



## PENERAPAN REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL DAN *SPLINE* DALAM MEMODELKAN *RETURN ON ASSET (ROA)* BANK SYARIAH DI INDONESIA

<sup>1</sup>Putri Indi Rahayu, <sup>2</sup>Pardomuan Robinson Sihombing

<sup>1</sup>Universitas Padjadjaran, <sup>2</sup>Badan Pusat Statistik

\*e-mail: [robinson@bps.go.id](mailto:robinson@bps.go.id)

### ABSTRACT

*Sharia Bank Return On Assets (ROA) modeling in Indonesia in 2018 aims to analyze the relationship pattern of Return On Assets (ROA) with interest rates. The analysis that is often used for modeling is regression analysis. Regression analysis is divided into two, namely parametric and nonparametric. The most commonly used nonparametric regression methods are kernel and spline regression. In this study, the nonparametric regression used was kernel regression with the Nadaraya-Watson (NWE) estimator and Local Polynomial (LPE) estimator, while the spline regression was smoothing spline and B-splines. The fitting curve results show that the best model is the B-splines regression model with a degree of 3 and the number of knots 5. This is because the B-splines regression model has a smooth curve and more closely follows the distribution of data compared to other regression curves. The B-splines regression model has a determination coefficient of  $R^2$  of 74.92%, meaning that the amount of variation in the ROA variable described by the B-splines regression model is 74.92%, while the remaining 25.8% is explained by other variables not included in the model.*

**Keywords:** *nonparametric, rate, regression, ROA, splines.*

### ABSTRAK

Pemodelan *Return On Assets (ROA)* Bank Syariah di Indonesia tahun 2018 bertujuan untuk menganalisis pola hubungan *Return On Assets (ROA)* dengan suku bunga. Analisis yang sering digunakan untuk pemodelan adalah analisis regresi. Analisis regresi terbagi atas dua yaitu parametrik dan nonparametrik. Metode regresi nonparametrik yang sering digunakan adalah regresi kernel dan *spline*. Pada penelitian ini regresi nonparametrik yang digunakan adalah regresi kernel dengan metode penaksir Nadaraya-Watson (NWE) dan penaksir Polinomial Lokal (LPE), sedangkan untuk regresi *spline* adalah *smoothing spline* dan *B-splines*. Hasil *fitting curve* menunjukkan bahwa model terbaik adalah model regresi *B-splines* dengan *degree* 3 dan jumlah *knot* 5. Hal ini dikarenakan model regresi *B-splines* memiliki kurva yang *smooth* (halus) dan lebih mengikuti sebaran data dibandingkan kurva regresi lainnya. Model regresi *B-splines* memiliki koefisien determinasi  $R^2$  sebesar 74.92%, %, artinya besarnya variasi variabel ROA yang dijelaskan oleh model regresi *B-Splines* sebesar 74.92%, sedangkan sisanya 25.8% dijelaskan oleh variabel lainnya yang tidak dimasukkan ke dalam model.

**Kata kunci :** *nonparametrik, rate, regresi, ROA, splines*

## 1. PENDAHULUAN

Industri perbankan merupakan salah satu pendukung utama perekonomian suatu negara, perbankan juga merupakan sektor yang paling berpengaruh terhadap aktivitas perekonomian masyarakat. Dapat kita lihat di beberapa negara penguasa perekonomian dunia seperti Amerika, China, Jepang dan beberapa negara di Jazirah Arab selalu memiliki industri perbankan yang kuat. Indonesia sebagai negara berkembang, sebenarnya juga memiliki sejarah panjang di bidang industri perbankan. Dimulai dari pendirian *De Poerwokertosche Hulp en Spaarbank der Inlandsche Hoofden* pada tanggal 16 Desember 1895 yang kemudian bertransformasi dan kita kenal dengan nama Bank Rakyat Indonesia.

