

## PEMODELAN FAKTOR EKONOMI MAKRO TERHADAP HARGA SAHAM TELKOM MENGGUNAKAN REGRESI *SPLINE TRUNCATED* MULTIVARIABEL DILENGKAPI GUI R

Lulu Maulatus Saidah<sup>1\*</sup>, Suparti<sup>2</sup>, Sudarno<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\*email: [lulumaulatus15@gmail.com](mailto:lulumaulatus15@gmail.com)

DOI: 10.14710/J.GAUSS.11.3.334-354

### Article Info:

Received: 2022-05-11

Accepted: 2022-08-09

Available Online: 2022-12-28

### Keywords:

*Stock Price; Macroeconomic Factor; Multivariable Spline Truncated; GCV, GUI*

**Abstract:** Stock prices are an important thing that investors should know before investing. Volatile stock prices require investors to know the factors that influence their changes. Stock price instability makes it very difficult for investors to make investments and affects the integrity they get. One of the factors that affect stock prices is macroeconomic factors consisting of rupiah exchange rate (X1), inflation (X2), and SBI interest rate (X3). A statistical method that can be used to model fluctuating data is spline nonparametric regression. This study aims to model macroeconomic factors against Telkom's stock price using multivariable truncated spline nonparametric regression with optimal knot point selection methods that minimize Generalized Cross Validation (GCV). Many knots used are a combination of 1 and 2 and the order used is a combination of 2, 3, and 4. The best multivariable truncated spline model is achieved on a knot combination (2,2,2) with the order X1, X2, X3 being 3, 2, 2 which results in an R2 value of 92.71% included in the strong model criteria. In the evaluation of model performance obtained a MAPE value of 1.857% which shows the model has excellent forecasting ability. In this study, a Graphical User Interface (GUI) program was formed R that can facilitate data analysis and produce more attractive display output.

## 1. PENDAHULUAN

Harga saham merupakan faktor yang sangat penting dan harus diperhatikan oleh investor dalam berinvestasi, karena harga saham menunjukkan nilai perusahaan (Ardiyanto *et al.*, 2020). Harga saham yang fluktuatif mengharuskan investor untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi perubahannya. Ketidakstabilan harga saham sangat menyulitkan investor dalam melakukan investasi dan berpengaruh pada keuntungan yang didapatkannya. Salah satu faktor yang mempengaruhi harga saham yaitu faktor ekonomi makro. Faktor ekonomi makro yang secara langsung dapat mempengaruhi kinerja saham maupun perusahaan antara lain: tingkat suku bunga domestik, kurs valuta asing, dan tingkat inflasi.

Pada era globalisasi saat ini dituntut adanya petukaran informasi yang cepat antar wilayah sehingga peran telekomunikasi menjadi semakin penting. Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang telekomunikasi adalah PT. Telkom Indonesia. PT. Telkom merupakan satu-satunya BUMN penyedia layanan telekomunikasi dan jaringan terbesar di Indonesia. Saham Telkom menjadi pilihan utama sekuritas di sektor telekomunikasi karena pendapatan perusahaan yang stabil, memiliki kapitaliasi pasar yang besar, dan basis pelanggan yang besar (Hermansyah, 2020).

Hubungan faktor ekonomi makro terhadap harga saham Telkom dapat dijelaskan menggunakan analisis regresi. Pendekatan regresi parametrik terikat asumsi dan harus diketahui kurva regresinya, sedangkan data harga saham Telkom memiliki sifat fluktuatif

sulit diidentifikasi bentuk kurva regresinya, sehingga pendekatan regresi nonparametrik lebih tepat digunakan.

Salah satu metode regresi nonparametrik yang dapat digunakan adalah regresi *spline truncated* multivariabel. Regresi *spline truncated* dapat mengatasi pola data yang menunjukkan naik/turun secara tajam dengan bantuan titik knot sehingga kurva yang dihasilkan relatif mulus (Härdle, 1990). Untuk mendapatkan regresi *spline* optimal perlu dipilih banyak titik knot dan letak titik knot yang optimal pula. Metode yang digunakan untuk menentukan banyak titik knot dan letak titik knot optimalnya adalah metode *Generalized Cross Validation (GCV)*.

Pemilihan model terbaik regresi *spline truncated* multivariabel membutuhkan proses yang panjang dan cukup rumit, sehingga diperlukan bantuan *software* dalam perhitungannya. Salah satu *software* yang dapat digunakan adalah *software* R. Pembuatan *Graphical User Interface (GUI)* untuk membantu proses pemodelan dengan regresi *spline truncated* multivariabel merupakan salah satu pengembangan dalam penelitian ini yang dapat memudahkan proses analisis data dan menjadikan *output* yang dihasilkan lebih menarik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Saham didefinisikan sebagai tanda bukti kepemilikan terhadap sebuah perusahaan (Adnyana, 2020). Harga saham Telkom selama 3 tahun terakhir mengalami peningkatan dan penurunan. Selama pandemi Covid-19 terjadi banyak transaksi penjualan saham Telkom, meskipun harga saham sempat mengalami penurunan tetapi PT. Telkom Indonesia memiliki laba yang luar biasa. Nilai tukar atau sering disebut kurs didefinisikan sebagai harga suatu mata uang relatif terhadap mata uang negara lain (Mahyus, 2014). Nilai tukar atau kurs terdiri dari kurs jual, kurs beli, dan kurs tengah. Dalam penelitian ini menggunakan kurs tengah yang merupakan nilai rata-rata dari kurs jual dan kurs beli. Bagi investor fluktuasi nilai tukar dijadikan sebagai alternatif investasi lain yang juga dapat mempengaruhi harga saham.

