Media Statistika

p-ISSN 1979 – 3693 e-ISSN 2477 – 0647
MEDIA STATISTIKA 11(2) 2018: 147-158
http://ejournal.undip.ac.id/index.php/media_statistika

PERBANDINGAN METODE REGRESI LINIER MULTIVARIABEL DAN REGRESI *SPLINE* MULTIVARIABEL DALAM PEMODELAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN

Ihdayani Banun Afa, Suparti, Rita Rahmawati
Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia

e-mail: suparti@702@gmail.com

DOI: 10.14710/medstat.11.2.147-158

Article Info:
Received: 21 August 2018
Accepted: 28 February 2019
Available Online: 4 March 2019

Keywords:
Indonesia Composite Index, Multiple Linear Regression, Multivariable Spline Regression, MSE, R^2

Abstract: The composite stock price index or Indonesia Composite Index (ICI) is a composite index of all stocks listed on the Indonesia Stock Exchange and its movements indicate conditions that occur in the capital market. For investors, the ICI movement is one of the important indicator to make a decision whether the stocks will be sold, held or bought new shares. The ICI movement (y) was influenced by several factors including Inflation (x_1), Exchange Rate (x_2) and SBI interest rate (x_3). This study aims to compare the ICI modeling using the parameric and nonparametric approaches, namely multivariable linear regression and multivariable spline regression. Determination of the better model is based on the smaller MSE and the larger R^2. The best regression model is multivariable spline regression with x_1, x_2 and x_3, each with a sequence orde (3,2,2) and the number of knot points (1,2,2).

1. PENDAHULUAN

Keberadaan pasar modal di Indonesia merupakan salah satu faktor penting dalam pembangunan perekonomian nasional. Pasar modal (*capital market*) merupakan salah satu elemen penting dan tolak ukur kemajuan perekonomian suatu negara (Hariyani dan Purnomo, 2010). Salah satu indikator utama yang mencerminkan kinerja pasar modal di Indonesia saat sedang mengalami peningkatan atau sedang mengalami penurunan adalah indeks harga saham gabungan (IHSG). IHSG merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur kinerja gabungan seluruh saham yang tercatat di bursa efek dan dijadikan permulaan pertimbangan para investor untuk melakukan investasi.

Kemampuan investor dalam memahami dan meramalkan kondisi ekonomi di masa yang akan datang akan sangat berguna dalam pembuatan keputusan investasi yang menguntungkan (Yanuar, 2013). Oleh karena itu, investor harus mempertimbangkan beberapa indikator ekonomi yang bisa membantu membuat keputusan investasinya. Menurut Wijaya (2015), pergerakan IHSG sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun dari eksternal. Faktor-faktor internal tersebut diantaranya inflasi, kurs, dan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (suku bunga SBI).

Hubungan antara variabel prediktor inflasi, kurs dan suku bunga SBI terhadap variabel respon IHSG dapat dijelaskan melalui analisis regresi. Menurut Eubank (1999) berdasarkan kurva fungsi regresinya analisis regresi terbagi menjadi dua yaitu regresi parametrik dan regresi non parametrik. Regresi parametrik digunakan jika pola fungsi regresinya diketahui, sedangkan regresi nonparametrik digunakan jika pola fungsi regresinya tidak diketahui. Pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor dapat diketahui secara visual melalui *scatterplot* yang dihasilkan.

Surbakti (2013) telah melakukan penelitian tentang IHSG menggunakan pendekatan parametrik. Diperoleh hasil bahwa terdapat hubungan linier antara IHSG dengan inflasi, kurs dan suku bunga SBI. Akan tetapi berdasarkan data bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2016 yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh hasil bahwa *scatterplot* antara variabel respon dan variabel-variabel prediktor bersifat acak, berfluktuasi naik turun dan tidak membentuk suatu pola tertentu maka metode statistika yang digunakan regresi nonparametrik yaitu *spline*. Pada analisis regresi nonparametrik *spline* jika terdapat satu variabel respon dengan lebih dari satu variabel prediktor dinamakan regresi nonparametrik *spline* multivariabel (Budiantara, 2005).

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk membandingkan pemodelan IHSG menggunakan pendekatan parametrik dan nonparametrik serta menentukan model terbaik dengan kriteria nilai MSE terkecil dan R^2 terbesar. Metode parametrik yang digunakan yaitu regresi linier multivariabel dan metode nonparametrik yang digunakan yaitu regresi *spline* multivariabel dengan variabel prediktor yang digunakan yaitu inflasi (x_1), kurs (x_2) dan suku bunga SBI (x_3).