Menurut UU No. 10 Tahun 1998, bank merupakan badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan lainnya. Menurut Kuncoro (2000) mendefinisikan bank sebagai lembaga keuangan yang usaha pokoknya adalah menghimpun dana dan menyalurkan kembali dana tersebut ke masyarakat dalam bentuk kredit serta memberikan jasa-jasa dalam lalu lintas pembayaran dan peredaran uang. Sedangkan menurut Hasibuan (2005) mendefinisikan Bank sebagai badan usaha yang kekayaannya terutama dalam bentuk aset keuangan (*financial assets*) serta bermotif profit juga sosial, jadi bukan hanya mencari keuntungan saja. Di Indonesia sendiri bank dibagi menjadi dua jenis berdasarkan pembayaran bunga ataukah pembagian hasil usaha yaitu bank konvensional dan bank berdasarkan prinsip syariah.

Oleh karena mayoritas penduduk Indonesia beragama Islam, dan adanya fatwa dari Majelis Ulama Indonesia yang menyatakan bahwa bunga bank haram, maka kemunculan sistem ekonomi yang berlandaskan syariat Islam menjadi suatu keniscayaan. Kemunculan bank-bank yang berlandaskan syariat Islam tersebut diharapkan mampu mendukung perkembangan perekonomian negara, karena tujuan dari diadopsinya sistem ekonomi Islam kedalam industri perbankan nasional adalah untuk memperbaiki kinerja industri perbankan secara menyeluruh. Pendekatan yang lebih mengarah kepada keseimbangan antara ukuran-ukuran yang bersifat materil dan spiritual diharapkan akan membawa angin segar bagi industri perbankan kita yang nantinya akan berdampak pula pada kinerja industri keuangan yang semakin baik.

Namun kenyataannya, yang terjadi masih jauh dari ekspektasi para pendiri dan pencetus perbankan syariah. Alih-alih membantu perekonomian negara, bank-bank syariah di Indonesia malah justru seperti kelelahan untuk sekedar menghidupi diri mereka sendiri. Salah satu indikator untuk menilai kinerja keuangan bank adalah dengan melihat tingkat profitabilitasnya serta tingkat efisiensinya. Ukuran profitabilitas yang digunakan adalah *Return on Asset (ROA)*. Dalam ROA, akan terlihat kemampuan bank dalam menghasilkan laba bersih dengan membandingkan total aset yang dimiliki. Sehingga apabila semakin besar ROA suatu bank, maka tingkat keuntungan yang didapat oleh bank juga semakin besar.

Berdasarkan keterangan di atas, maka diperlukan suatu analisis hubungan antara *Return on Asset* (ROA) dengan faktor yang mempengaruhinya yaitu suku bunga menggunakan analisis regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik disebut juga statistik sebaran bebas. Statistik nonparametrik tidak mensyaratkan bentuk sebaran dari populasinya sehingga dapat diaplikasikan untuk data baik yang menyebar normal maupun tidak. Salah satu pendekatan yang bisa digunakan adalah regresi kernel, *smoothing spline*, dan *B-spline*. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi perbankan dalam meningkatkan *Return on Asset*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik juga merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan variabel *dependent* dan *independent* yang tidak diketahui bentuk fungsinya, hanya diasumsikan *smooth* (halus) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu, sehingga regresi nonparametrik sangat memperhatikan fleksibilitasnya (Eubank, 1999).

Menurut Hardle (1994) model umum regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_i = m(X_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dengan:

$Y_i$  : variabel respon pengamatan ke- $i$

$X_i$  : variabel prediktor pengamatan komponen nonparametrik ke-  $i$

$m(X)$  : fungsi regresi yang tidak diketahui

$\varepsilon_i$  : residual ke- $i$  dengan  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$  *i. i. d* (*identic independen*) dan  $E(\varepsilon_i) = 0$

#### A. Penaksir Densitas Kernel

Fungsi penaksir kernel merupakan salah satu pendekatan untuk mengestimasi kurva regresi nonparametrik. Metode ini sering digunakan karena memiliki bentuk yang lebih fleksibel dan perhitungan matematisnya mudah dikerjakan. Penaksir kernel merupakan pengembangan dari estimator histogram yang diperkenalkan oleh Rosenblatt (1956) dan Parzen (1962) sehingga disebut penaksir densitas kernel Rosenblatt-Parzen (Hardle, 1994).

