
**PEMODELAN INFLASI DAN INDEKS HARGA SAHAM
GABUNGAN MENGGUNAKAN REGRESI
NONPARAMETRIK BIRESPON *SPLINE TRUNCATED*
DENGAN PEMBOBOT *INVERS* MATRIKS VARIANSI-
KOVARIANSI *ERROR* RESPON**

¹Rizky Dwi Rahmawati, ²Suparti, ³Alan Prahutama

¹Mahasiswa Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Alamat e-mail : rizkydwirahmawati29@gmail.com

ABSTRAK

Bagi sebuah negara berkembang seperti Indonesia, kemajuan perekonomian menjadi isu terpenting yang selalu mendapatkan perhatian besar dari pemerintah negaranya. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya untuk menjadikan negaranya sebagai negara maju yang mensyaratkan adanya kemajuan di bidang ekonomi. Kemajuan di bidang ekonomi dapat ditandai dengan adanya pasar modal yang tumbuh dan berkembang dengan baik yang dicerminkan melalui IHSG, serta tinggi-rendah dan stabilnya inflasi yang merupakan indikator stabilitas perekonomian. Pergerakan inflasi dan IHSG dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah uang beredar dan kurs. Pemodelan inflasi dan IHSG dilakukan dengan pendekatan regresi nonparametrik birespon *spline truncated* dengan pembobot *invers* matriks variansi-kovariansi *error* respon. Pendekatan ini dilakukan karena antara inflasi dengan IHSG terdapat adanya korelasi, baik secara logika maupun matematis serta pola data yang diperoleh tidak menunjukkan pola hubungan tertentu. Model birespon *spline truncated* terbaik sangat bergantung pada penentuan orde dan titik knot optimal yang memiliki nilai MSE minimum. Model regresi birespon *spline truncated* terbaik pada penelitian ini terletak pada orde 2 untuk respon 1 dan respon 2 dengan 4 titik knot untuk masing-masing variabel prediktor dan nilai MSE sebesar 4781,697. Prediksi terhadap data *out sample* menghasilkan nilai MAPE sebesar 43,446%, sehingga model tersebut memiliki kemampuan yang cukup baik dalam peramalan.

Kata Kunci : Inflasi, IHSG, Birespon *Spline Truncated*, MSE, MAPE

PENDAHULUAN

Bagi sebuah negara khususnya negara berkembang seperti Indonesia, kemajuan perekonomian merupakan salah satu isu penting yang selalu mendapatkan perhatian besar dari pemerintah negaranya. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya untuk menjadikan negaranya sebagai negara maju dimana salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menjadi negara

maju adalah adanya kemajuan di bidang ekonomi. kemajuan perekonomian suatu negara dapat ditandai dengan adanya pasar modal yang tumbuh dan berkembang dengan baik yang dapat dicerminkan melalui pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), serta tinggi-rendah dan stabilnya tingkat inflasi yang merupakan salah satu indikator stabilitas perekonomian di suatu negara [5,7]. Pergerakan laju

inflasi dan IHSG di suatu negara sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah uang beredar dan nilai tukar (kurs) [8,9].

Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan inflasi dan IHSG dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis regresi nonparametrik. Pendekatan ini digunakan jika bentuk kurva fungsinya tidak diketahui sehingga data akan mencari sendiri bentuk kurva regresinya [1]. Salah satu pendekatan dalam regresi nonparametrik adalah estimator *spline truncated*. *Spline truncated* merupakan polinomial yang memiliki sifat tersegmen yang mampu menyesuaikan diri secara lebih efektif terhadap pola data yang naik atau turun secara tajam dengan bantuan titik-titik knot serta kurva yang dihasilkan relatif mulus [3].

Analisis regresi yang melibatkan dua variabel respon dan di antara variabel respon tersebut terdapat korelasi, baik secara logika maupun matematis disebut analisis regresi birespon [2]. Dalam kasus pemodelan regresi dengan respon lebih dari satu seperti pada analisis regresi birespon, diperlukan adanya matriks pembobot \mathbf{W} yang melibatkan nilai korelasi dan kovariansi dalam mengestimasi parameter modelnya.

Penelitian sebelumnya mengenai regresi birespon *spline truncated* dengan matrik pembobot \mathbf{W} yang melibatkan nilai korelasi dan kovariansi telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti pemodelan data kadar gula darah dan tekanan darah pada remaja penderita Diabetes Melitus tipe II dengan pembobot *invers* matriks variansi-kovariansi *error* respon [4], pemodelan data pengeluaran per kapita dan persentase penduduk miskin di Jawa Tengah dengan pembobot *invers* matriks variansi-kovariansi variabel respon [6], dan pemodelan data berat badan dan tinggi badan balita laki-laki dan perempuan di Surabaya

menggunakan pembobot *invers* matriks variansi-kovariansi *error* respon [10].