2. KAJIAN TEORI

2.1. Regresi linier multivariabel

Regresi linier multivariabel adalah regresi linier dengan satu variabel respon dan beberapa variabel prediktor. Regresi linier multivariabel dikenal dengan regresi regresi linier berganda atau regresi linier multipel. Misalkan diberikan *n* observasi (sampel dengan ukuran *n*), $(x_{11}, x_{21},..., x_{p1}, y_1)$, $(x_{12}, x_{22},..., x_{p2}, y_2),\ldots,(x_{1n}, x_{2n},..., x_{pn}, y_n)$ maka model regresi linier multivariabel dapat ditulis:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j x_{ji} + \varepsilon_i \ , \ i = 1,2,...,n \tag{1}$$

dengan,

β_0 : *Intersep*

y_i : Variabel respon pengamatan ke –i

x_{ji} : Variabel prediktor ke- j untuk pengamatan ke -*i*

β_j : Koefisien regresi pada variabel x_j

ε_i : Residual dengan asumsi ε~NID $(0,\sigma^2)$.

Persamaan (1) jika ditulis dalam persamaan matriks sebagai

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

dengan

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

Estimator model (2) dapat dicari menggunakan metode kuadrat terkecil dan hasilnya adalah $\hat{\mathbf{Y}}=\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$, $\hat{\boldsymbol{\beta}}=(\mathrm{X}^{\mathrm{T}}\mathrm{X})^{-1}\mathrm{X}^{\mathrm{T}}\mathrm{Y}$. Selanjutnya model yang telah terbentuk dilakukan uji kesesuaian model untuk mengetahui apakah semua variabel prediktor secara bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap variabel respon (Ghozali, 2009). Uji hipotesisnya adalah:

H_1 : $\beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_p = 0$ (Model tidak sesuai)

H_1: minimal ada $\beta_k \neq 0$, dimana k = 1, 2, …, p (Model sesuai)

Statistik uji:

$$F_{hitung}=\frac{JKR/p}{JKG/(n-p-1)} \tag{3}$$

Dengan JKR = $\sum(\hat{y}-\bar{y})$ dan JKG $=\sum(y_i-\hat{y})$. H_0 ditolak jika atau sig < α atau $F_{hitung} > F_{\alpha;(p);(n-p-1)}$

2.2. Regresi *Spline Truncated*

Fungsi *Spline* merupakan penggalan (*piecewise*) polinomial tersegmen (*truncated*) yang kontinyu. Fungsi *spline* mampu menyesuaikan diri lebih efektif terhadap pola data yang naik atau turun secara tajam dengan bantuan titik-titik knot, serta kurva yang dihasilkan relatif mulus (Eubank, 1999). Dalam analisis regresi nonparametrik *spline*, jika terdapat satu respon dan satu prediktor maka regresi tersebut disebut regresi nonparametrik *spline* univariabel. Sedangkan apabila terdapat satu respon dengan lebih dari satu prediktor, maka regresi tersebut disebut regresi nonparametrik *spline* multivariabel (Budiantara, 2005).

Bentuk umum fungsi *spline* polinomial *truncated* univariabel berorde m dengan r titik knot yaitu $\prod=\{K_1,K_2,\ldots,K_r\}$ adalah:

$$f(x)=\sum_{j=0}^{m-1}\beta_j x^j+\sum_{j=1}^{r}\beta_{j+m-1}\left(x-K_j\right)_+^{m-1} \tag{4}$$

dengan fungsi *truncated*,

$$\left(x-K_j\right)_+^{m-1}=\begin{cases}\left(x-K_j\right)^{m-1}, & x-K_j\geq 0\\ 0, & x-K_j<0\end{cases}$$

Dan $(a<K_1<K_2<\ldots<K_r<b)$, dimana a merupakan data x terkecil dan b merupakan data x terbesar. Dengan koefisien β_j merupakan konstanta yang bernilai real dengan $j=0,1,\ldots,m-1,m,\ldots,r+m-1$

Dengan menggunakan data amatan sebanyak n, maka bentuk persamaan regresi *spline truncated* univariabel dapat dinyatakan sebagai

$$y_i=f(x_i)+\varepsilon_i, i=1,2\ldots n \tag{5}$$

dengan

y_i : Variabel respon pengamatan ke -i

x_i : Variabel prediktor pengamatan ke -*i*
f : fungsi yang belum diketahui
ε_i : Residual dengan asumsi $\varepsilon \sim NID(0,\sigma^2)$