Inflasi merupakan kecenderungan terjadinya peningkatan harga produk-produk secara keseluruhan sehingga terjadi penurunan daya beli uang (Tandelilin, 2010). Inflasi yang tinggi mengakibatkan peofitabilitas perusahaan menurun. Hal ini mempengaruhi kepercayaan investor dalam menanamkan modal di perusahaan tersebut sehingga dapat mempengaruhi harga saham.

Suku bunga SBI atau dikenal dengan *BI rate* merupakan salah satu instrumen pengendali inflasi. Kenaikan tingkat suku bunga SBI akan mendorong investor untuk lebih memilih berinvestasi di pasar uang daripada pasar modal karena dengan berinvestasi di pasar uang akan memberikan keuntungan yang lebih pasti. Hal ini menyebabkan harga saham perusahaan mengalami penurunan (Widhiatmoko & Dillak, 2018).

Analisis regresi nonparametrik merupakan metode statistika yang digunakan untuk memodelkan data yang tidak diketahui bentuk fungsinya. Secara umum model regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut: (Eubank, 1999)

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

dengan

$y_i$  : nilai pengamatan ke- $i$  dari variabel respon  $Y$

$f$  : fungsi regresi yang tidak diketahui bentuk kurvanya

$x_i$  : nilai pengamatan ke- $i$  dari variabel prediktor  $X$

$\varepsilon_i$  : nilai residual pada pengamatan ke- $i$ , dimana  $\varepsilon_i \sim IID(0, \sigma^2)$

Regresi *spline* merupakan suatu potongan-potongan polinom yang bersifat tersegmen pada selang  $k$  yang terbentuk pada titik-titik knot (Wang & Yang, 2009).

Bentuk umum fungsi *spline* polinomial *truncated* berorde  $m$  dengan  $r$  titik knot sebagai berikut: (Eubank, 1999)

$$f(x) = \sum_{q=0}^{m-1} \beta_q x^q + \sum_{q=1}^r \beta_{q+m-1} (x-k_q)_+^{m-1} \quad (2)$$

Dengan fungsi *truncated*,

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

dan  $a < k_1 < k_2 < \dots < k_r < b$ , dimana  $a$  diambil dari nilai minimum  $x$  dan  $b$  diambil dari nilai maksimum  $x$ . Dengan koefisien  $\beta_q$  merupakan konstanta yang bernilai real dengan  $q = 0, 1, \dots, m-1, m, \dots, r+m-1$ .

Jadi, secara umum model *spline truncated* orde ke- $m$  dengan  $r$  titik knot dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_i = \sum_{q=0}^{m-1} \beta_q x_i^q + \sum_{q=1}^r \beta_{q+m-1} (x_i - k_q)_+^{m-1} + \varepsilon_i \quad (3)$$

dengan  $m$  adalah orde polinomial,  $k_q$  adalah titik knot pada fungsi *truncated*, dan  $\varepsilon_i$  adalah *error* random. Menggunakan data amatan sebanyak  $n$ , maka persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk matriks berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_\Pi \boldsymbol{\beta}_\Pi + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & \cdots & x_1^{m-1} & (x_1 - k_1)_+^{m-1} & \cdots & (x_1 - k_r)_+^{m-1} \\ 1 & x_2 & \cdots & x_2^{m-1} & (x_2 - k_1)_+^{m-1} & \cdots & (x_2 - k_r)_+^{m-1} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_n & \cdots & x_n^{m-1} & (x_n - k_1)_+^{m-1} & \cdots & (x_n - k_r)_+^{m-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_{m-1} \\ \beta_{(m-1)+1} \\ \vdots \\ \beta_{(m-1)+r} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Estimasi koefisien regresi  $\boldsymbol{\beta}_\Pi$  dicari dengan menggunakan OLS (*Ordinary Least Square*). Metode ini dikerjakan dengan meminimumkan Jumlahan Kuadrat Galat (JKG).

$$\text{JKG} = \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\boldsymbol{\beta}_\Pi^T \mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{Y} + \boldsymbol{\beta}_\Pi^T \mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{X}_\Pi \boldsymbol{\beta}_\Pi \quad (5)$$