Pada penelitian ini dibahas bagaimana memodelkan inflasi dan IHSG berdasarkan jumlah uang beredar dan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS menggunakan regresi nonparametrik birespon *spline truncated* dengan pembobot *invers* matriks variansi-kovariansi *error* respon.

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data inflasi, IHSG, jumlah uang beredar, dan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS. Data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data *in sample* yang digunakan dalam pembentukan model dengan periode data bulanan terhitung sejak Januari 2014 sampai dengan Desember 2017 dan data *out sample* yang digunakan untuk peramalan dengan periode data bulanan terhitung sejak Januari 2018 sampai dengan Desember 2018. Data IHSG tersebut dapat diperoleh dari website Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com/>), untuk data jumlah uang beredar diperoleh dari website Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (<https://www.kemendag.go.id>) dan untuk data inflasi serta nilai tukar rupiah terhadap dolar AS diperoleh dari website Bank Indonesia (<https://www.bi.go.id>). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah inflasi ($y^{(1)}$) dan IHSG ($y^{(2)}$) sebagai variabel respon serta jumlah uang beredar (x_1) dan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS (x_2) sebagai variabel prediktor.

Metode Analisis

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan data variabel respon dan variabel prediktor.
2. Membagi data menjadi data *in sample* dan *out sample*.
3. Melakukan analisis deskriptif pada data *in sample*.
4. Melakukan uji korelasi Pearson untuk data *in sample* variabel respon $y^{(1)}$ dan variabel respon $y^{(2)}$.
5. Membuat scatterplot antara variabel respon $y^{(1)}$ dan $y^{(2)}$ terhadap masing-masing variabel prediktor x_1 dan x_2 .
6. Melakukan kombinasi orde antara variabel $y^{(1)}$ dan $y^{(2)}$.
7. Menentukan banyak dan lokasi titik knot yang akan digunakan.
8. Menentukan kombinasi orde dan titik knot optimum dengan melakukan estimasi tanpa pembobot \mathbf{W} berdasarkan kriteria MSE minimum.
9. Melakukan estimasi dan menghitung nilai *error* respon 1 dan *error* respon 2 dengan menggunakan orde dan titik knot optimum tanpa pembobot \mathbf{W} .
10. Mendefinisikan matriks pembobot \mathbf{W} sebagai invers dari matriks variansi-kovariansi *error* respon 1 dan respon 2.
11. Menentukan kombinasi orde dan titik knot optimum dengan melibatkan matriks pembobot \mathbf{W}

berdasarkan kriteria MSE minimum.

12. Membentuk model birespon *spline* terbaik antara variabel respon $y^{(1)}$ dengan variabel prediktor x_1, x_2 dan variabel respon $y^{(2)}$ dengan variabel prediktor x_1, x_2 .
13. Menghitung nilai R^2 dari data *in sample*.
14. Melakukan peramalan untuk data *out sample* menggunakan model birespon *spline* terbaik.
15. Menghitung nilai MAPE dari data *out sampel* sebagai evaluasi kinerja model.

HASIL PENELITIAN

Model Birespon Spline Truncated

Dalam penelitian ini digunakan dua variabel prediktor, sehingga model untuk regresi nonparametrik birespon *spline truncated* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{y}^{(1)}_i &= \beta_0^{(1)} + \sum_{l=1}^2 \sum_{k=1}^{m_1-1} \beta_{l,k}^{(1)} x_{i,l}^k + \\
 &\quad \sum_{l=1}^2 \sum_{j=1}^r \beta_{l,(j+m_1-1)}^{(1)} (x_{i,l} - \\
 &\quad K_{j,l})_+^{m_1-1} + \varepsilon_i^{(1)} \tag{1} \\
 \mathbf{y}^{(2)}_i &= \beta_0^{(2)} + \sum_{l=1}^2 \sum_{k=1}^{m_2-1} \beta_{l,k}^{(2)} x_{i,l}^k + \\
 &\quad \sum_{l=1}^2 \sum_{j=1}^r \beta_{l,(j+m_2-1)}^{(2)} (x_{i,l} - \\
 &\quad K_{j,l})_+^{m_2-1} + \varepsilon_i^{(2)} \tag{2}
 \end{aligned}$$