Secara umum fungsi penaksir kernel  $K$  dengan *bandwidth*  $h$  didefinisikan sebagai berikut:

$$K_h = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right), \text{ untuk } -\infty < x < \infty, h > 0 \quad (2)$$

Penaksir densitas kernel untuk fungsi densitas  $f(x)$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (3) di atas menunjukkan bahwa  $\hat{f}_h(x)$  bergantung pada fungsi kernel  $K$  dan parameter  $h$ . Bentuk bobot kernel ditentukan oleh fungsi kernel  $K$ , sedangkan ukuran bobotnya ditentukan oleh parameter pemulus  $h$  yang disebut *bandwidth*. Menurut Hardle (1994) ada beberapa jenis fungsi kernel, antara lain:

**Tabel 1.** Fungsi Kernel

Nama	$k$	$h$	kernel
Uniform	2	0	$\frac{1}{2}1_{[-1,1]}(x)$
Triangle	2	0	$(1 -  x )1_{[-1,1]}(x)$
Normal	2	$\infty$	$\frac{1}{\sqrt{(2\pi)}} \exp\left(\frac{1}{2}x^2\right)$
Epanechnikov	2	1	$\frac{3}{4}(1 - x^2)1_{[-1,1]}(x)$
Bisquare	2	2	$\frac{15}{6}(1 - 2x^2 + x^4)1_{[-1,1]}(x)$
Triweight	2	3	$\frac{35}{32}(1 - 3x^2 + 3x^4)1_{[-1,1]}(x)$
Cauchy	2	0	$[\pi(1 + x^2)]^{-1}$
Picard	2	$\infty$	$\frac{1}{2} \exp(- x )$

## B. Regresi Kernel

### 1. Regresi Kernel Menggunakan Penaksir Nadaraya-Watson (NWE)

Salah satu teknik regresi nonparametrik untuk menaksir fungsi regresi  $m(X)$  adalah dengan menggunakan penaksir Nadaraya-Watson (NWE). Secara terpisah di tahun yang sama 1964 Nadaraya dan Watson mempublikasikan metode penaksir  $m(X)$ , yang selanjutnya disebut metode Nadaraya-watson (NWE) adalah sebagai berikut (2015):

$$\hat{m}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n K_h(X_i - x) Y_i}{\sum_{i=1}^n K_h(X_i - x)} \quad (4)$$

Untuk  $X$  fixed, penaksir  $\hat{\theta}$  yang meminimumkan

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \theta)^2 K_h(X_i - x) \quad (5)$$

Memiliki bentuk  $\sum_{i=1}^n a_i Y_i$ . NWE merupakan minimizer persamaan (5) dimana:

$$a_i = \frac{K_h(X_i - x)}{\sum_{i=1}^n K_h(X_i - x)} \quad (6)$$

### 2. Regresi Kernel Menggunakan Penaksir Polinomial Lokal (LPE)

Teknik regresi nonparametrik lain untuk menaksir fungsi regresi  $m(X)$  adalah dengan menggunakan penaksir Polinomial Lokal (LPE), yaitu adalah suatu metode regresi nonparametrik, dimana fungsi regresi  $m(X)$  ditaksir menggunakan bentuk polinomial. Model regresi polinomial adalah sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1(X_i - x) + \beta_2(X_i - x)^2 + \dots + \beta_p(X_i - x)^p + \varepsilon_i \quad (7)$$

### 3. Pemilihan Bandwidth Optimal

Permasalahan utama pada estimasi kernel adalah pada pemilihan *bandwidth*, bukan pada pemilihan fungsi kernelnya. Menurut Hardle (1994) *bandwidth* adalah bentuk bobot kernel yang ditetapkan dengan  $k$ , dimana ukuran bobot ditentukan oleh  $h$  (lihat Tabel.1). Pemilihan *bandwidth* yang optimum dilakukan dengan cara memperkecil tingkat kesalahan.