Model regresi *spline* (5) dapat ditulis ke dalam matriks sebagai

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X}_1\boldsymbol{\delta}_1 + \boldsymbol{X}_2\boldsymbol{\delta}_2 + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{6}$$

dengan,

$$\boldsymbol{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}; \ \boldsymbol{X}_1 = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & \cdots & x_1^{m-1} \\ 1 & x_2 & \cdots & x_2^{m-1} \\ 1 & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & \cdots & x_n^{m-1} \end{bmatrix}; \ \boldsymbol{\delta_1} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{m-1} \end{bmatrix}; \ \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (x_1-k_1)_+^{m-1} & (x_1-k_2)_+^{m-1} & \cdots & (x_1-k_r)_+^{m-1} \\ (x_2-k_1)_+^{m-1} & (x_2-k_2)_+^{m-1} & \cdots & (x_2-k_r)_+^{m-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (x_n-k_1)_+^{m-1} & (x_n-k_2)_+^{m-1} & \cdots & (x_n-k_r)_+^{m-1} \end{bmatrix} ;\boldsymbol{\delta_2} = \begin{bmatrix} \beta_{(m-1)+1} \\ \beta_{(m-1)+2} \\ \vdots \\ \beta_{(m-1)+r} \end{bmatrix} ;\boldsymbol{\delta_2} = \begin{bmatrix} \beta_{(m-1)+1} \\ \beta_{(m-1)+2} \\ \vdots \\ \beta_{(m-1)+r} \end{bmatrix}$$

Bentuk matriks dari persamaan (6) dapat ditulis sebagai:

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X}_\Pi \boldsymbol{\beta}_\Pi + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{7}$$

dengan $\boldsymbol{X}_\Pi = [\boldsymbol{X}_1 \quad \boldsymbol{X}_2]$ dan $\boldsymbol{\beta}_\Pi = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\delta}_1 \\ \boldsymbol{\delta}_2 \end{bmatrix}$

Menurut Suparti (2013), estimator model (7) dapat dicari menggunakan metode kuadrat terkecil dan hasilnya adalah

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}_\Pi \hat{\boldsymbol{\beta}}_\Pi \tag{8}$$

dengan

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_\Pi = (\mathrm{X}_\Pi{}^{\mathrm{T}}\mathrm{X}_\Pi)^{-1}\mathrm{X}_\Pi{}^{\mathrm{T}}\mathrm{Y}$$

Misalkan diberikan data $\left(x_{1i}, x_{2i}, \ldots, x_{pi}, y_i\right)$ dimana hubungan antara $(x_{1i}, x_{2i}, \ldots, x_{pi})$ dan $\boldsymbol{y_i}$ diasumsikan mengikuti model regresi nonparametrik, model regresi nonparametrik *spline truncated* multivariabel adalah sebagai berikut:

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \ldots, x_{pi}) + \varepsilon_i \ \ ,i = 1, 2, \ldots, n \qquad 9)$$

dimana f adalah kurva regresi yang bentuknya tidak diketahui. Apabila f memiliki model aditif dan dapat didekati dengan fungsi *spline*, maka model regresinya dapat dituliskan sebagai :

$$y_i = \sum_{j=1}^{p} f\left(x_{ji}\right) + \varepsilon_i \ \ ,i = 1, 2, \ldots, n \tag{10}$$

dimana

$$f\left(x_{ji}\right) = \beta_{j0} + \sum_{l=1}^{m_j-1} \beta_{jl} x_{ji}^l + \sum_{k=1}^{r_j} \beta_{j\left(m_j+k\right)} \left(x_{ji} - K_{jk}\right)_+^{m_j-1}, j = 1, 2, \ldots, p \tag{11}$$

Maka persamaan (10) dapat ditulis sebagai berikut :

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \ldots, x_{pi}) = \beta_{00} + \sum_{j=1}^{p} \left(\sum_{l=1}^{m_j-1} \beta_{jl} x_{ji}^{l} + \sum_{k=1}^{r_j} \beta_{j(m_j-1+k)} \left(x_{ji} - K_{jk} \right)_+^{m_j-1} \right) + \varepsilon_i \quad (12)$$

dengan $\beta_{00} = \sum_{j=1}^{p} \beta_{j0}$

$$\left(x_{ji} - K_{jk} \right)_+^{m_j-1} = \begin{cases} \left(x_{ji} - K_{jk} \right)^{m_j-1}, & x_{ji} \geq K_{jk} \\ 0, & x_{ji} < K_{jk} \end{cases}$$

Pengujian parameter model secara bersama-sama dalam regresi *spline* multivariabel menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \ldots = \beta_{p(m_p-1+r_p)} = 0$ (Model tidak sesuai)