Dan jika disajikan dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{3}$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_i^{(1)} \\ \mathbf{y}_i^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1^{(1)} \\ y_2^{(1)} \\ \vdots \\ y_n^{(1)} \\ y_1^{(2)} \\ y_2^{(2)} \\ \vdots \\ y_n^{(2)} \end{bmatrix}_{[2n \times 1]} ; \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & | & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & | & \mathbf{D} \end{bmatrix}_{[2n \times (2 \times (m_1 + m_2 + 2r) - 2)]}$$

$$\mathbf{A} = [\mathbf{P} \quad | \quad \mathbf{Q}]$$

$$P = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,1} & \dots & x_{1,1}^{m_1-1} & (x_{1,1} - K_{1,1})_+^{m_1-1} & (x_{1,1} - K_{2,1})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{1,1} - K_{r,1})_+^{m_1-1} \\ 1 & x_{2,1} & \dots & x_{2,1}^{m_1-1} & (x_{2,1} - K_{1,1})_+^{m_1-1} & (x_{2,1} - K_{2,1})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{2,1} - K_{r,1})_+^{m_1-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n,1} & \dots & x_{n,1}^{m_1-1} & (x_{n,1} - K_{1,1})_+^{m_1-1} & (x_{n,1} - K_{2,1})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{n,1} - K_{r,1})_+^{m_1-1} \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} x_{1,2} & \dots & x_{1,2}^{m_1-1} & (x_{1,2} - K_{1,2})_+^{m_1-1} & (x_{1,2} - K_{2,2})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{1,2} - K_{r,2})_+^{m_1-1} \\ x_{2,2} & \dots & x_{2,2}^{m_1-1} & (x_{2,2} - K_{1,2})_+^{m_1-1} & (x_{2,2} - K_{2,2})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{2,2} - K_{r,2})_+^{m_1-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,2} & \dots & x_{n,2}^{m_1-1} & (x_{n,2} - K_{1,2})_+^{m_1-1} & (x_{n,2} - K_{2,2})_+^{m_1-1} & \dots & (x_{n,2} - K_{r,2})_+^{m_1-1} \end{bmatrix}$$

$$D = [R \mid S]$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,1} & \dots & x_{1,1}^{m_2-1} & (x_{1,1} - K_{1,1})_+^{m_2-1} & (x_{1,1} - K_{2,1})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{1,1} - K_{r,1})_+^{m_2-1} \\ 1 & x_{2,1} & \dots & x_{2,1}^{m_2-1} & (x_{2,1} - K_{1,1})_+^{m_2-1} & (x_{2,1} - K_{2,1})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{2,1} - K_{r,1})_+^{m_2-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n,1} & \dots & x_{n,1}^{m_2-1} & (x_{n,1} - K_{1,1})_+^{m_2-1} & (x_{n,1} - K_{2,1})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{n,1} - K_{r,1})_+^{m_2-1} \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} x_{1,2} & \dots & x_{1,2}^{m_2-1} & (x_{1,2} - K_{1,2})_+^{m_2-1} & (x_{1,2} - K_{2,2})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{1,2} - K_{r,2})_+^{m_2-1} \\ x_{2,2} & \dots & x_{2,2}^{m_2-1} & (x_{2,2} - K_{1,2})_+^{m_2-1} & (x_{2,2} - K_{2,2})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{2,2} - K_{r,2})_+^{m_2-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,2} & \dots & x_{n,2}^{m_2-1} & (x_{n,2} - K_{1,2})_+^{m_2-1} & (x_{n,2} - K_{2,2})_+^{m_2-1} & \dots & (x_{n,2} - K_{r,2})_+^{m_2-1} \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0^{(1)} \\ \beta_{1,1}^{(1)} \\ \beta_{1,2}^{(1)} \\ \vdots \\ \beta_{1,(r+m_1-1)}^{(1)} \\ \beta_{2,1}^{(1)} \\ \beta_{2,2}^{(1)} \\ \vdots \\ \beta_{2,(r+m_1-1)}^{(1)} \\ \beta_0^{(2)} \\ \beta_{1,1}^{(2)} \\ \beta_{1,2}^{(2)} \\ \vdots \\ \beta_{1,(r+m_2-1)}^{(2)} \\ \beta_{2,1}^{(2)} \\ \beta_{2,2}^{(2)} \\ \vdots \\ \beta_{2,(r+m_2-1)}^{(2)} \end{bmatrix}_{[(2 \times (m_1+m_2+2r)-2) \times 1]}$$

$$; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1^{(1)} \\ \varepsilon_2^{(1)} \\ \vdots \\ \varepsilon_n^{(1)} \\ \varepsilon_1^{(2)} \\ \varepsilon_2^{(2)} \\ \vdots \\ \varepsilon_n^{(2)} \end{bmatrix}_{[2n \times 1]}$$

Metode *Weighted Least Square* (WLS)

Dalam kasus pemodelan regresi dengan respon lebih dari satu seperti pada analisis regresi nonparametrik birespon, diperlukan adanya matriks pembobot **W** yang melibatkan nilai korelasi dan kovariansi, sehingga diperlukan metode WLS untuk mengestimasi parameter modelnya.