Dengan menghitung nilai turunan parsial **JKG** terhadap  $\boldsymbol{\beta}_\Pi$ , diperoleh nilai estimasi parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_\Pi$  dari persamaan (5) sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_\Pi = (\mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{X}_\Pi)^{-1} \mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{Y} \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan (6), diperoleh fungsi penduga  $f(x)$  untuk regresi *spline* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{f}_\Pi(x) &= \mathbf{X}_\Pi \hat{\boldsymbol{\beta}}_\Pi \\ &= \mathbf{X}_\Pi (\mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{X}_\Pi)^{-1} \mathbf{X}_\Pi^T \mathbf{Y} \end{aligned} \quad (7)$$

Regresi nonparametrik *spline* yang terdiri dari satu variabel respon dan satu variabel prediktor disebut regresi *spline* univariabel, sedangkan jika terdiri dari satu variabel respon dan lebih dari satu variabel prediktor disebut regresi *spline* multivariabel (Budiantara, 2009).

Bentuk umum model regresi *spline* multivariabel sebagai berikut:

$$y_i = f_1(x_{1i}) + f_2(x_{2i}) + \dots + f_p(x_{pi}) + \varepsilon_i$$

$$y_i = \sum_{b=1}^p f_b(x_{bi}) + \varepsilon_i \quad (8)$$

dengan  $p$  merupakan banyaknya prediktor. Orde setiap variabel adalah  $m_b$  dengan titik knot sebanyak  $r_b$ . Sehingga diperoleh:

$$\sum_{b=1}^p f_b(x_{bi}) = \sum_{k=0}^{m_b-1} \beta_{kb} x_{bi}^k + \sum_{j=1}^{r_b} \beta_{(m_b-1+j)b} (x_{bi} - k_{bj})_+^{m_b-1}$$

$$y_i = \sum_{b=1}^p \left( \sum_{k=0}^{m_b-1} \beta_{kb} x_{bi}^k + \sum_{j=1}^{r_b} \beta_{(m_b-1+j)b} (x_{bi} - k_{bj})_+^{m_b-1} \right) + \varepsilon_i$$

$$y_i = \sum_{b=1}^p \beta_{0b} x_{bi}^0 + \sum_{b=1}^p \left( \sum_{k=1}^{m_b-1} \beta_{kb} x_{bi}^k + \sum_{j=0}^{r_b} \beta_{(m_b-1+j)b} (x_{bi} - k_{bj})_+^{m_b-1} \right) + \varepsilon_i$$

$$y_i = \beta_{00} + \sum_{b=1}^p \sum_{k=1}^{m_b-1} \beta_{kb} x_{bi}^k + \sum_{b=1}^p \sum_{j=1}^{r_b} \beta_{(m_b-1+j)b} (x_{bi} - k_{bj})_+^{m_b-1} + \varepsilon_i \quad (9)$$

dengan fungsi *truncated*,

$$(x_{bi} - k_{bj})_+^{m_b-1} = \begin{cases} (x_{bi} - k_{bj})^{m_b-1}, & x_{bi} - k_{bj} \geq 0 \\ 0, & x_{bi} - k_{bj} < 0 \end{cases}$$

Menggunakan data amatan sebanyak  $n$ , maka persamaan (6) dapat disajikan dalam bentuk matriks:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_{\Pi} \boldsymbol{\beta}_{\Pi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (10)$$

dengan,

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}_{n \times 1} ; \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

$$\boldsymbol{\beta}_{\Pi}^T = [\beta_{00} \quad \beta_{11} \quad \dots \quad \beta_{(m_b-1)1} \quad \beta_{(m_b-1+1)1} \quad \dots \quad \beta_{(m_b-1+r)1} \quad \beta_{1p} \quad \dots \quad \beta_{(m_b-1)p} \quad \beta_{(m_b-1+1)p} \quad \dots \quad \beta_{(m_b-1+r)p}]_{1 \times (1+(m_b-1+r)p)}$$

$$\mathbf{X}_{\Pi} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{11}^{m_b-1} & (x_{11} - k_{11})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{11} - k_{r1})_+^{m_b-1} & \dots & x_{p1} & \dots & x_{p1}^{m_b-1} & (x_{p1} - k_{r,p})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{p1} - k_{r,p})_+^{m_b-1} \\ 1 & x_{12} & \dots & x_{12}^{m_b-1} & (x_{12} - k_{11})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{12} - k_{r1})_+^{m_b-1} & \dots & x_{p2} & \dots & x_{p2}^{m_b-1} & (x_{p2} - k_{r,p})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{p2} - k_{r,p})_+^{m_b-1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \dots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & \dots & x_{1n}^{m_b-1} & (x_{1n} - k_{11})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{1n} - k_{r1})_+^{m_b-1} & \dots & x_{pn} & \dots & x_{pn}^{m_b-1} & (x_{pn} - k_{r,p})_+^{m_b-1} & \dots & (x_{pn} - k_{r,p})_+^{m_b-1} \end{bmatrix}_{n \times (1+(m_b-1+r)p)}$$

