

**PERBANDINGAN METODE REGRESI SPLINE TRUNCATED DENGAN
REGRESI LINEAR SEDERHANA UNTUK KASUS HARGA SAHAM
PERUSAHAAN PERTAMBANGAN DI INDONESIA
(Studi Kasus: PT Adaro Energy Tbk, PT Indo Tambangraya Megah Tbk, dan
PT Aneka Tambang Tbk)**

Edy Widodo ^{1*}, Adisti Nurul Irmayanti ²

Program Studi Statistika FMIPA-UII

Email: *edywidodo@uii.ac.id, 15611076@students.uui.ac.id

ABSTRACT

Stock is security that can be bought and sold by an individual or business entity as a token of ownership of a person or business entity in a company or limited liability company. Mining company is one of stocks that impacted by the economic global crisis. One of factor that influenced stock prices are rupiah exchange rate. Data containing stock prices and rupiah exchange rates are include in the longitudinal data category. To handle longitudinal data, the right analysis is needed, statistical method that can handle is using nonparametric approach with spline truncated regression to find out how the rupiah exchange rate affects the stock prices. The best model in this method depends on determining the optimal of knots which has a minimum GCV value. The best truncated spline regression model is located in 2 orde with 3 knots for PT Adaro Energy Tbk and PT Indo Tambangraya Megah Tbk. Then, the best truncated spline regression model is located in 3 orde with 2 knots for PT Aneka Tambang Tbk . By comparing MAPE values, the results of predictions using truncated spline regression are better than simple linear regression. The MAPE values are 8,73% for PT Adaro Energy Tbk, 9,89% for PT Aneka Tambang Tbk, and 12,87 for PT Indo Tambangraya Megah Tbk.

Keywords: stocks; rupiah exchange rate; longitudinal data; truncated spline regression; knots; GCV

ABSTRAK

Saham merupakan surat berharga yang dapat dibeli dan dijual oleh perorangan atau badan usaha sebagai tanda penyertaan kepemilikan seseorang maupun badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan. Salah satu saham yang mengalami dampak dari fenomena krisis ekonomi global adalah perusahaan pertambangan. Harga saham dipengaruhi oleh kurs rupiah. Data harga saham dan kurs rupiah masuk ke dalam kategori data longitudinal. Untuk menangani data longitudinal dibutuhkan analisis yang tepat, salah satunya dengan menggunakan pendekatan nonparametrik regresi *spline truncated* untuk mengetahui bagaimana pengaruh kurs rupiah terhadap harga saham. Model terbaik pada metode ini bergantung pada penentuan titik *knot* optimal, yaitu titik *knot* yang memiliki nilai GCV minimum. Model regresi *spline truncated* terbaik terletak pada orde 2 dengan 3 titik *knot* untuk PT Adaro Energy Tbk dan PT Aneka Tambang Tbk, sedangkan untuk PT Indo Tambangraya Megah Tbk berada pada orde 3 dengan 2 titik *knot*. Dengan pembandingan nilai MAPE, hasil prediksi dengan menggunakan regresi *spline truncated* lebih baik daripada regresi linear sederhana Adapun nilai MAPE yang dihasilkan adalah 7,81% untuk PT Adaro Energy Tbk, 8,51% untuk PT Aneka Tambang Tbk, dan 12,74% untuk PT Indo Tambangraya Megah Tbk.

Kata-kata Kunci: harga saham; kurs rupiah; data longitudinal; regresi spline truncated; titik knot; GCV

Pendahuluan

Analisis regresi merupakan salah satu analisis dalam statistika yang dipergunakan untuk menaksir pola hubungan antara variabel prediktor atau variabel bebas (X) dengan variabel respon atau variabel terikat (Y) (Gujarati, 2006). Terdapat dua metode yang dapat

digunakan untuk mengestimasi fungsi $f(x_i)$, yaitu metode regresi parametrik dan metode regresi nonparametrik. Metode regresi parametrik akan sesuai jika bentuk fungsi $f(x_i)$ diketahui dan semua asumsi parametrik dipenuhi, seperti sisaan berdistribusi normal dan memiliki varians yang konstan. Akan tetapi jika kedua hal tersebut tidak diketahui, maka metode

regresi nonparametrik lebih tepat untuk digunakan. Gabungan antara metode parametrik dan nonparametrik disebut dengan metode nonparametrik.