Berdasarkan estimasi terhadap parameter model tersebut, diperoleh persamaan regresi nonparametrik birespon *spline truncated* sebagai berikut :

$$\hat{Y} = X\hat{\beta} \tag{4}$$

$$\hat{Y} = X(X^T W X)^{-1} X^T W Y \tag{5}$$

Dengan $W = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix}^{-1}$ yaitu *invers* dari matriks variansi-kovariansi *error* respon 1 dan *error* respon 2, Σ_{rr} dengan $r = 1,2$ merupakan matriks diagonal yang berisi variansi dari *error* respon ke- r , sedangkan Σ_{12} dan Σ_{21} merupakan matriks diagonal yang berisi kovariansi antara *error* respon 1 dengan *error* respon 2.

Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) merupakan besaran yang digunakan untuk mengukur seberapa besar persentase keragaman dalam variabel respon yang mampu dijelaskan oleh variabel prediktor. Nilai dari R^2 berada pada kisaran $0 \leq R^2 \leq 1$.

$$R^2 = \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n ((\hat{y}_i^{(j)} - \bar{y}^{(j)}))^2}{\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n ((y_i^{(j)} - \bar{y}^{(j)}))^2} \quad (6)$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan evaluasi hasil peramalan yang digunakan untuk mengetahui ketepatan hasil peramalan yang telah dilakukan antara data inflasi dan IHSG aktual terhadap hasil estimasi model birespon *spline truncated* terbaik. MAPE dalam penelitian ini digunakan pada data *out sample* dengan periode data bulanan terhitung sejak Januari 2018 sampai Desember 2018.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i^{(j)} - \hat{y}_i^{(j)}}{y_i^{(j)}} \right| \times 100\% \quad (7)$$

Statistik Deskriptif

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-Rata
$y^{(1)}$	48	2,79	8,36	5,04
$y^{(2)}$	48	4223,91	6605,63	5209,98
x_1	48	3643,06	5419,17	4521,86
x_2	48	11427,05	14396,10	12986,81

Uji Korelasi Variabel Respon

Tahap awal sebelum melakukan analisis regresi birespon adalah melakukan pengujian korelasi untuk

mengetahui ada/tidaknya hubungan linier antar variabel respon. Berikut ini dilakukan pengujian antara variabel inflasi dan IHSG dengan hipotesis uji korelasi *pearson* adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0 : \rho = 0$ (kedua variabel respon tidak memiliki korelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (kedua variabel respon memiliki korelasi)

Statistik Uji

$$r = \frac{n(\sum_{i=1}^n y_i^{(1)} y_i^{(2)}) - (\sum_{i=1}^n y_i^{(1)})(\sum_{i=1}^n y_i^{(2)})}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n (y_i^{(1)})^2 - (\sum_{i=1}^n y_i^{(1)})^2)(n \sum_{i=1}^n (y_i^{(2)})^2 - (\sum_{i=1}^n y_i^{(2)})^2)}}$$