Dengan menghitung nilai turunan parsial **JKG** terhadap  $\boldsymbol{\beta}_{\Pi}$ , diperoleh nilai estimasi parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\Pi}$  dari persamaan (5) sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\Pi} = (\mathbf{X}_{\Pi}^T \mathbf{X}_{\Pi})^{-1} \mathbf{X}_{\Pi}^T \mathbf{Y} \quad (11)$$

Berdasarkan persamaan (6), diperoleh fungsi penduga  $f(x)$  untuk regresi *spline* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{f}_{\Pi}(x) &= \mathbf{X}_{\Pi} \hat{\boldsymbol{\beta}}_{\Pi} \\ &= \mathbf{X}_{\Pi} (\mathbf{X}_{\Pi}^T \mathbf{X}_{\Pi})^{-1} \mathbf{X}_{\Pi}^T \mathbf{Y} = \mathbf{H}_{\Pi} \mathbf{Y}\end{aligned}\quad (12)$$

dengan  $\mathbf{H}_{\Pi} = \mathbf{X}_{\Pi} (\mathbf{X}_{\Pi}^T \mathbf{X}_{\Pi})^{-1} \mathbf{X}_{\Pi}^T$  merupakan matriks semidefinit positif yang simetris (Eubank, 1999).

Pada regresi nonparametrik *spline* truncated sangat penting untuk menentukan titik knot optimal. Jika diperoleh titik knot optimal maka akan diperoleh model *spline truncated* terbaik. Titik knot adalah titik perpaduan bersama yang menunjukkan perubahan pola perilaku kurva fungsi *spline* pada interval berbeda, sehingga kurva menjadi tersegmen pada titik tersebut (Härdle, 1990).

Model regresi *spline* terbaik mempunyai titik knot optimal yang diperoleh dari nilai GCV paling minimum. Secara umum fungsi GCV dapat dituliskan sebagai berikut: (Eubank, 1999)

$$GCV(\Pi) = \frac{MSE(\Pi)}{(n^{-1} \text{trace}[I - H(\Pi)])^2} \quad (13)$$

dengan,

$$MSE(\Pi) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2 \quad (14)$$

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur seberapa besar kemampuan model menerangkan keragaman variabel respon. Koefisien determinasi dirumuskan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (15)$$

Kriteria nilai  $R^2$  dapat dibagi menjadi tiga tingkatan,  $19\% < R^2 \leq 33\%$  berarti model lemah,  $33\% < R^2 \leq 67\%$  berarti model moderat, dan  $R^2 > 67\%$  berarti model kuat (Chin, 1998).

Evaluasi kinerja model terbaik diukur melalui nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari data *out sample* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (16)$$

Kriteria nilai MAPE dibagi menjadi empat tingkatan, yaitu  $MAPE < 10\%$  berarti model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik,  $10\% \leq MAPE < 20\%$  berarti model memiliki kemampuan peramalan yang baik,  $20\% \leq MAPE < 50\%$  berarti model memiliki kemampuan peramalan cukup baik, dan  $MAPE > 50\%$  berarti model memiliki kemampuan peramalan yang buruk (Chang *et al.*, 2007)

GUI program R dibuat dengan bantuan suatu *package/paket*, yaitu *Shiny* yang terdiri dari tiga komponen yaitu *User Interface* (UI), *Server*, dan *ShinyApp*. *User Interface* bermanfaat untuk panel kontrol, pemasukan nilai *input* dan penyajian *output*. *Server* merupakan otak dari program yang bertugas melakukan berbagai analisis data sesuai pilihan pengguna. Berbagai paket R telah tersedia untuk membantu berbagai produr dan analisis

data pada *server* (Tirta, 2014). *ShinyApp* merupakan fungsi dari aplikasi yang memanggil UI dan *Server* untuk menjalankan aplikasi.

### 3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data harga saham Telkom bulanan diakses pada *website* <https://finance.yahoo.com/>, dan data faktor ekonomi makro yaitu kurs rupiah, inflasi, dan suku bunga SBI diperoleh dari *website* <https://www.bi.go.id>. Data dibagi menjadi dua, yaitu data *in sample* dari bulan Januari 2019 sampai Mei 2021 dan data *out sample* dari bulan Juni 2021 sampai Desember 2021.

Variabel yang digunakan adalah data harga saham Telkom sebagai variabel respon (Y), kurs rupiah sebagai variabel prediktor ( $X_1$ ), inflasi sebagai variabel prediktor ( $X_2$ ), dan suku bunga SBI sebagai variabel prediktor ( $X_3$ ).

