF	VIF
PE	1,34002	1,130182
TPAK	1,34002	1,130182

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai  $VIF < 10$ . Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linear berganda dan regresi nonparametrik spline bebas dari multikolineritas.

Jadi, dari hasil perhitungan yang ada pada Tabel 6 – Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa untuk model regresi linier Berganda dan regresi nonparametrik spline semua asumsi terpenuhi.

### 4. Perbandingan Regresi Linier Berganda dan Model Regresi Nonparametrik Spline



Gambar 3. Grafik Perbandingan PE dan TPAK Menggunakan Regresi Linier Berganda dan Model Regresi Nonparametrik Spline terhadap TPT

Keterangan : Garis Biru merupakan Regresi Linier Berganda dan Garis Merah Regresi Nonparametrik Spline.

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan jika menggunakan regresi nonparametrik spline terbentuk garis yang lebih mendekati data aktual dibandingkan dengan regresi linier Berganda hanya membentuk garis lurus. Selain itu, berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa nilai R-square dan Adj.R-square pada regresi nonparametrik spline lebih besar dari pada regresi linier Berganda. Jadi dapat dikatakan bahwa perhitungan TPT ini lebih sesuai dengan menggunakan regresi nonparametrik spline dari pada regresi linier berganda.

Tabel 10. Nilai R-square dan Adj-square

Model Regresi	R-square	Adj.R-square
Regresi Linier Berganda	0,533	0,513
Regresi Nonparametrik Spline	0,650	0,582

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa Regresi Nonparametrik Spline memiliki nilai R square lebih tinggi dibandingkan dengan nilai R square pada Regresi Linier Berganda sehingga model Regresi Nonparametrik Spline yang dihasilkan merupakan model yang baik dan lebih sesuai untuk memodelkan TPT di Pulau Sumatera. Penambahan knot pada model spline dapat meningkatkan nilai R square tetapi belum tentu meningkatkan adj R square. Penentuan titik Knot dapat mengoptimalkan R square pada TPT di pulau Sumatera. Pertumbuhan Ekonomi (PE) dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) memiliki pengaruh negatif yang signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Setiap penambahan 1% PE dapat mengurangi 0,303% TPT di pulau Sumatera. Sementara itu, setiap penambahan 1% TPAK dapat mengurangi 0,359% TPT di pulau Sumatera.

Saran yang diberikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya penambahan variabel yang dapat mendukung pemodelan dari TPT di Pulau Sumatera agar nilai adjusted R square yang dihasilkan lebih baik lagi. Selain itu, dapat menggunakan metode-metode lain dalam hal penentuan titik knot optimal untuk memodelkan TPT yang ada di Pulau Sumatera. Sementara itu, untuk pemerintah, pertumbuhan ekonomi perlu untuk dipacu dan pembukaan lapangan pekerjaan dapat ditingkatkan sehingga tingkat pengangguran terbuka khususnya di Pulau Sumatera dapat berkurang.

### Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. "Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus." *Publikasi BPS-Statistics Indonesia*.
- [2] Badan Pusat Statistik. "Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial-Ekonomi Indonesia." *BPS-Statistics Indonesia*.
- [3] Badan Pusat Statistik. "Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha." *Publikasi BPS-Statistics Indonesia*.
- [4] Budiantara, Syaiful Anwar dan I Nyoman. "Regresi Nonparametrik Spline Untuk Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Barat." *Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) 2014*.
- [5] Cut Putri Mellita Sari, Putri Susanti. "Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Pertumbuhan Penduduk Terhadap Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja di Kota Lhokseumawe Periode 2007-2015." *Jurnal Ekonomi Indonesia Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Malikussaleh 2018*.
- [6] Gujarati. "Basic Econometrics." 2004. 81.
- [7] Gujarati, Damodar. "Ekonometrika Dasar." *Penerbit Erlangga, Jakarta 1978*.

- [8] Hardle, Wolfgang. "Applied Nonparametric Regression." *New York: Cambridge University Press* 1990.
- [9] Hewi Susanti, Mohd. Nur Syechalad, AbubakarHamzah. "Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Pengeluaran Pemerintah Aceh Terhadap Pendapatan Asli Daerah Provinsi Aceh Setelah Tsunami." *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik Indonesia, Universitas Syiah Kuala* 2017.
- [10] Ihdayani Banun Afa, Suparti, Rita Rahmawati. "Perbandingan Metode Regresi Linier Berganda dan Regresi Spline Berganda dalam Pemodelan Indeks Harga Saham Gabungan." *Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia* 2018.
- [11] Prasetyo, Wisnu. "Determinan Kemiskinan Penduduk di Pulau Sumatera." *Skripsi Jurusan Ekonomi Pembangunan, Universitas Lampung* 2018.
- [12] Thode, H.C. "Testing For Normality." *New York : Marcel Dekker*, 2002.