## C. Regresi Spline

Metode regresi nonparametrik lain yang dapat digunakan untuk menduga kurva regresi adalah dengan menggunakan pendekatan regresi *spline*. *Spline* dapat menyesuaikan diri secara efektif terhadap data yang ada, sehingga didapatkan hasil yang mendekati kebenaran (Eubank, 1999)

Fungsi *spline* berorde  $m$  dengan satu variabel *independent* dan basis *truncated* adalah sembarang fungsi yang secara umum dapat disajikan dalam bentuk:

$$E(y) = m(X) = \beta_0 + \sum_{r=1}^{m-1} \beta_r x^r + \sum_{j=1}^k \beta_{m-1} (x - k_j)_+^{m-1} + \varepsilon \quad (8)$$

### 1. Regresi Smoothing Spline

Penduga fungsi pemulus merupakan penduga fungsi yang mampu memetakan data dengan baik serta mempunyai ragam galat yang kecil. Oleh karena itu, dengan menggunakan data pengamatan sebanyak  $n$ , maka  $m(X_i)$  diperoleh dengan meminimumkan fungsi *Penalized Least Square* (PLS), yaitu:

$$PLS = \underbrace{\sum_{i=1}^n (Y_i - m(X_i))^2}_{\text{sum of squares}} + \lambda \underbrace{\int [m''(x)]^2 dx}_{\text{penalty}} \quad (9)$$

### 2. Regresi B-Splines

*B-Splines* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menaksir kurva regresi nonparametrik. *B-Splines* merupakan fungsi *piecewise polynomial* dengan *support* loka untuk derajat polinomial tertentu. *B-Splines* ke- $j$  dengan derajat  $v$  berdasarkan *knot* sekuens  $t_0, \dots, t_u$  untuk  $j = 1, \dots, v + u$  dinotasikan dengan formula rekursif berikut:

$$B_j(x; v) = \frac{x - t_j}{t_{j+v-1} - t_j} B_j(x; v - 1) + \left( 1 - \frac{x - t_{j+1}}{t_{j+v} - t_{j+1}} B_{j+1}(x; v - 1) \right) \quad (10)$$

### 3. Pemilihan Knot dalam Regresi Spline

Eubank (1988) menyebutkan bahwa ukuran kinerja atas penduga kurva regresi dapat ditentukan dari rata-rata kuadrat sisaan (MSE), fungsi *loss* dan fungsi resiko, serta *Generalized Cross-Validation* (CGV). Rataan kuadrat sisaan merupakan ukuran kinerja yang paling sederhana, yaitu:

$$MSE(\lambda) = \frac{1}{n} (Y - f)^T (Y - f) \quad (11)$$

*Generalized Cross-Validation* (CGV) merupakan modifikasi dari *Cross-Validation* (CV), yaitu:

$$CGV(\lambda) = \frac{MSE(\lambda)}{[n^{-1} \text{tr}(I-H)]^2} \quad (12)$$

Cantoni & Hastie (Cantoni & Hastie, 2002) menyatakan bahwa pemilihan faktor pemulus dalam regresi nonparametrik dapat dilakukan melalui derajat bebas. Hastie & Tibshirani (Hastie & Tibshirani, 1990) mendefinisikan derajat bebas efektif pada *smoothing spline* sebagai berikut:

$$df = \text{tr}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + \lambda d_i} \quad (13)$$

### 3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam ini penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari Bank Indonesia . Data tersebut merupakan data series bulanan dari bulan Oktober 2014 sampai dengan bulan Desember 2018, serta variabel yang digunakan terdiri dari:

1. Variabel *Independent* ( $y$ )  
Variabel *Independent* dalam penelitian ini adalah *Return On Asset* (ROA) (Bank Indonesia, 2018)
2. Variabel *Dependent* ( $x$ )  
Variabel *dependent* dalam penelitian ini adalah Suku Bunga (Bank Indonesia, 2018)
  - a. Regresi nonparametrik.
  - b. Menghitung nilai  $R^2$ .