Salah satu data yang tidak memenuhi asumsi normalitas adalah data longitudinal. Menurut (Harlan, 2018) data longitudinal adalah data hasil pengukuran berulang untuk satu atau beberapa variabel pada setiap anggota sejumlah subjek atau individu yang sama, yang diamati pada sejumlah titik waktu berbeda. Data longitudinal mengandung sifat saling berkorelasi dalam subjek yang diteliti, hal ini menyebabkan independensi data menjadi tidak valid. Oleh karena itu dibutuhkan analisis data yang tepat dalam menangani data longitudinal. Aplikasi penggunaan data longitudinal terdapat di berbagai bidang seperti: bisnis dan ekonomi, kedokteran, pendidikan, dan sebagainya. Salah satu data longitudinal di bidang ekonomi adalah data harga saham.

Menurut Sapto (2006) saham adalah “Surat berharga yang merupakan instrumen bukti kepemilikan atau penyertaan dari individu atau institusi dalam suatu perusahaan. Sedangkan menurut istilah umumnya, saham merupakan bukti penyertaan modal dalam suatu kepemilikan saham perusahaan”. Di dalam harga saham mengandung unsur ketidakpastian, serta adanya fluktuasi yang tinggi. Pergerakan harga saham seperti Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) tidak terlepas dari pengaruh variabel makro semacam BI Rate (tingkat suku bunga, inflasi, dan nilai tukar (kurs). Nilai tukar rupiah mengalami pelemahan sejak akhir Januari 2018 yang membuat masyarakat resah dan hebohnya dunia politik di Indonesia. Pada September 2018 nilai tukar rupiah terhadap dollar di mesin pencarian Google sudah tertera 1 USD setara dengan Rp 15.029,65. Ini merupakan nilai tukar rupiah level terendah sejak krisis 1998. Pelemahan rupiah ini membuat investor menjadi mengurungkan niatnya untuk menambah

investasi mereka. Beberapa investor bahkan mengurangi porsi sahamnya di pasar. Hal ini akan menyebabkan nilai aset perusahaan atau harga saham perusahaan menjadi turun. Kondisi seperti ini akan memberikan implikasi negatif bagi pelemahan IHSG beserta rupiah. Pada tanggal 18 September 2018, gerak IHSG diprediksi terkoreksi pada perdagangan saham. Fluktuasi nilai mata uang rupiah masih menjadi sentimen dalam negeri yang menekan laju IHSG. Padahal, pada tahun 2018 ini, penguatan IHSG didorong oleh saham-saham emiten pertambangan.

Dari keadaan ini dapat didapatkan informasi bahwa fluktuasi nilai tukar rupiah akan mendominasi pada perubahan harga saham. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai bagaimana pengaruh kurs rupiah terhadap harga saham emiten pertambangan di Indonesia. Data penelitian ini diambil dari data Bursa Efek Indonesia dengan mengambil salah satu perusahaan pertambangan ternama yaitu PT Adaro Energy Tbk, PT Indo Tambangraya Megah Tbk, dan PT Aneka Tambang Tbk. Alasan peneliti mengambil sampel pada perusahaan ini karena perusahaan ini merupakan tiga dari sepuluh perusahaan tambang terbesar di Indonesia yang dikutip dari majalah Fortune dengan laba bersih perusahaan mencapai 2,4 Triliun dalam setahun. Penelitian ini sendiri bertujuan untuk mengetahui model pola hubungan antara harga saham dengan kurs rupiah menggunakan metode regresi *spline truncated*. Dengan metode regresi *spline truncated*, maka akan memudahkan penulis dalam mengetahui model regresi yang dihasilkan karena metode ini memiliki sifat fleksibilitas. Metode ini akan membuat kurva menyesuaikan data penelitian dengan titik-titik knot yang dihasilkan. Kemudian model ini akan dibandingkan dengan metode regresi linear sederhana untuk mengetahui koefisien determinasi (R^2) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang terkecil.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah metode regresi *spline truncated* lebih tepat digunakan untuk menyelesaikan studi kasus harga saham jika dibandingkan dengan regresi linear sederhana.