Dalam penelitian ini menggunakan *software* R 4.0.5 dan RStudio dengan bantuan GUI R dari *Shiny package*. Adapun tahapan analisis data sebagai berikut:

1. Menyiapkan aplikasi GUI R sesuai dengan keperluan analisis
2. Melakukan input data variabel respon dan variabel prediktor
3. Menentukan data *in sample* dan *out sample*
4. Melakukan analisis deskriptif pada data *in sample*
5. Membuat *scatterplot* antara variabel respon terhadap masing-masing variabel prediktor
6. Menentukan orde dan titik knot yang akan dicobakan
7. Melakukan kombinasi orde dan titik knot
8. Mengestimasi model *spline truncated* untuk setiap kombinasi orde dan titik knot
9. Menghitung nilai GCV
10. Menentukan titik knot optimal dengan kriteria GCV minimum
11. Menentukan model *spline truncated* terbaik
12. Menghitung nilai  $R^2$  data *in sample* sebagai kriteria kebaikan model
13. Menghitung nilai MAPE dari data *out sample* sebagai evaluasi kinerja model
14. Menyimpulkan hasil penelitian

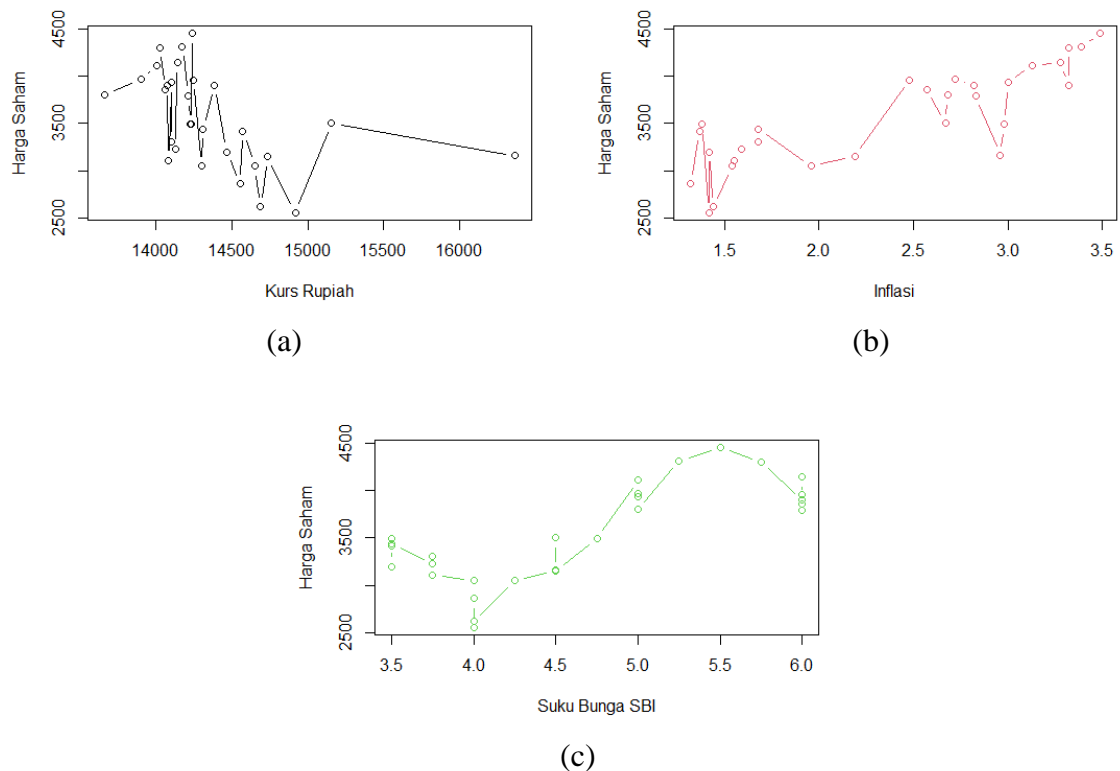
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif data *in sample* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif Data *In Sample*

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Y	29	2560	4450	3554
$X_1$	29	13662	16367	14370
$X_2$	29	1,32	3,49	2,351
$X_3$	29	3,5	6,0	4,698

Berdasarkan Tabel 1, banyaknya data *in sample* dalam penelitian ini yaitu 29 data. Pada periode bulan Januari 2019 sampai dengan Mei 2021 rata-rata harga saham Telkom (Y) sebesar 3554 dengan nilai minimum sebesar 2560 dan nilai maksimum sebesar 4450. Variabel prediktor kurs rupiah ( $X_1$ ) memiliki nilai minimum sebesar 13662 dan nilai maksimum sebesar 16367, inflasi ( $X_2$ ) memiliki nilai minimum sebesar 1,32 dan nilai maksimum sebesar 3,49, dan suku bunga SBI ( $X_3$ ) memiliki nilai minimum sebesar 3,5 dan nilai maksimum sebesar 6,0. *Scatterplot* masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 1.** (a) *Scatterplot* Kurs Rupiah terhadap Harga Saham Telkom  
 (b) *Scatterplot* Inflasi terhadap Harga Saham Telkom  
 (c) *Scatterplot* Suku Bunga SBI terhadap Harga Saham Telkom

Berdasarkan Gambar 1 (a), (b), dan (c) diketahui bahwa dari ketiga plot hubungan tersebut tidak ada kecenderungan pola hubungan tertentu sehingga tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan regresi nonparametrik yaitu regresi *spline truncated* multivariabel.