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Statistik Deskriptif

Sebelum masuk dalam tahap analisis, eksplorasi data secara univariat dilakukan untuk melihat gambaran dari data yang digunakan dalam penelitian ini.

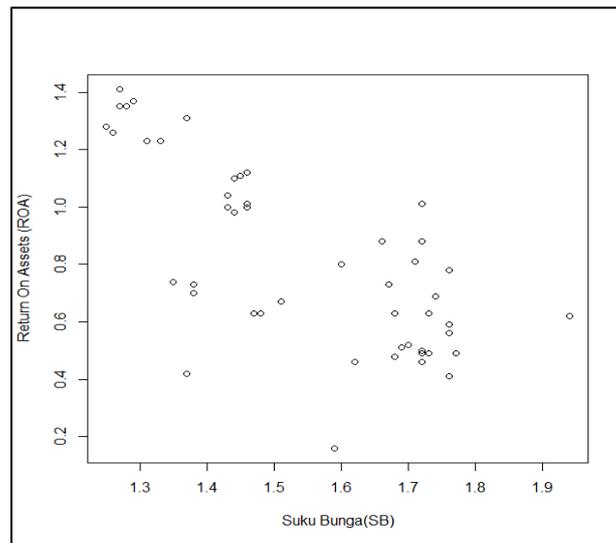
Tabel 2. Statistik Deskriptif

Statistik	ROA	Suku Bunga
Min	0.1600	1.250
Max	1.4100	1.940
Median	0.7400	1.510
Mean	0.8257	1.543
Standar Deviasi	0.3216971	0.1855981

Berdasarkan Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa rata-rata ROA sebesar 0.8257 dengan standar deviasi sebesar 0.3216971. Sedangkan, suku bunga memiliki rata-rata sebesar 1.543 dengan standar deviasi sebesar 0.185598. Angka ROA di Indonesia memiliki rentang yang cukup tinggi yaitu antara 0.1600 sampai dengan 1.4100. Angka suku bunga di Indonesia juga memiliki rentang yang cukup tinggi, yaitu antara 1.250 sampai dengan 1.940.

#### 4.2. Pola Hubungan antara ROA dan Suku Bunga

Pada Gambar 1 di bawah ini menunjukkan bahwa pola hubungan antara ROA dan suku bunga tidak membentuk sebuah pola tertentu. Sehingga, analisis regresi nonparametrik lebih tepat digunakan untuk menggambarkan pola hubungan ROA dan suku bunga.



**Gambar 1.** Plot antara ROA dan Suku Bunga

Jika dicari keeratan hubungan antara ROA dan suku bunga dengan menggunakan korelasi pearson diperoleh hasil sebesar  $-0.7341482$ , artinya terdapat hubungan negatif yang kuat antara ROA dan suku bunga. Jika ROA semakin rendah, maka suku bunga akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

#### 4.3. Regresi Kernel

Estimasi densitas dilakukan dengan beberapa fungsi kernel (gaussian, rectangular dan epanechnikov) untuk data ROA dan suku bunga. Estimasi densitas untuk setiap fungsi kernel menggunakan *bandwidth* optimal sebagai berikut:

**Tabel 3.** *Bandwidth* Optimal untuk Data ROA dan Suku Bunga

Fungsi Kernel	Bandwidth ROA	Optimal Suku Bunga
Gaussian	0.1170726	0.7
Rectangular	0.2037129	0.11
Epanechnikov	0.2591757	0.14