Saham

Saham adalah surat berharga yang merupakan instrumen bukti kepemilikan atau penyertaan dari individu atau institusi dalam suatu perusahaan. Sedangkan menurut istilah umumnya, saham merupakan bukti penyertaan modal dalam suatu kepemilikan saham perusahaan. (Sapto, 2006)

Kurs Rupiah

Kurs adalah nilai tukar suatu mata uang dengan mata uang lainnya, kurs atau nilai tukar biasanya digunakan dalam transaksi yang melibatkan dua negara atau lebih. Terdapat dua klasifikasi fluktuasi kurs, yaitu apresiasi atau depresiasi dan revaluasi atau devaluasi (Sukirno, 2012).

Data Longitudinal

Menurut Syukur (2006) penelitian longitudinal (*Longitudinal Research*) adalah salah satu jenis penelitian sosial yang membandingkan perubahan subjek penelitian setelah periode waktu tertentu. Dalam penelitian longitudinal, data dikumpulkan sekurang-kurangnya dua kali, atau dipandang setara dengan dua kali mengumpulkan data. Karena itu, waktu amat penting dalam penelitian longitudinal.

Regresi *Spline Truncated*

Regresi *spline truncated* adalah suatu pendekatan ke arah pengepasan data dengan tetap memperhitungkan kemulusan kurva. *Spline* merupakan model polinomial yang tersegmen. Sifat tersegmen inilah yang memberikan fleksibilitas yang baik. Sifat ini memungkinkan model regresi *spline* menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik data. Menurut Wu dan Zhang (2006), pada data longitudinal

terdapat $i = 1, 2, \dots, m$ subjek dan $j = 1, 2, \dots, n_i$ pengamatan dalam setiap subjek, maka fungsi *spline truncated* berorde p dengan titik *knot* $K = \{K_1, K_2, \dots, K_r\}$ untuk data longitudinal dapat diberikan oleh persamaan 1 berikut :

$$f(x_{ij}) = \sum_{s=0}^{p-1} \beta_{is} x_{ij}^s + \sum_{s=1}^r \beta_{i(p+s-1)} (x_{ij} - K_{is})_+^{p-1} \quad (1)$$

dengan fungsi *truncated*,

$$(x_{ij} - K_{is})_+^{p-1} = \begin{cases} (x_{ij} - K_{is})^{p-1} & ; x_{ij} - K_{is} \geq 0 \\ 0 & ; x_{ij} - K_{is} < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Diperoleh model regresi nonparametrik *spline truncated* untuk data longitudinal orde ke- p pada persamaan 3 berikut:

$$y_{ij} = \sum_{s=0}^{p-1} \beta_{is} x_{ij}^s + \sum_{s=1}^r \beta_{i(p+s-1)} (x_{ij} - K_{is})_+^{p-1} + e_{ij} \quad (3)$$

Bentuk persamaannya dapat ditulis kedalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$y_i = X_{i1} \delta_{i1} + X_{i2} \delta_{i2} + e_i \quad (4)$$

Persamaan 4 di atas dapat ditulis menjadi $y_i = X_i \beta_i + e$ dengan $X_i = [X_{i1} \ X_{i2}]$ dan $\beta_i = \begin{bmatrix} \delta_{i1} \\ \delta_{i2} \end{bmatrix}$. Dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS), estimator untuk parameter β_i dapat dilihat pada persamaan 5.