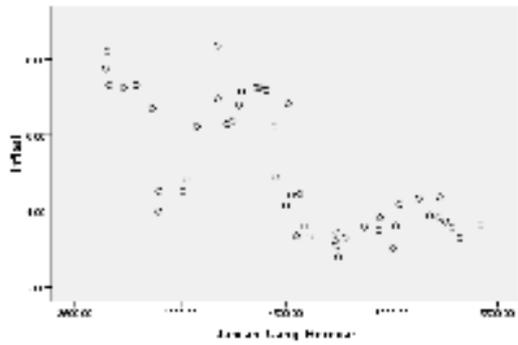
$r = -0,5070$

$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = -3,9891$

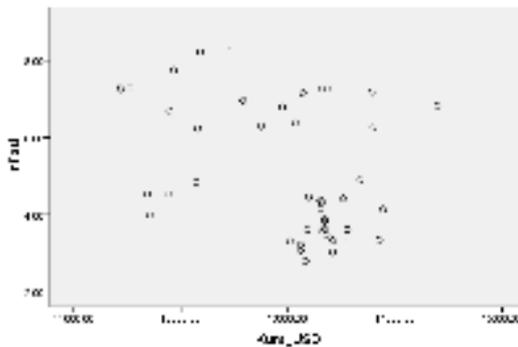
Berdasarkan hasil uji korelasi *pearson* antara inflasi dan IHSG, didapatkan nilai r sebesar -0,5070 dan t sebesar -3,9891. Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% diperoleh $t_{tabel} : t_{(0,025;46)} = 2,01290$, dan $-t_{(0,025;46)} = -2,01290$ sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak. Maka berdasarkan uji hipotesis tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara inflasi dan IHSG, sehingga penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan analisis regresi birespon.

Scatterplot antara Variabel Respon dan Variabel Prediktor

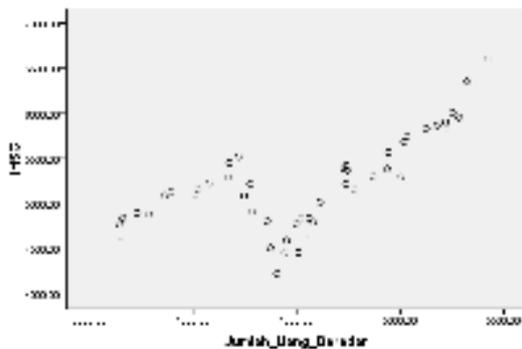
Scatterplot dibuat untuk mengetahui pola hubungan antara dua variabel. Jika pola hubungan antara kedua variabel tersebut tidak menunjukkan suatu pola tertentu maka pendekatan yang digunakan adalah pendekatan nonparametrik.



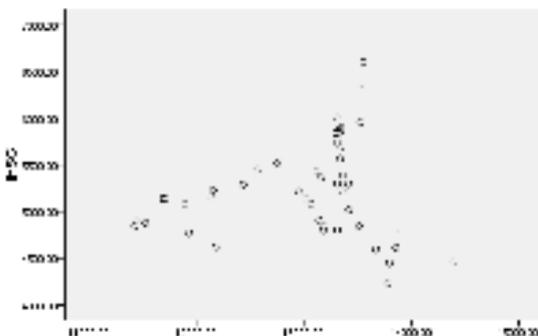
Gambar 1. Scatterplot antara Inflasi dan Jumlah Uang Beredar



Gambar 2. Scatterplot antara Inflasi dan Nilai Tukar



Gambar 3. Scatterplot antara IHSG dan Jumlah Uang Beredar



Gambar 4. Scatterplot antara IHSG dan Nilai Tukar (Kurs)

Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 dapat dilihat bahwa dari keempat plot hubungan tersebut plot-plot data antara variabel

respon yaitu inflasi dan IHSG dengan masing-masing variabel prediktornya yaitu jumlah uang beredar dan nilai tukar (kurs) terdapat adanya unsur kenaikan dan penurunan data secara tajam serta tidak terdapat adanya kecenderungan pola hubungan tertentu sehingga tidak diketahui bentuk kurva fungsi regresinya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan regresi nonparametrik birespon *spline truncated*.

Pemilihan Kombinasi Orde dan Titik Knot Optimal

Analisis pada data inflasi dan IHSG ini dilakukan dengan menggunakan metode estimasi WLS dengan melibatkan matriks pembobot \mathbf{W} yang merupakan *invers* dari matriks variansi-kovariansi *error* respon 1 dan *error* respon 2. Matriks pembobot \mathbf{W} tersebut diperoleh berdasarkan estimasi tanpa menggunakan pembobot. Berdasarkan estimasi yang telah dilakukan tanpa menggunakan pembobot tersebut, maka diperoleh matriks pembobot \mathbf{W} yang merupakan *invers* dari matriks variansi-kovariansi *error* respon 1 dan *error* respon 2 sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 726992 & 0 & \dots & 0 & -9,967873 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0,4726992 & \dots & \vdots & 0 & -9,967873 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 & \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0,4726992 & 0 & 0 & \dots & -9,967873 \\ \hline 967873 & 0 & \dots & 0 & 9765,901 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -9,967873 & \dots & \vdots & 0 & 9765,901 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 & \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & -9,967873 & 0 & 0 & \dots & 9765,901 \end{bmatrix}^{-1}$$

Penentuan kombinasi orde dan titik knot optimal pada data inflasi dan IHSG dilakukan dengan memilih nilai *Mean Square Error* (MSE) yang minimum. Setelah diperoleh matriks pembobot \mathbf{W} berukuran 96×96 tersebut, maka selanjutnya dilakukan estimasi model birespon *spline truncated* dengan melibatkan matriks pembobot \mathbf{W} dan peroleh hasil kombinasi orde dan titik knot optimal sebagai berikut:

Orde $y^{(1)}$	Orde $y^{(2)}$	MSE Optimum	Titik Knot x_1				Titik Knot x_2			
			$K_{1,1}$	$K_{2,1}$	$K_{3,1}$	$K_{4,1}$	$K_{1,2}$	$K_{2,2}$	$K_{3,2}$	$K_{4,2}$
4	4	10711,91	4218,12	-	-	-	12749,84	-	-	-
2	2	7634,807	4218,12	4404,09	-	-	12749,84	13140,53	-	-
2	2	5648,407	4218,12	4373,21	5225,17	-	12749,84	13118,82	13781,75	-
2	2	4781,697	4218,12	4373,21	5284,32	5321,43	12749,84	13118,82	13854,60	13889,05

Berdasarkan Tabel 1, kombinasi orde dan titik knot optimal diperoleh pada saat $y^{(1)}$ berorde 2, $y^{(2)}$ berorde 2, dengan letak titik knot untuk variabel x_1 pada titik 4218,12; 4373,21; 5284,32 dan 5321,43 dan untuk variabel x_2 pada

titik 12749,84; 13118,82; 13854,60 dan 13889,05 dengan nilai MSE sebesar 4781,697. Sehingga diperoleh model terbaik birespon *spline truncated* untuk variabel respon inflasi ($y^{(1)}$) sebagai berikut:

$$\hat{y}_i^{(1)} = -2,799005 + \hat{y}^{(1)}(x_{i,1}) + \hat{y}^{(1)}(x_{i,2})$$

dengan

$$\hat{y}^{(1)}(x_{i,1}) = -0,006147283x_{i,1} - 0,01681074(x_{i,1} - 4218,12)_+ + 0,02101852(x_{i,1} - 4373,21)_+ - 0,004013986(x_{i,1} - 5284,32)_+ + 0,008627123(x_{i,1} - 5321,43)_+$$

atau

$$\hat{y}^{(1)}(x_{i,1}) = \begin{cases} -0,006147283x_{i,1}, & x_{i,1} < 4218,12 \\ 70,9097186 - 0,022958023x_{i,1}, & 4218,12 \leq x_{i,1} < 4373,21 \\ -21,0086832 - 0,001939503x_{i,1}, & 4373,21 \leq x_{i,1} < 5284,32 \\ 0,2025033 - 0,005953489x_{i,1}, & 5284,32 \leq x_{i,1} < 5321,43 \\ -45,7061278 + 0,002673634x_{i,1}, & x_{i,1} \geq 5321,43 \end{cases}$$

$$\hat{y}^{(1)}(x_{i,2}) = 0,002781024x_{i,2} + 0,001096216(x_{i,2} - 12749,84)_+ - 0,00218992(x_{i,2} - 13118,82)_+ - 0,04399401(x_{i,2} - 13854,6)_+ + 0,04765106(x_{i,2} - 13889,05)_+$$

atau

$$\hat{y}^{(1)}(x_{i,2}) = \begin{cases} 0,002781024x_{i,2}, & x_{i,2} < 12749,84 \\ -13,9765786 + 0,00387724x_{i,2}, & 12749,84 \leq x_{i,2} < 13118,82 \\ 14,7525877 + 0,00168732x_{i,2}, & 13118,82 \leq x_{i,2} < 13854,6 \\ 624,271999 - 0,04230669x_{i,2}, & 13854,6 \leq x_{i,2} < 13889,05 \\ -37,5559559 + 0,00534437x_{i,2}, & x_{i,2} \geq 13889,05 \end{cases}$$

Sedangkan model terbaik birespon *spline truncated* untuk variabel respon IHSG ($y^{(2)}$) sebagai berikut:

$$\hat{y}_i^{(2)} = 954,5961 + \hat{y}^{(2)}(x_{i,1}) + \hat{y}^{(2)}(x_{i,2})$$

dengan

$$\hat{y}^{(2)}(x_{i,1}) = 1,307617x_{i,1} - 4,789717(x_{i,1} - 4218,12)_+ + 5,052772(x_{i,1} - 4373,21)_+ + 10,30614(x_{i,1} - 5284,32)_+ - 9,162074(x_{i,1} - 5321,43)_+$$