$H_1 :$ minimal ada satu $\beta_{jl} \neq 0, \; j = 1, 2, \ldots, p; \quad l = 1, 2, \ldots, (m_p - 1 + r_p)$ (Model sesuai)

Statistik ujinya:

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{JKR} / \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{p}} (\mathrm{m_j} - 1 + \mathrm{r_j})}{\mathrm{JKG} / \left(\mathrm{n} - 1 - \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{p}} (\mathrm{m_j} - 1 + \mathrm{r_j}) \right)} \quad (13)$$

dimana daerah penolakannya adalah tolak H_0 jika $\mathrm{F} > \mathrm{F}_{\alpha; \sum_{j=1}^{p} (m_j - 1 + r_j); \left(n - 1 - \sum_{j=1}^{p} (m_j - 1 + r_j) \right)}$

2.3. Uji Asumsi Model Regresi

2.3.1. Normalitas

Pengujian normalitas residual dapat menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Dalam uji Kolmogorov-Smirnov dihitung simpangan terbesar D (deviasi maksimum), yaitu selisih maksimum absolut dari peluang kumulatif observasi dan peluang kumulatif distribusi normal dengan hipotesis yang digunakan adalah :

H_0 : Residual mengikuti distribusi normal
H_1 : Residual tidak mengikuti distribusi normal

Statistik uji :

$$D = Sup \left| S(X) - F_O(X) \right| \quad (14)$$

dimana

$S(X)$: peluang kumulatif dari data pengamatan
$F_O(X)$: peluang kumulatif distribusi normal

Daerah keputusannya adalah H_0 ditolak jika D > D(1-α) atau sig. <α (Daniel, 1989).

2.3.2. Non-Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah adanya hubungan linier di antara variabel-variabel prediktor dalam model regresi (Gujarati,1978). Adanya multikolinieritas ditandai dengan nilai VIF yang lebih dari 10. Dalam model regresi dihindari terjadinya multikolinieritas dalam variabel-variabel prediktor.

2.3.3. Homoskedatisitas

Asumsi homoskedatisitas atau varians sama terjadi apabila variasi tidak berubah-ubah secara sistematik seiring berubahnya nilai variabel prediktor. Uji Glejser merupakan salah satu metode untuk menguji penyebaran residual. Pengujian dengan cara meregresikan antara nilai absolut error terhadap semua variabel prediktor.. Jika variabel prediktornya tidak signifikan mempengaruhi nilai absolut error, berarti asumsi homoskedastisitas terpenuhi (Gujarati, 1978).

2.3.4. Non Autokorelasi

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

1. Melakukan regresi sehingga diperoleh residual e_i
2. Menghitung d
3. Menentukan nilai kritis dl dan du, untuk ukuran sampel tertentu dan banyaknya variabel independen tertentu,
4. Jika H0 adalah dua sisi yaitu bahwa tidak ada serial autokorelasi baik positif ataupun negatif, maka:

$d < dL \; atau \; 4 - dL$	:	H_0 ditolak
$du < d < 4 - du$	:	H_0 diterima
$dl \leq d \leq du \; atau \; 4 - dl \leq d \leq 4 - du$	:	Pengujian tidak menyakinkan

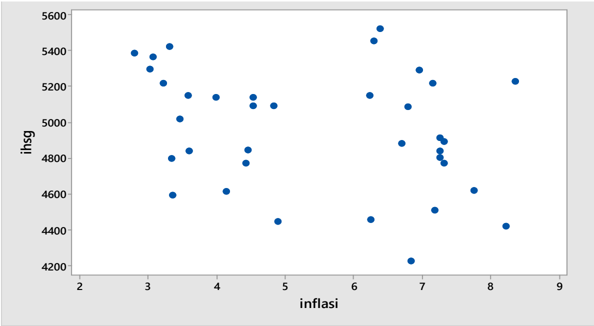
3. METODE PENELITIAN

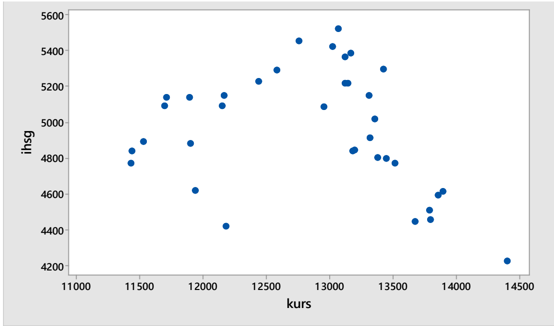
Penelitian ini menggunakan data IHSG sebagai variabel respon y, dan data inflasi, kurs, suku bunga SBI, masing-masing sebagai variabel prediktor x1, x_2 dan x_3. Data yang digunakan sebanyak 36 data dengan periode data bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2016. Data IHSG tersebut diakses pada situs https://finance.yahoo.com/. Sedangkan untuk data inflasi, kurs dan suku bunga SBI diperoleh dari website https://www.bi.go.id. Sedangkan metode analisis yang dilakukan yaitu :