Pemilihan model *spline truncated* multivariabel terbaik dilakukan melalui pemodelan data dengan banyak titik knot yang dicobakan yaitu kombinasi 1 dan 2 dan orde yang digunakan yaitu kombinasi orde 2,3,dan 4.

Terpilih model *spline truncated* multivariabel terbaik adalah model dengan nilai *Generalized Cross Validation (GCV)* minimum sebesar 4,66318. Model tersebut adalah model *spline truncated* multivariabel dengan  $X_1$  berorde 3,  $X_2$  berorde 2 dan  $X_3$  berorde 2 dengan banyaknya knot  $X_1$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 14572 dan 15157,01,  $X_2$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 1,44 dan 2,57 dan banyaknya knot  $X_3$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 4 dan 4,25. Nilai *R squared* model sebesar 92,71% yang berarti kemampuan variabel prediktor menjelaskan variabel respon kuat. Nilai estimasi parameter model terbaik ini dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Estimasi Parameter Model *Penalized Spline* terbaik

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
Intersep	$\hat{\beta}_{00}$	-18104,95
$X_1$	$\hat{\beta}_{11}$	4,147223
	$\hat{\beta}_{21}$	-0,0001577744
	$\hat{\beta}_{31}$	0,0008293686
	$\hat{\beta}_{41}$	-0,001267052

X <sub>2</sub>	$\hat{\beta}_{12}$	-1583,058
	$\hat{\beta}_{22}$	2284,597
	$\hat{\beta}_{33}$	-141,4611
X <sub>3</sub>	$\hat{\beta}_{13}$	-956,175
	$\hat{\beta}_{23}$	528,4882
	$\hat{\beta}_{33}$	566,3023

Model *spline truncated* multivariabel yang terbentuk adalah:

$$\hat{y} = -18104,95 + 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 + 0,0008293686(x_1 - 14572)_+^2 - 0,001267052(x_1 - 15157,01)_+^2 - 1583,058x_2 + 2284,597(x_2 - 1,44)_+ - 141,4611(x_2 - 2,57)_+ - 956,175x_3 + 528,4882(x_3 - 4)_+ + 566,3023(x_3 - 4,25)_+$$

$$\hat{y} = -18104,95 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3)$$

dengan,

$$f_1(x_1) = 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 + 0,0008293686(x_1 - 14572)_+^2 - 0,001267052(x_1 - 15157,01)_+^2$$

$$f_1(x_1) = \begin{cases} 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 & , x_1 < 14572 \\ 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 + 0,0008293686(x_1 - 14572)_+^2 & , 14572 \leq x_1 < 15157,01 \\ 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 + 0,0008293686(x_1 - 14572)_+^2 - 0,001267052(x_1 - 15157,01)_+^2 & , x_1 \geq 15157,01 \end{cases}$$

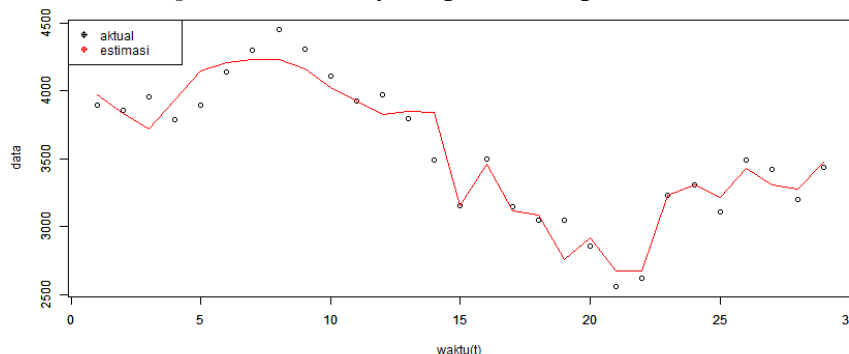
$$f_2(x_2) = -1583,058x_2 + 2284,597(x_2 - 1,44)_+ - 141,4611(x_2 - 2,57)_+$$

$$f_2(x_2) = \begin{cases} -1583,058x_2 & , x_2 < 1,44 \\ -1583,058x_2 + 2284,597(x_2 - 1,44) & , 1,44 \leq x_2 < 2,57 \\ -1583,058x_2 + 2284,597(x_2 - 1,44) - 141,4611(x_2 - 2,57) & , x_2 \geq 2,57 \end{cases}$$

$$f_3(x_3) = -956,175x_3 + 528,4882(x_3 - 4)_+ + 566,3023(x_3 - 4,25)_+$$

$$f_3(x_3) = \begin{cases} -956,175x_3 & , x_3 < 4 \\ -956,175x_3 + 528,4882(x_3 - 4) & , 4 \leq x_3 < 4,25 \\ -956,175x_3 + 528,4882(x_3 - 4) + 566,3023(x_3 - 4,25) & , x_3 \geq 4,25 \end{cases}$$

Plot data aktual *in sample* dan estiasinya dapat dilihat pada Gambar 2.