atau

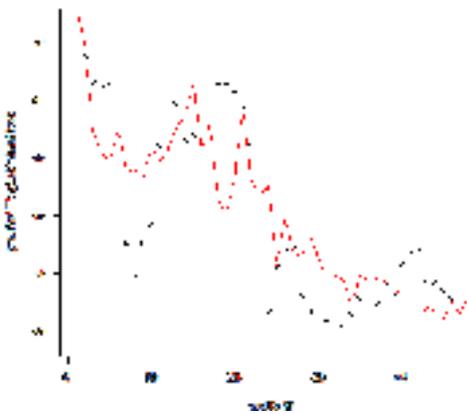
$$\hat{y}^{(2)}(x_{i,1}) = \begin{cases} 1,307617x_{i,1}, & x_{i,1} < 4218,12 \\ 20203,6011 - 3,4821x_{i,1}, & 4218,12 \leq x_{i,1} < 4373,21 \\ -1893,2319 + 1,570672x_{i,1}, & 4373,21 \leq x_{i,1} < 5284,32 \\ -56354,1736 + 11,876812x_{i,1}, & 5284,32 \leq x_{i,1} < 5321,43 \\ -7598,8382 + 2,714738x_{i,1}, & x_{i,1} \geq 5321,43 \end{cases}$$

$$\hat{y}^{(2)}(x_{i,2}) = -0,0833159x_{i,2} - 0,368324(x_{i,2} - 12749,84)_+ - 0,08070581(x_{i,2} - 13118,82)_+ + 8,217365(x_{i,2} - 13854,6)_+ - 8,339518(x_{i,2} - 13889,05)_+$$

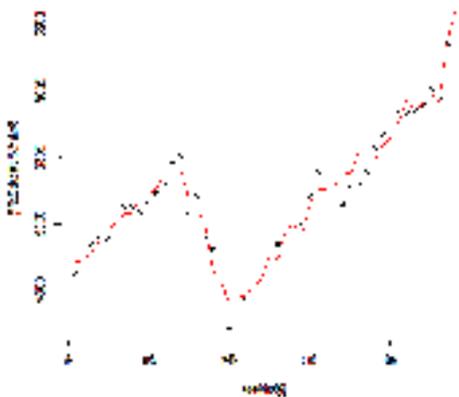
atau

$$\hat{y}^{(2)}(x_{i,2}) = \begin{cases} -0,0833159x_{i,2}, & x_{i,2} < 12749,84 \\ 4696,07207 - 0,4516399x_{i,2}, & 12749,84 \leq x_{i,2} < 13118,82 \\ 5754,83706 - 0,53234571x_{i,2}, & 13118,82 \leq x_{i,2} < 13854,60 \\ -108093,468 + 7,68501929x_{i,2}, & 13854,6 \leq x_{i,2} < 13889,05 \\ 7734,514 - 0,65449871x_{i,2}, & x_{i,2} \geq 13889,05 \end{cases}$$

Berikut plot data antara data aktual dan hasil prediksi:



Gambar 5. Kurva Estimasi Data Asli dan Data Prediksi untuk (1)



Gambar 6. Kurva Estimasi Data Asli dan Data Prediksi untuk $y^{(2)}$

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa data estimasi atau prediksi yang dihasilkan cenderung mendekati sebaran data aktualnya, meskipun kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai prediksinya tidak sama persis dengan nilai aslinya.

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) merupakan besaran yang digunakan untuk mengukur seberapa besar persentase keragaman dalam variabel respon yang dijelaskan oleh variabel prediktor. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai R^2 sebesar 96,2679% yang menunjukkan bahwa pengaruh jumlah uang beredar dan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS terhadap inflasi dan IHSG sebesar 96,2679% sedangkan sisanya sebesar 3,7321% dipengaruhi variabel lain.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan evaluasi hasil peramalan yang digunakan untuk mengetahui ketepatan hasil peramalan yang telah dilakukan antara data *outsample* inflasi dan IHSG aktual terhadap hasil estimasi model birespon *spline truncated* terbaik. Berdasarkan perhitungan diperoleh MAPE sebesar 43,446%. Dilihat dari nilai MAPE yang terletak diantara 20% sampai 50% maka dapat disimpulkan bahwa estimasi model birespon *spline truncated* terbaik mempunyai kemampuan yang cukup baik untuk digunakan dalam melakukan peramalan atau prediksi ke depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model birespon *spline truncated* terbaik untuk analisis data inflasi dan

IHSG diperoleh pada saat $y^{(1)}$ berorde 2, $y^{(2)}$ berorde 2, dengan 4 titik knot untuk variabel x_1 yang terletak pada titik 4218,12; 4373,21; 5284,32 dan 5321,43 dan untuk variabel x_2 yang terletak pada titik

12749,84; 13118,82; 13854,60 dan 13889,05 dengan nilai MSE sebesar 4781,697.