$$\hat{\beta}_i = (X_i^T X_i)^{-1} X_i^T y_i \quad (5)$$

Dalam hubungannya dengan estimasi kurva mulus $f(x_{ij})$ dalam regresi nonparametrik *spline* untuk data longitudinal dengan titik *knot* $K = \{K_1, K_2, \dots, K_r\}$ maka estimasinya untuk β_i adalah pada persamaan 6 berikut :

$$\hat{\beta}_{iK} = (X_{iK}^T X_{iK})^{-1} X_{iK}^T y_i \quad (6)$$

Dan fungsi estimasi dari $f(x_{ij})$ adalah

$$\hat{f}_K(x_{ij}) = X_{iK} \hat{\beta}_{iK} = X_{iK} (X_{iK}^T X_{iK})^{-1} X_{iK}^T y_i = H_{iK} y_i \quad (7)$$

Pemilihan Knot dalam Regresi *Spline Truncated*

Jika diperoleh titik *knot* optimal maka akan diperoleh fungsi *spline* terbaik. Terdapat beberapa metode untuk memilih titik *knot* optimal, salah satunya adalah dengan menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*).

Menurut Wu dan Zhang (2006), metode GCV dapat dituliskan sebagai berikut :

$$GCV_i(K) = \frac{n_i^{-1} \sum_{j=1}^{n_i} [y_{ij} - \hat{f}_K(x_{ij})]^2}{\{1 - \text{tr}(H_{iK})/n_i\}^2} \quad (8)$$

dengan,

$GCV_i(K)$: nilai GCV pada subjek ke-i pada knot ke-k

n_i : banyaknya pengamatan pada subjek ke-i

y_{ij} : data aktual subjek ke-i pada pengamatan ke-j

$\hat{f}_K(x_{ij})$: hasil estimasi subjek ke-i pada pengamatan ke-j dan knot ke-k

$\text{tr}(H_k)$: jumlah dari elemen diagonal matriks penghalus ukuran $n_i \times n_i$

Pemilihan titik *knot* yang optimal dilakukan dengan melihat nilai GCV dari masing-masing orde dan titik knot pada setiap subjek, lalu dipilih nilai GCV(K) yang paling minimum.

Regresi Linear Sederhana *Ordinary Least Square (OLS)*

Analisis regresi linear sederhana adalah hubungan secara linear atau mempunyai satu polinomial pada modelnya yang memuat satu variabel independen (X) dan variabel dependen (Walpole & Myers,

1995). Analisis ini digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel X dengan variabel Y apakah positif atau negatif serta mengetahui seberapa besar pengaruhnya. Kemudian model yang dihasilkan digunakan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen lainnya jika besaran variabel independen diubah. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah pada persamaan 9 berikut:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \quad (9)$$

dengan ε_i disebut sisa atau nilai variabel acak yang merepresentasikan faktor-faktor lain yang mempengaruhi nilai variabel terikat, sedangkan β_0 dan β_1 merupakan parameter yang akan dicari sehingga membuat jumlah kuadrat sisa menjadi minimum.

Dalam OLS, terdapat beberapa asumsi dasar yang harus dipenuhi untuk menghasilkan estimasi yang *Best Linear Unbiased Estimator (BLUE)*, yaitu: *homoscedastic*, *no-multicollinearity*, dan *no-autocorrelation*.

Normalitas

Asumsi kenormalan dalam analisis regresi linear klasik adalah suatu kondisi dimana setiap ε_i didistribusikan secara normal dengan $E(\varepsilon_i) = 0$ dan $E(\varepsilon_i^2) = 1$. Asumsi ini secara singkat ditulis $\varepsilon_i \sim N(0,1)$ (Gujarati, 2003). Salah satu metode untuk mendeteksi asumsi uji normalitas adalah *Kolmogorov-Smirnov* dengan statistik uji sebagai berikut

$$D_{hit} = \text{maks} |F_0(x) - S_N(x)| \quad (10)$$

dengan $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi kumulatif teoritis; $S_N(x) = i/n$ adalah fungsi peluang kumulatif pengamatan dari suatu sampel *random* dengan i adalah pengamatan dan n adalah banyaknya pengamatan. Tolak H_0 jika $|D_{hit}| > D_{(n,\alpha)}$

dengan H_0 adalah residual berdistribusi normal.

Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas adalah variansi dari *error* model regresi tidak konstan atau variansi antar *error* yang satu dengan *error* yang lain berbeda (Widarjono, 2007). Metode yang digunakan adalah *Glejser* dengan statistik uji sebagai berikut

$$F_{hit*} = \frac{SS_{reg*}}{\sigma^{2*}} \quad (11)$$

dengan F_{hit*} adalah hasil uji F dari regresi nilai mutlak residual dengan variabel bebas.

Tolak H_0 jika nilai dari $F_{hit*} > F_{\alpha,1,n-2}$ dengan H_0 menyatakan bahwa tidak terjadi heteroskedastisitas.

Autokorelasi

Autokorelasi adalah terjadinya korelasi antara satu variabel *error* dengan variabel *error* yang lain (Widarjono, 2007). Metode yang digunakan adalah *Durbin Watson* dengan statistik uji sebagai berikut

$$d_{hit} = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i^2)} \quad (12)$$

dengan d_{hit} adalah nilai dari Durbin-Watson.

Apabila $0 < d_{hit} < d_L$ atau $4 - d_L < d_{hit} < 4$ maka tolak H_0 dengan dugaan H_0 bahwa tidak terdapat korelasi serial.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Metode MAPE adalah perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan 11 berikut.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \quad (13)$$

dengan \hat{y}_t : nilai peramalan pada periode t ; y_t : data aktual pada periode t ; dan n : banyak data.

Kriteria MAPE adalah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria MAPE

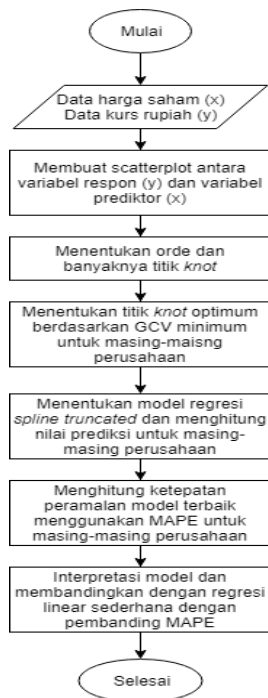
Nilai MAPE	Tingkat Kemampuan
MAPE < 10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10% ≤ MAPE < 20%	Kemampuan peramalan baik
20% ≤ MAPE < 50%	Kemampuan peramalan cukup
MAPE ≥ 50%	Kemampuan peramalan buruk

Tolak H_0 jika nilai dari $F_{hit*} > F_{\alpha,1,n-2}$

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil melalui 2 (dua) *website* yaitu *yahoo finance* dan Bank Indonesia. Data yang digunakan untuk harga saham merupakan data sekunder yang diambil dari *website* <http://finance.yahoo.com> dimana populasinya merupakan perusahaan pertambangan di Indonesia dengan sampel 3 perusahaan pertambangan. Sampel yang diambil adalah perusahaan pertambangan dengan harga saham tertinggi di Indonesia yaitu PT Adaro Energy Tbk, PT Indo Tambangraya Tbk, dan PT Aneka Tambang Tbk. Sedangkan data yang digunakan untuk kurs rupiah merupakan data sekunder yang diambil dari *website* <https://www.bi.go.id>. Adapun data yang diambil adalah periode September 2016 – Agustus 2018.