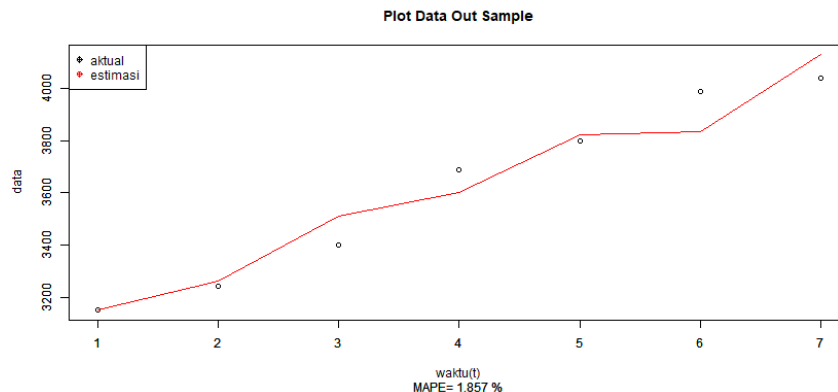


**Gambar 2.** Plot Data Aktual *In Sample* dan Estimasinya

Berdasarkan Gambar 2, terlihat data aktual *in sample* dapat didekati oleh data estimasinya dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa model *spline truncated* multivariabel dapat digunakan dalam pemodelan data faktor ekonomi makro terhadap harga saham Telkom.



Plot data *out sample* dan estimasinya dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 3.** Plot Data *Out Sample* dan Estimasinya

Berdasarkan Gambar 3, terlihat plot data aktual *out sample* dapat didekati dengan baik oleh data hasil estimasinya dan diperoleh nilai MAPE out sample sebesar 1,857%. Nilai MAPE ini kurang dari 10%, sehingga dapat dikatakan bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik.

Pembuatan GUI dimulai dengan mengatur penempatan *input* dan *output* pada tampilan GUI menggunakan perintah `ui<-fluidPage()` pada bagian *User Interface* (UI). Setiap *input* yang dimasukkan menggunakan bantuan perintah-perintah dalam UI harus diberi identitas. Proses pengolahan data yang dijalankan oleh GUI akan didefinisikan dalam *server*, *input* yang telah dimasukkan akan dipanggil menggunakan identitas yang telah dibuat dalam objek UI. Tampilan program UI dan *server* penyusun GUI dapat dilihat pada Gambar 4.

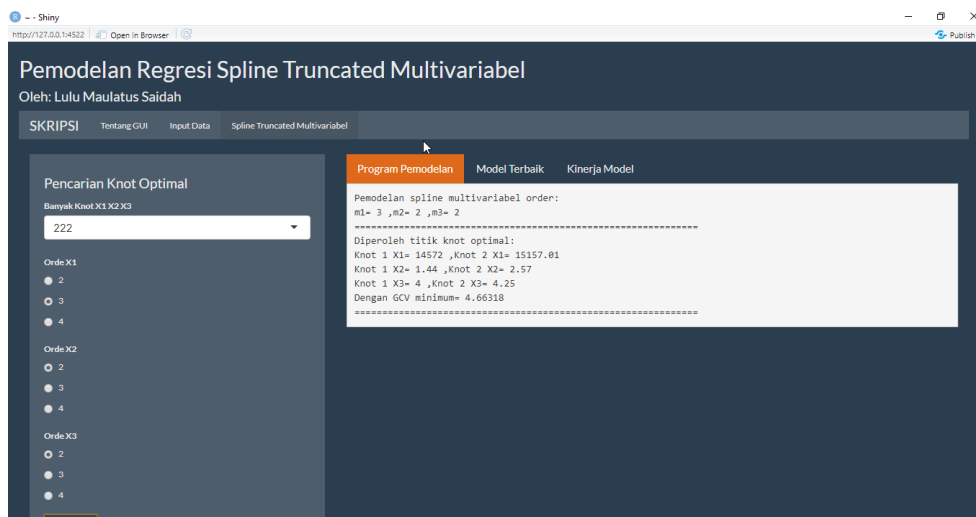
```

ui <- fluidPage(theme="shinytheme("superhero"),
  # Judul Aplikasi
  titlePanel("Memodelan Regresi Spline Truncated Multivariabel"),
  h4("Oleh: Lulu Maulatus Saidah"),
  navbarPage("SKRIPSI",
    tabPanel("Tentang GUI",
      mainPanel(tabsetPanel(
        type = "pills", id = "navbar",
        tabPanel("Topik",
          tags$img(src="D:/Statistika/SKRIPSI/
            imageOutput("image"), value="Topik"),
          tabPanel("Petunjuk Penggunaan",
            h2("Petunjuk Penggunaan Aplikasi"),
            h3("1. Aplikasi GUI ini hanya untuk
              h3("2. Input data in sample di menu
              h3("3. Input data out sample di menu
              h3("4. Basis perisa pada data poin
              h3("5. Pilih Jumlah titik knot dan c
              h3("6. Setelah mendapatkan model ter
              h3("7. Lihat hasil prediksi dan kine
              h3("8. Jika anda ingin mengganti inp
              h3("9. Selesai aaseek...."),
                value="Petunjuk")))),
          tabPanel("Input Data",
            sidebarLayout(
              sidebarPanel(
                fileInput("datain", "Masukkan data in sample
                fileInput("dataout", "Masukkan data out samp
              mainPanel(
                tabsetPanel(type = "pills", id = "navbar",
                  tabPanel("Plot", plotOutput("scs
                  tabPanel("Data", verbatimTextOut
                tabPanel("Spline Truncated Multivariabel",