a. Pemodelan regresi linier multivariabel menggunakan software SPSS dan dilanjutkan uji kesesuaian model linier.
b. Pemodelan regresi *spline* multivariabel menggunakan software R dan dilanjutkan uji kesesuaian model *spline* multivariabel.
c. Pengujian asumsi kedua model dan dilakukan perbandingan baik secara visual maupun secara statistik
d. Perbandingan nilai MSE dan R^2 untuk memperoleh model terbaik.

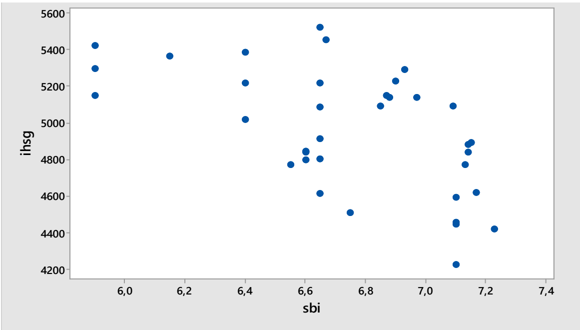
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

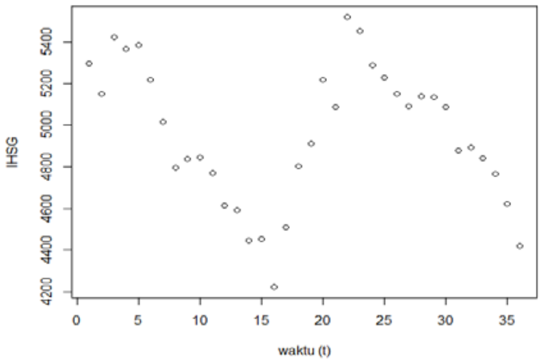
Berikut *scatterplot* antara variabel y (IHSG) dengan variabel x1(inflasi), x_2(kurs), x_3 (suku bunga SBI) dan urutan pengamatan/waktu (t).





Gambar 1 Scatterplot Variabel y dengan x1 **Gambar 2** Scatterplot Variabel y dengan x_2





Gambar 3 Scatterplot Variabel y dengan x_3 **Gambar 4** Scatterplot y dengan Waktu (t)

Berdasarkan Gambar 1,2,3 dan 4 terlihat bahwa *scatterplot* antara variabel respon dengan ketiga variabel prediktor cenderung acak dan naik turun sehingga tidak membentuk suatu pola tertentu. Demikian juga antara variabel respon dengan waktu pengamatan data tidak membentuk pola tertentu cenderung naik turun. Jadi pemodelan menggunakan model nonparametrik layak untuk dilakukan.

4.1. Regresi Linier Multivariabel

Berdasarkan *running* program menggunakan software SPSS diperoleh model regresi linier multivariabel sebagai berikut:

$$\hat{y} = 13061,384 + 6,021x_1 - 0,246x_2 - 737,965x_3 \quad (16)$$

dengan nilai MSE sebesar 46812,965 dan R^2 sebesar 0,69.

Model regresi (16) selanjutnya dilakukan uji kesesuaian model linier dengan hipotesis:

H_1 : $\beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_p = 0$ (Model tidak sesuai)

H_1: minimal ada $\beta_k \neq 0$, dimana k = 1, 2, …, p (Model sesuai)

Daerah keputusan : H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{\alpha;3;32)}$ atau sig. < α=5%

Tabel 1. Anova Model Regresi Linier Multivariabel

Model	*Sum of Squares*	Df	*Mean Square*	F	Sig.
Regression	2329948,396	3	776649,465	16,590	0,000
Residual	1498014,891	32	46812,965		
Total	3827963,287	35			

Diperoleh hasil nilai F hitung sebesar 16,59 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.

4.2. Regresi *Spline* Multivariabel

Pemilihan model *spline* multivariabel terbaik dapat diihat besarnya nilai MSE minimum.Nilai MSE dari model *spline* dengan beberapa kombinasi orde dan titik knot untuk masing-masing variabel prediktornya yang disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 nilai MSE minimum dengan nilai 6686,85 diperoleh pada saat x1 berorde 4, x_2 berorde 2 dan x_3 berorde 2 dengan banyaknya knot x1 sebanyak 1 knot yaitu pada titik 8,2 banyaknya knot x_2 sebanyak 2 knot yaitu pada titik13066,82 dan 13781,75 dan banyaknya knot x_3 sebanyak 2 knot yaitu pada titik 6,60 dan 6,67.