Berdasarkan nilai *bandwidth* optimal pada Tabel 3 di atas, berikut merupakan perbandingan tingkat kemulusan kurva pada setiap fungsi kernel. Hasil menunjukkan untuk data ROA, fungsi kernel Gaussian dengan nilai  $h$  sebesar 0.1170726 merupakan fungsi yang memiliki kurva paling mulus dibandingkan dengan fungsi kernel lainnya. Sedangkan, fungsi kernel Rectangular dengan nilai  $h$  sebesar 0.2037129 terlihat sangat kasar. Begitu juga untuk data suku bunga pada gambar 4.b di atas menunjukkan bahwa fungsi kernel Gaussian dengan nilai 0.7 merupakan fungsi yang memiliki kurva paling mulus dibandingkan dengan fungsi kernel lainnya, sedangkan fungsi Rectangular dengan nilai  $h$  sebesar 0.11 terlihat sangat kasar. Oleh karena itu, untuk selanjutnya regresi kernel pada penelitian ini akan menggunakan fungsi kernel Gaussian.

#### 4.4. Regresi Kernel menggunakan Metode NWE dan LPE

Dalam penelitian ini dalam menggambarkan kurva regresi kernel digunakan beberapa *bandwidth* yaitu 0.08, 0.10, 0.05, dan 0.03 diperoleh bahwa metode NWE lebih mengikuti sebaran data dibandingkan LPE. Regresi kernel menggunakan metode NWE dan LPE diperoleh nilai *bandwidth* optimal sebesar 0.03. Namun, regresi kernel metode LPE memiliki kurva yang *smooth* (halus) dibandingkan metode NWE.

#### 4.5. Regresi Spline

##### a. Regresi *Smoothing Spline*

Pada Tabel 4 di bawah ini disajikan nilai parameter pemulus ( $\lambda$ ) yang diuji cobakan untuk regresi *smoothing spline*. Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai parameter pemulus ( $\lambda$ ) optimal adalah  $\lambda = 0.000003818527$ , karena memiliki nilai CGV ( $\lambda$ ) yang paling kecil yaitu sebesar 0.04243304.

Tabel 4. Parameter Pemulus Optimal

Parameter Pemulus ( $\lambda$ )	CGV
0.0000005506197	0.04715299
0.000003818527	0.04243304
0.004614198	0.04704726
0.01548176	0.04683476

##### b. Regresi B-splines

Dalam membentuk model regresi *B-splines* terdapat tiga kriteria yang harus diperhatikan, yaitu menentukan orde untuk model, banyaknya *knot*, dan lokasi penempatan *knot*. *Knot* merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pola pada interval yang berlainan. Untuk memperoleh model *B-splines* yang optimal (terbaik) maka perlu dipilih lokasi *knot* yang optimal pula. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan *knot* yang optimal pada penelitian ini yaitu *Generalized Cross Validation* (CGV). Nilai CGV dan RRS dari model regresi *B-splines* dengan beberapa orde (*degree*) dan titik *knot* disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai CGV dan RSS dari beberapa Titik *Knot*

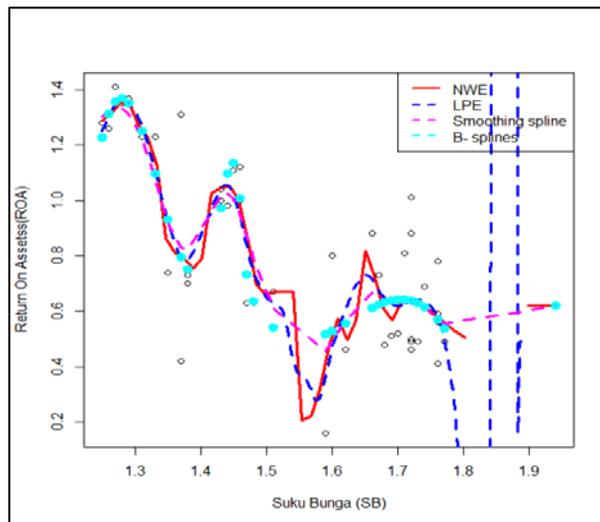
<i>Degree</i>	Jumlah <i>Knot</i>	<i>Knot Optimal</i>	CGV
	1	1.38580842	0.04744736
	2	1.43997698; 1.44001148	0.04564979
2	3	1.45658751; 1.46015924; 1.48001500	0.03988638
	4	1.33485975; 1.44406906; 1.46496002; 1.48000203	0.03506522