```

**Gambar 4.** Tampilan program UI dan Server penyusun GUI R

Setelah objek UI dan *server* selesai dibentuk, aplikasi GUI dapat dijalankan dengan menggunakan fungsi `shinyApp(ui,server)`. Tampilan GUI regresi nonparametrik *spline truncated* multivariabel yang telah dijalankan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Tampilan GUI R *Spline Truncated* Multivariabel

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model *spline truncated* multivariabel terbaik adalah model dengan  $X_1$  berorde 3,  $X_2$  berorde 2 dan  $X_3$  berorde 2 dengan banyaknya knot  $X_1$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 14572 dan 15157,01,  $X_2$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 1,44 dan 2,57 dan banyaknya knot  $X_3$  sebanyak 2 knot yaitu pada titik 4 dan 4,25 yang memiliki nilai GCV sebesar 4,66318 dan  $R$  squared model sebesar 92,71% yang berarti kemampuan variabel prediktor menjelaskan variabel respon kuat. Berikut persamaan model *spline truncated* multivariabel terbaik:

$$\hat{y} = -18104,95 + 4,147223x_1 - 0,0001577744x_1^2 + 0,0008293686(x_1 - 14572)_+^2 - 0,001267052(x_1 - 15157,01)_+^2 - 1583,058x_2 + 2284,597(x_2 - 1,44)_+ - 141,4611(x_2 - 2,57)_+ - 956,175x_3 + 528,4882(x_3 - 4)_+ + 566,3023(x_3 - 4,25)_+$$

2. Pada evaluasi kinerja model terbaik, diperoleh nilai MAPE dari data *out sample* sebesar 1,857 % , sehingga model yang diperoleh menggunakan metode *spline truncated* multivariabel termasuk model yang memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik.
3. Pembuatan *Graphical User Interface* (GUI) R sebagai pengembangan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan komputasi berbasis *Command Line Interface* (CLI) mempermudah pengguna dalam melakukan pemodelan regresi *spline truncated* multivariabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. M. (2020). *Akuntansi Manajemen*.
- Ardiyanto, A., Wahdi, N., & Santoso, A. (2020). Pengaruh Return on Assets, Return on Equity, Earning Per Share Dan Price To Book Value Terhadap Harga Saham. *Jurnal Bisnis Dan Akuntansi Unsurya*, 5(1), 33–49.
- Budiantara, I. N. (2009). Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang. *Pidato Pengukuhan Untuk Jabatan Guru Besar Dalam Bidang Ilmu Matematika Statistika Dan Probabilitas, Pada Jurusan Statistika, Fakultas MIPA*.

- Chang, P.-C., Wang, Y.-W., & Liu, C.-H. (2007). the development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting. *Expert Systems with Application*, 32(88–89).
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295(2), 295–336.
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric regression and spline smoothing*. CRC press.
- Härdle, W. (1990). *Applied nonparametric regression* (Issue 19). Cambridge university press.
- Hermansyah, A. (2020). *Analisis Teknikal Pergerakan Harga Saham Untuk Mengambil Keputusan Investasi Pada Saham Sub Sektor Telekomunikasi Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Mahyus, E. (2014). *Ekonomi Internasional*. Jakarta.
- Tandelilin, E. (2010). *Portofolio dan Investasi: Teori dan aplikasi*. Kanisius.
- Tirta, I. M. (2014). Pengembangan E-modul Statistika Terintegrasi dan Dinamik dengan R-Shiny dan mathJax. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 223.
- Wang, J., & Yang, L. (2009). Polinomial Spline Kepercayaan Band untuk Regresi Kurva. *Jurnal Statistica Sinica*, 2(19), 325–342.
- Widhiatmoko, S. W., & Dillak, V. J. (2018). Pengaruh Inflasi, Kurs Valuta Asing, Dan Tingkat Suku Bunga Sbi Terhadap Return Saham (studi Pada Perusahaan Sektor Properti Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Tahun 2013-2016). *EProceedings of Management*, 5(2).