Alat penelitian yang digunakan meliputi perangkat keras yaitu laptop dan Perangkat lunak yang digunakan yaitu windows 7, *Ms.Excel* 2016, SPSS 16.0 dan *R 3.4.3* untuk proses pengolahan data. Dalam melakukan penyusunan penelitian penulis melakukan beberapa metode penelitian untuk menyelesaikan permasalahan. Adapun metode dan tahap penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan analisis

Hasil dan Pembahasan

Terdapat 2 (dua) data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data kurs rupiah terhadap Dollar Amerika Serikat (USD) dan data harga saham perusahaan pertambangan di Indonesia yaitu: PT Adaro Energy Tbk, PT Indo Tambangraya Megah Tbk, dan PT Aneka Tambang Tbk. Berikut akan disajikan deskripsi dari setiap variabel yang akan digunakan di dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun data yang digunakan merupakan data harian dari periode 1 September 2016 – 31 Agustus 2018.

Adapun statistik deskriptif yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 2 dengan harga rata-rata \$ 1,00 = Rp 13537,52. Nilai minimum pada kurs rupiah senilai Rp 12.926,00 yang terjadi pada 28 September 2016. Sedangkan nilai tertinggi pada variabel ini terjadi pada 31 Agustus 2018 dengan nilai Rp 14.711,00.

Rata-rata harga saham pada PT Adaro Energy Tbk (ADRO.JK) adalah Rp 1.801,26/ lembar. Harga penutupan terendah pada perusahaan ini adalah senilai Rp 1.120,00/ lembar yang terjadi pada 14 September 2016, sedangkan harga tertinggi terjadi pada tanggal 29 Januari 2018, yaitu senilai Rp 2.560/ lembar.

Rata-rata pada harga saham pada PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG.JK) adalah Rp 20.560,08/ lembar dengan nilai minimumnya senilai Rp 10.025,00/ lembar pada 14 September 2016. Sedangkan harga saham tertinggi diperoleh pada 23 Februari 2018 dengan harga Rp 31.700,00/ lembar.

Rata-rata harga saham pada PT Aneka Tambang Tbk (ANTM.JK) adalah Rp 777,46/ lembar. Harga penutupan saham (*closing price*) terendah pada perusahaan ini adalah Rp 605,00/ lembar yang terjadi pada 7 Desember 2017. Sedangkan harga saham tertinggi senilai Rp 995,00 terjadi pada 6 Juni 2018. Tabel dari statistik deskriptif dapat dilihat pada tabel 2.

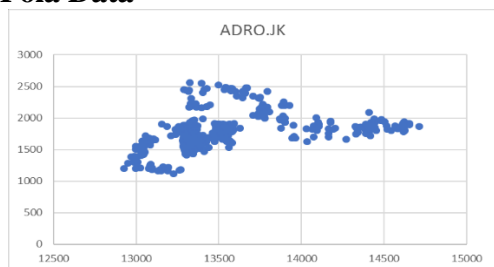
Tabel 2. Statistik deskriptif

Variabel	Mean	Minimum	Maksimum
Kurs Rupiah	Rp 13.537,52	Rp 12.926,00	Rp 14.711,00
Saham (PT Adaro Energy Tbk)	Rp 1.801,26	Rp 1.120,00	Rp 2.560,00
Saham (PT Indo Tambangraya Megah Tbk)	Rp 20.560,08	Rp 10.025,00	Rp 31.700,00
Saham (PT Aneka Tambang Tbk)	Rp 777,46	Rp 605,00	Rp 995,00

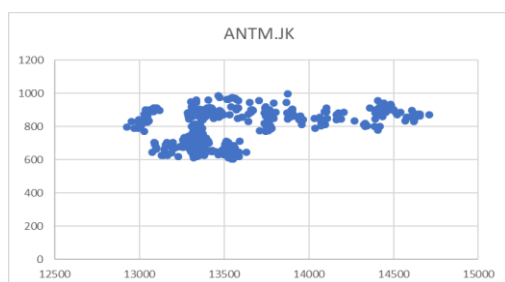
Tabel 3. Kombinasi orde dan titik knot

Perusahaan	Orde	Jumlah Knot	Titik Knot	Nilai GCV
ADRO.JK	2	3	13592;13602;14032	39.847,30
ANTM.JK	2	3	13478;13492;13670	7.051,18
ITMG.JK	3	2	13740;14102	6.628.712