	5	1.33846162; 1.40423173; 1.45599988; 1.46004120; 1.48001686	0.03637795
	1	1.42651043	0.04958644
	2	1.36598272; 1.37001110	0.04807052
3	3	1.42910823; 1.43429938; 1.44026619	0.03971979
	1	1.38580842	0.04744736
	2	1.43997698; 1.44001148	0.04564979
	4	1.40984783; 1.45948939; 1.46013252; 1.64064131	0.03686473
	5	1.42514458; 1.45999941; 1.46994518; 1.48001658; 1.75972027	0.03752094

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa pasangan nilai CGV dan RSS minimum diperoleh model *degree* 3 dengan jumlah *knot* sebanyak 5, dimana *knot* optimalnya adalah 1.42514458; 1.45999941; 1.46994518; 1.48001658; 1.75972027. oleh karena itu, model regresi *B-splines* terbaik adalah regresi *B-splines degree* 3 dengan jumlah *knot* 5.

### c. Fitting Curve Regresi Nonparametrik

Pendekatan regresi nonparametrik kernel dengan metode NWE dan LPE, *smoothing spline*, dan *B-splines* yang telah diperoleh pada analisis sebelumnya, yang menggambarkan pengaruh dari ROA terhadap suku bunga, maka perbandingan kurvanya adalah sebagai berikut:



Sumber : Hasil Olahan software R-3.5.1

**Gambar 2.** Fitting Curve Regresi Kernel dengan Metode NWE, LPE, Smoothing Spline dan B-splines

Pada kurva di atas menunjukkan bahwa model regresi nonparametrik terbaik yang menggambarkan pola hubungan ROA dan suku bunga adalah model regresi *B-splines* dengan *degree* 3 dan jumlah *knot* 5. Hal ini dikarenakan kurva tersebut *smooth* (halus) dan terlihat lebih mengikuti sebaran data dibandingkan kurva model regresi lainnya.

Selanjutnya, hasil estimasi parameter model regresi *B-splines* disajikan sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Estimasi Parameter Regresi *B-Splines*

Parameter	Koefisien	SE	Uji <i>t-value</i>	Parsial <i>p-value</i>	Uji F	Simultan <i>p-value</i>	<i>R-square</i>
$\alpha_0$	1.226330	0.120735	10.157	7.03e-13			
$\alpha_1$	0.621857	0.400274	1.554	0.12779			
$\alpha_2$	-1.360165	0.264313	-5.146	6.62e-06			
$\alpha_3$	0.129902	0.188453	0.689	0.49442	15.68	2.168e-10	0.7492
$\alpha_4$	-0.545706	0.165448	-3.298	0.00199			
$\alpha_5$	-1.004466	0.345192	-2.910	0.00576			
$\alpha_6$	-0.005762	0.508841	-0.011	0.99102			
$\alpha_7$	-1.358641	0.662138	-2.052	0.04645			
$\alpha_8$	-0.606339	0.213252	-2.843	0.00687			