Tabel 2 Nilai MSE pada Regresi *Spline* Multivariabel

Banyak knot			Orde			Titik knot			MSE
x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	
1	1	1	4	2	2	6,96	12749,84	7,09	9711,04
1	1	2	4	2	2	8,22	12749,84	6,60; 6,65	8142,12
1	2	1	4	2	4	7,15	13165;13179,86	6,93	7706,50
2	1	1	4	2	2	6,25;6,29	12749,84	7,09	9545,30
2	2	1	3	2	3	6,29;6,38	13165;13179,86	6,97	7183,89
1	**2**	**2**	**4**	**2**	**2**	**8,22**	**13066,82;13781,75**	**6,60;6,67**	**6686,85**
2	1	2	4	4	2	3,31;8,22	12947,76	6,60;6,65	6878,23
2	2	2	3	2	3	6,29;6,38	13165;13179,86	6,87;6,88	6757,72

Model *spline* multivariabel dengan x_1 berorde 4, x_2 berorde 2 dan x_3 berorde 2 dengan banyaknya titik knot x_1 sebanyak 1 knot, x_2 sebanyak 2 knot dan banyaknya titik knot x_3 sebanyak 2 disajikan dalam persamaan (17).

$$\begin{aligned}\hat{y} &= \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}x_1^2 + \hat{\beta}_{13}x_1^3 + \hat{\beta}_{14}\left(x_1 - K_{11}\right)_+^3 + \hat{\beta}_{21}x_2 + \\ &\hat{\beta}_{22}\left(x_2 - K_{12}\right)_+ + \hat{\beta}_{23}\left(x_2 - K_{22}\right)_+^2 + \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}\left(x_3 - K_{13}\right)_+ + \hat{\beta}_{33}\left(x_3 - K_{23}\right)_+^2\end{aligned} \tag{17}$$

Tabel 3. Estimasi Parameter Model *Spline* multivariabel Terbaik

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
Intersep	$\hat{\beta}_{00}$	58,747
x_1	$\hat{\beta}_{11}$	-46,72
	$\hat{\beta}_{12}$	32,912
	$\hat{\beta}_{13}$	-7,6
	$\hat{\beta}_{14}$	377,127
x_2	$\hat{\beta}_{21}$	1,128
	$\hat{\beta}_{22}$	-1,03
	$\hat{\beta}_{23}$	2,45
x_3	$\hat{\beta}_{31}$	-31,865
	$\hat{\beta}_{32}$	119,861
	$\hat{\beta}_{33}$	-124,825

Berdasarkan Tabel 3 maka estimasi model *spline* multivariabelnya sebagai berikut:

$$\hat{y} = 58,747 - 46,72x_1 + 32,912x_1^2 - 7,6x_1^3$$
$$+377,127(x_1 - 8,22)_+^3 + 1,128x_2 - 1,03(x_2 - 13066,82)_+ + 2,45(x_2 - 13781,75)_+^2$$
$$- 31,865x_3 + 119,861(x_3 - 6,60)_+ - 124,825(x_3 - 6,67)_+^2 \tag{18}$$

Persamaan (18) dapat dituliskan sebagai :

$$\hat{y} = 58,747 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3) \tag{19}$$

dengan

$$f_1(x_1) = -46,72x_1 + 32,912x_1^2 - 7,6x_1^3 + 377,127(x_1 - 8,22)_+^3 \tag{20}$$

$$= \begin{cases} -46,72x_1 + 32,912x_1^2 - 7,6x_1^3, \ x_1 < 8,22 \\ 46,72x_1 + 32,912x_1^2 - 7,6x_1^3 + 377,127(x_1 - 8,22)^3, \ x_1 \geq 8,22 \end{cases}$$

$$f_2(x_2) = 1,128x_2 - 1,03(x_2 - 13066,82)_+ + 2,45(x_2 - 13781,75)_+^2$$

$$= \begin{cases} 1,128x_2, x_2 < 13066,82 \\ 1,128x_2 - 1,03(x_2 - 13066,82) \ , 13066,82 \leq x_2 < 13781,75 \\ 1,128x_2 - 1,03(x_2 - 13066,82) \ + 2,45(x_2 - 13781,75) \quad , x_2 \geq 13781,75 \end{cases} \tag{21}$$

$$f_3(x_3) = 31,865x_3 + 119,861(x_3 - 6,6)_+ - 124,825(x_3 - 6,67)_+^2 \tag{22}$$

$$= \begin{cases} 31,865x_3, \quad x_3 < 6,6 \\ 31,865x_3 + 119,861(x_3 - 6,6), \ 6,6 \leq x_3 < 6,67 \\ 31,865x_3 + 119,861(x_3 - 6,6) \ - 124,825(x_3 - 6,67) \quad , \quad x_3 \geq 6,67 \end{cases}$$