2. Persamaan model birespon *spline truncated* terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_i^{(1)} = -2,799005 - 0,006147283x_{i,1} - 0,01681074(x_{i,1} - 4218,12)_+ + 0,02101852(x_{i,1} - 4373,21)_+ - 0,004013986(x_{i,1} - 5284,32)_+ + 0,008627123(x_{i,1} - 5321,43)_+ + 0,002781024x_{i,2} + 0,001096216(x_{i,2} - 12749,84)_+ - 0,00218992(x_{i,2} - 13118,82)_+ - 0,04399401(x_{i,2} - 13854,6)_+ + 0,04765106(x_{i,2} - 13889,05)_+$$

$$\hat{y}_i^{(2)} = 954,5961 + 1,307617x_{i,1} - 4,789717(x_{i,1} - 4218,12)_+ + 5,052772(x_{i,1} - 4373,21)_+ + 10,30614(x_{i,1} - 5284,32)_+ - 9,162074(x_{i,1} - 5321,43)_+ - 0,0833159x_{i,2} - 0,368324(x_{i,2} - 12749,84)_+ - 0,08070581(x_{i,2} - 13118,82)_+ + 8,217365(x_{i,2} - 13854,6)_+ - 8,339518(x_{i,2} - 13889,05)_+$$

3. Model yang diperoleh pada penelitian ini memiliki nilai $R^2=96,2679\%$ dan MAPE untuk data *out sample* sebesar 43,446%. Berdasarkan nilai MAPE dapat disimpulkan bahwa model birespon *spline truncated* terbaik mempunyai kemampuan yang cukup baik untuk digunakan dalam melakukan peramalan.

Economic Growth in Malang, Indonesia, Year 2001-2015. *International Journal of Social Relevance & Concern* ISSN-2347-9698 Vol. 4 Hal. 26-32.

[4] Hardine, D. R. 2017. Pemodelan Kadar Gula Darah dan Tekanan Darah pada Remaja Penderita Diabetes Melitus Tipe II dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Birespon Berdasarkan Estimator Spline. *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*. Universitas Airlangga, Surabaya.

[5] Hariyani, I. dan Purnomo, S.D. 2010. *Buku Pintar Hukum Bisnis Pasar Modal*. Jakarta Selatan: Transmedia Pustaka.

[6] Pangestikasari, M. 2018. Pemodelan Pengeluaran Per Kapita dan Persentase Penduduk Miskin di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Birespon Spline Truncated. *Skripsi*. Semarang : Universitas Diponegoro.

[7] Panjaitan, M. N. Y., dan Wardoyo. 2016. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inflasi di

DAFTAR PUSTAKA

[1] Budiantara, I. N. 2005. Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik. *Berkala MIPA* Vol. 15, No. 3 : Hal. 55-61.

[2] Fernandes, A. A. R., Budiantara, I. N., Otok, B. W., dan Suhartono. 2014. Spline Estimator for Bi-responses Nonparametric Regression Model for Longitudinal Data. *Applied Mathematical Sciences* Vol. 8 No. 114 : Hal. 5653-5665.

[3] Fernandes, A. A. R. 2016. Truncated Spline For Estimating the Curve of Nonparametric Regression Bi-Responses for Prediction the Inflation and

- Indonesia. *Jurnal Ekonomi Bisnis* Vol. 21, No. 3 : Hal. 182-193.
- [8] Perlambang, H. 2010. Analisis Pengaruh Jumlah Uang Beredar, Suku Bunga SBI, Nilai Tukar terhadap Tingkat Inflasi. *Media Ekonomi* Vol. 19, No. 2 : Hal. 1-19.
- [9] Wibowo, F., Arifati, R., dan Raharjo, K. 2016. Analisis Pengaruh Tingkat Inflasi, Suku Bunga SBI, Nilai Tukar US Dollar pada Rupiah, Jumlah Uang Beredar, Indeks Dow Jones, Indeks Nikkei 225, dan Indeks Hangseng terhadap Pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Periode Tahun 2010-2014. *Journal of Accounting* Vol. 2, No. 2.
- [10] Yuliana, R. 2017. Perancangan Grafik Standar Pertumbuhan Berat dan Tinggi Badan Balita di Surabaya untuk Penentuan Status Gizi Balita dengan Pendekatan Model Regresi Nonparametrik Birespon Berdasarkan Estimator Spline Truncated. *Skripsi*. Surabaya : Universita Airlangga.