Uji koefisien regresi secara simultan (uji F) menunjukkan bahwa model regresi *B-Splines degree* 3 dengan jumlah *knot* 5 merupakan model yang signifikan, karena memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat kesalahan ( $\alpha = 0.05$ ). Selanjutnya, uji koefisien regresi secara parsial (uji t) menunjukkan bahwa semua koefisien regresi berarti atau signifikan kecuali  $\alpha_1$ ,  $\alpha_3$ , dan  $\alpha_6$ , karena memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat kesalahan ( $\alpha = 0.05$ ). Nilai koefisien determinasi  $R^2$  sebesar 74.92%, artinya besarnya variasi variabel ROA yang

dijelaskan oleh model regresi *B-Splines* sebesar 74.92%, sedangkan sisanya 25.8% dijelaskan oleh variabel lainnya yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Adapun persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1.226330 + 0.621857B_1(x; 3) - 1.360165B_2(x; 3) + 0.129902B_3(x; 3) - 0.545706B_4(x; 3) - 1.004466B_5(x; 3) - 0.005762B_6(x; 3) - 1.358641B_7(x; 3) - 0.606339B_8(x; 3)$$

Pembahasan mengenai hubungan antara suku bunga dan ROA juga didapatkan hasil yang sama oleh Alhayria, Azaluddin dan Mahmuda (Alhayria, Azaluddin, & Mahmuda, 2019) yang mengatakan bahwa tingkat suku bunga secara signifikan terhadap profitabilitas yang diukur dengan Return on Asset (ROA). Hal senada juga didapatkan oleh Kalengkongan (Kalengkongan, 2013) yang mengatakan Tingkat suku bunga berpengaruh signifikan dan positif terhadap profitabilitas yang diukur dengan ROA.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat hubungan negatif antara ROA dan suku bunga, -0.7341. jika ROA semakin rendah, maka suku bunga semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.
2. *Fitting curve* untuk membandingkan model regresi nonparametrik kernel dengan metode NWE dan LPE, *smoothing spline* dan *B-splines* menunjukkan model terbaik yang menggambarkan pola hubungan ROA dan suku bunga adalah model regresi *B-splines* dengan *degree* 3 dan jumlah *knot* 5. Hal ini dikarenakan kurva tersebut *smooth* (halus) dan terlihat lebih mengikuti sebaran data dibandingkan kurva model regresi lainnya.
3. Model regresi *B-splines* dengan *degree* 3 dan jumlah *knot* 5 memiliki nilai koefisien determinasi  $R^2$  sebesar 74.92%, %, artinya besarnya variasi variabel ROA yang dijelaskan oleh model regresi *B-Splines* sebesar 74.92%, sedangkan sisanya 25.8% dijelaskan oleh variabel lainnya yang tidak dimasukkan ke dalam model.

#### REFERENSI

- [1] Alhayria, Azaluddin, & Mahmuda, D. 2019. Pengaruh Inflasi dan Suku Bunga Terhadap Return On Asset (ROA) Bank Yang Listing Pada BEI. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Ekonomi UM.Buton*, 1(1), 33-34.
- [2] Bank Indonesia. 2018. *Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia (SEKI)*. Jakarta: Bank Indonesia. .
- [3] Bank Indonesia. 2018. *Statistik Perbankan Syariah (SPS)*. Jakarta: Direktorat Perbankan Syariah Bank Indonesia. .
- [4] Cantoni, E., & Hastie, T. 2002. Degrees of Freedom Tests for Smoothing Splines. *Biometrika*, 89(2), 251–263.
- [5] Eubank, R. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. New York: Marcel Dekker.

- [6] Hardle, W. 1994. *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge: University Press.
- [7] Hasibuhan, S. M. 2005. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Hastie, T., & Tibshirani, R. 1990. *Generalized Additive Models*. Newyork: Chapman and Hall/CRC.
- [9] Kalengkongan, G. 2013. Tingkat Suku Bunga Dan Inflasi Pengaruhnya Terhadap Return On Asset (ROA) Pada Industri Perbankan Yang Go Public Di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal EMBA*, 1(4), 737-747.
- [10] Kuncoro, M. 2000. *Manajemen Perbankan, Teori dan Aplikasi* . Yogyakarta: BPFE.
- [11] Y Andriyana, Y. 2015. *Materi Ajar Statistika Nonparametrik*. Bandung: Universitas Padjadjaran. Bandung: Unpad.