Selanjutnya model regresi *spline* multivariabel yang telah diperoleh (18) dilakukan uji kesesuaian model dengan hipotesis :

H_0 : $\beta_{11} = \beta_{12} = \cdots = \beta_{32} = 0$ (Model tidak sesuai)

H_1 : minimal ada $\beta_{jl} \neq 0$, dimana j = 1, 2, 3; l =1,2,…(m_3+ r_{3-1}) (Model sesuai)

Daerah keputusan: H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{0,05;10;35}$.

Tabel 4 Anova Model Regresi *Spline* Multivariabel

Model	*Sum of Squares*	Df	*Mean Square*	F hitung	F tabel
Regresi	3473809,0	10	347380,90	36,83	2,21
Residual	235816.5	25	9432,66		
Total	3709625,5	35			

Diperoleh hasil nilai F_{hitung}= 32,14 > F_{tabel} = 2,21. Sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa secara bersama-sama variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon dalam model regresi *spline* multivariabel .

4.3. Uji Asumsi Model Regresi

4.3.1. Normalitas

Pengujian normalitas residual kedua model dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov yang hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Normalitas

Model regresi	Statistic	Sig. K-S	Kesimpulan
Regresi linier multivariabel	0.123	0.188	H_0 diterima
Regresi *Spline* multivariabel	0.080	0.200	H_0 diterima

Hipotesis:

H_0 : Residual megikuti distribusi normal

H_1 : Residual tidak mengikuti distribusi normal

Daerah Keputusan : H_0 ditolak jika sig. K-S < α=5%

Kesimpulan:

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan residual dari kedua model regresi mengikuti distribusi normal.

4.3.2. Homoskedasitas

Pengujian asumsi homogenitas varian dilakukan dengan uji Gletsjer yaitu dengan meregresikan absolut residual terhadap variabel prediktor. Hasil uji Gletsjer disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Gletsjer

Variabel	Regresi Linier Multivariabel		Regresi *Spline* Multivariabel	
	t	Sig.	T	Sig.
Inflasi	2,337	0,026	0,731	0,470
Kurs	-0,396	0,695	-0,201	0,842
Suku Bunga SBI	-1,505	0,142	-0,512	0,612

Residual model regresi dikatakan memiliki varian yang sama jika nilai sig. >α =5%. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh hasil bahwa residual model regresi linier multivariabel memiliki varian yang berbeda karena nilai sig.= 0,026<α =5%. Sedangkan residual model regresi *spline* multivariabel memiliki varian yang sama karena nilai sig >α =5%.

4.3.3. Non Autokorelasi

Berdasarkan dari tabel Dubin Watson dengan n = 36 dan k = 3 adalah dl = 1,29 dan du = 1,65 diperoleh hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Independensi Residual

Model Regresi	d	Keterangan	Kesimpulan
Regresi linier multivariabel	0,541	d<dl	Terjadi autokorelasi
Regresi *spline* multivariabel	2,249	du < d < 4-du	Bebas autokorelasi

4.3.4. Non Multikolineritas

Model regresi dikatakan bebas dari multikolineritas jika nilai VIF < 10. Nilai VIF kedua model disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VIF

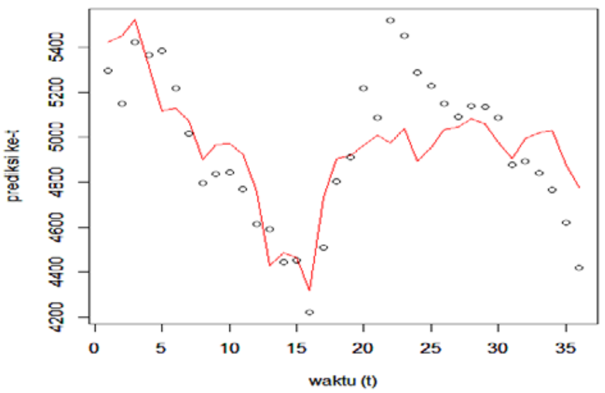
Variabel	Regresi Linier Multivariabel	Regresi *Spline* Multivariabel
	VIF	VIF
Inflasi	1,639	1,639
Kurs	1,225	1,225
Suku Bunga SBI	1,772	1,772

Berdasarkan Tabel 8 diperoleh hasil bahwa nilai VIF < 10. Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linier multivariabel dan model regresi *spline* multivariabel bebas dari multikolineritas.