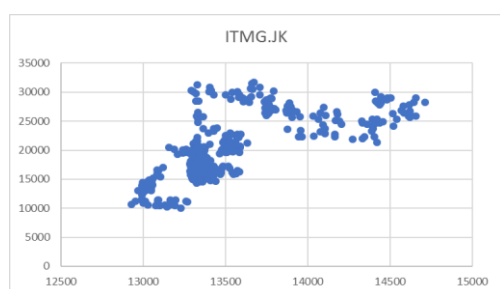
1. Pola Data



Gambar 2 Scatterplot kurs rupiah terhadap PT Adaro Energy Tbk



Gambar 3 Scatterplot kurs rupiah terhadap PT Aneka Tambang Tbk



Gambar 4 Scatterplot kurs rupiah terhadap PT Indo Tambangraya Megah Tbk

Sebelum melakukan analisis regresi diperlukan pemeriksaan pola terlebih dahulu untuk mengetahui sifat hubungan antara variabel prediktor (X) dan variabel respon (Y). Salah satu cara untuk mengetahui pola hubungan antara 2 (dua) variabel ini adalah dengan membuat *scatterplot* yang memuat informasi data tentang pengaruh kedua variabel. Berikut akan disajikan pola hubungan antara kurs rupiah dengan masing-masing harga saham dari sampel perusahaan pertambangan.

2. Regresi *Spline Truncated*

Untuk mendapatkan model dari regresi *spline truncated*, diperlukan adanya kombinasi orde dan titik *knot* optimum. Jika diperoleh titik *knot* optimum, maka akan diperoleh model regresi *spline truncated* terbaik. Pemilihan titik *knot* ini dilakukan dengan melihat nilai GCV minimum dari masing-masing orde dan titik *knot* pada setiap perusahaan. Kombinasi orde dan titik *knot* yang mencapai nilai GCV minimum berada pada orde 3 dengan 3 titik *knot*. Selanjutnya pada tabel 3 disajikan ringkasan dari kombinasi orde, titik *knot* serta nilai GCV.

Selanjutnya dapat dilakukan pembedaan persamaan model regresi *spline truncated* pada masing-masing perusahaan.

PT Adaro Energy Tbk

$$\hat{f}_K(x_{ij}) = \begin{cases} -10042,98 + 0,8823474x_{ij}; & x_{ij} < 13592 \\ -541457,35645 + 39,09765x_{ij}; & 13592 \leq x_{ij} < 13602 \\ 19448,99765 - 2,1394x_{ij}; & 13602 \leq x_{ij} < 14032 \\ -61,4880486 - 0,748972x_{ij}; & x_{ij} \geq 13592 \end{cases}$$

PT Aneka Tambang Tbk

$$\hat{f}_K(x_{ij}) = \begin{cases} 1375,502 - 0,04631199x_{ij}; & x_{ij} < 13478 \\ 96515,80857 - 7,058937x_{ij}; & 13478 \leq x_{ij} < 13492 \\ -14741,92183 + 1,187263x_{ij}; & 13492 \leq x_{ij} < 13670 \\ 576,84421 + 0,066651x_{ij}; & x_{ij} \geq 13670 \end{cases}$$

PT Indo Tambangraya Megah Tbk

$$\hat{f}_K(x_{ij}) = \begin{cases} 3744631 - 572,6145x_{ij} + 0,02198211x_{ij}^2; & x_{ij} < 13730 \\ -15943027,22972 + 2293,129056x_{ij} - 0,08230259x_{ij}^2; & 13740 \leq x_{ij} < 14102 \\ 11756755,99719 - 1635,36098x_{ij} + 0,05698581x_{ij}^2; & x_{ij} \geq 14102 \end{cases}$$

3. Regresi Linear Sederhana

Salah satu cara untuk mengetahui apakah model yang digunakan untuk menyelesaikan suatu kasus tertentu sudah tepat, diperlukan suatu metode lain yang sejenis sebagai pembandingan. Metode yang dipilih adalah regresi linear sederhana dengan variabel bebas kurs rupiah dan variabel terikat harga saham. Setelah mendapatkan model pada kedua metode, digunakan MAPE sebagai pembandingan

dimana model yang lebih baik digunakan memiliki nilai MAPE minimum.