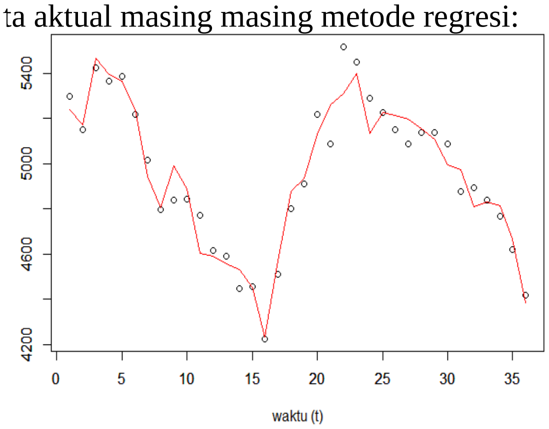
Dari uji asumsi residual kedua model berdasarkan hasil Tabel 5-8 dapat disimpulkan bahwa untuk model regresi *spline* multivariabel semua asumsi model dipenuhi, sedangkan untuk model regresi linier multivariabel ada asumsi yang tidak dipenuhi yaitu homoskedastisitas dan non autokorelasi.

4.4 Perbandingan Regresi Linier Multivariabel dan Model Regresi *Spline* Multivariabel

Berikut perbandingan hasil estimasi dan data aktual masing masing metode regresi:



Gambar 5 Regresi Linier Multivariabel



Gambar 6 Regresi *Spline* Multivariabel

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa secara visual estimasi model regresi *spline* multivariabel lebih mendekati data aktual dan dari Tabel 9 secara statistik MSE regresi *spline* multivariabel lebih kecil dan R^2 lebih besar dari regresi linier multivariabel. Secara keseluruhan pemodelan IHSG menggunakan model regresi *spline* multivariabel lebih bagus dari regresi linier multivariabel .

Tabel 9 Tabel Perbandingan

Model Regresi	R^2	MSE
Regresi linier multivariabel	0,69	46812,965
Regresi *spline* multivariabel	0,937	6686,85

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan diperoleh hasil bahwa pemodelan indeks harga saham gabungan menggunakan model regresi *spline* multivariabel lebih baik dari model regresi linier multivariabel karena hasil estimasi model *spline* multivariabel mendekati nilai aktualnya dengan nilai MSEnya lebih kecil dan nilai R^2 nya lebih besar dari model regresi linier multivariabel. Berikut persamaan model regresi *spline* multivariabel terbaik:

$$\hat{y} = 58,747 - 46,72x_1 + 32,912x_1^2 - 7,6x_1^3$$
$$+ 377,127(x_1 - 8,22)_+^3 + 1,128x_2 - 1,03(x_2 - 13066,82)_+ + 2,45(x_2 - 13781,75)_+^2$$
$$- 31,865x_3 + 119,861(x_3 - 6,60)_+ - 124,825(x_3 - 6,67)_+^2$$

Dalam kasus ini dikaji pemodelan IHSG dari segi faktor internal, untuk selanjutnya diharapkan dapat dikaji dari segi eksternal atau gabungan antara eksternal dan internal.

DAFTAR PUSTAKA

Budiantara, I. N. 2005. Model Keluarga Spvline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik. *Berkala MIPA*, Vol. 15 No 3.

Daniel, W. W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Diterjemahkan oleh: Widodo, A. T. K. PT. Gramedia, Jakarta.

Eubank, R. L. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. Marcel Deker, New York.

Gujarati, D. 1978. *Ekonometrika Dasar*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Suparti. 2013. Analisis Data Inflasi Di Indonesia Menggunakan Model Regresi Spline. *Media Statistika*, Vol. 6, No.1, 1-9.

Surbakti, K. 2013. Pengaruh Suku Bunga SBI, Nilai Kurs, dan Tingkat Inflasi Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Telaah Akutansi*, Vol. 16 No. 02, 45-52.

Wijaya, J. T. 2015. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai IHSG yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*, Vol. 4 No. 6.

Yanuar, A. Y. 2013. Dampak Variabel Internal dan Eksternal terhadap Indek Harga Saham Gabungan (IHSG) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Fakultas Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, Universitas Brawijaya Malang.