PT Adaro Energy Tbk

$$f(x_{ij}) = -1792,76 + 0,27x_{ij}$$

PT Aneka Tambang Tbk

$$f(x_{ij}) = -102794,41 + 9,11x_{ij}$$

PT Indo Tambangraya Megah Tbk

$$f(x_{ij}) = -586,02 + 0,10x_{ij}$$

Pada tabel 4 akan disajikan rangkuman dari model yang dihasilkan.

Tabel 4. Regresi linear sederhana

Perusahaan	Signifikansi		MSE	R^2 dan MAPE	Terpenuhinya IIDN
	Uji t	Uji F			
ADRO.JK	Signifikan	Signifikan	60701,04	14,69% 10,14%	Homoskedastisitas
ANTM.JK	Signifikan	Signifikan	8526,53	14,99% 10,22%	-
ITMG.JK	Signifikan	Signifikan	14077999,63	46,65% 14,59%	Homoskedastisitas

Berdasarkan tabel 4 di atas didapatkan informasi bahwa setiap subjek penelitian memiliki model yang layak untuk digunakan dengan semua parameter yang signifikan baik β_0 maupun β_1 . Pada masing-masing subjek penelitian tidak memenuhi asumsi IIDN, antara lain residual berdistribusi normal, homoskedastisitas, dan non autokorelasi. Pada ANTM.JK, model regresi tidak memenuhi semua asumsi IIDN. Pada dua perusahaan lainnya yaitu ADRO.JK dan ITMG.JK hanya memenuhi asumsi homoskedastisitas. Ketiga subjek penelitian tidak memenuhi asumsi non autokorelasi. Penyebabnya adalah karena data yang digunakan merupakan data longitudinal yang menyebabkan data

bersifat saling berkorelasi dalam subjek yang diteliti sehingga menyebabkan independensi data menjadi tidak valid.

4. Perbandingan Regresi *Spline Truncated* dengan Regresi Linear Sederhana

Setelah mendapatkan kedua model, yaitu dengan menggunakan metode regresi *spline truncated* dan regresi linear sederhana, selanjutnya akan dilakukan perbandingan metode untuk menyimpulkan bahwa untuk memecahkan studi kasus harga saham dan kurs rupiah yang memiliki tipe data longitudinal, sebaiknya menggunakan metode dengan MAPE terkecil. Pada tabel 5 merupakan rangkuman dari perbandingan model yang sudah dilakukan.

Tabel 5. Perbandingan model regresi

Perusahaan	MAPE		Kriteria MAPE Regresi Spline Truncated
	Regresi Spline Truncated	Regresi Linear Sederhana	
PT Adaro Energy Tbk	7,81%	10,14%	Sangat baik
PT Indo Tambangraya Megah Tbk	8,51%	10,22%	Sangat baik
PT Aneka Tambang Tbk	12,74%	14,59%	Baik

Berdasarkan tabel 5 didapatkan informasi bahwa nilai MAPE dengan menggunakan regresi *spline truncated* lebih kecil dibandingkan dengan regresi linear sederhana. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan peramalan yang dimiliki oleh regresi spline truncated lebih baik. Nilai MAPE pada PT Adaro Energy Tbk adalah 7,81%, dan dapat dikatakan bahwa model pada perusahaan ini sangat baik digunakan untuk melakukan prediksi pada periode ke depan. Hal ini juga terjadi pada PT Indo Tambangraya Megah dengan MAPE 8,51%. Sedangkan untuk PT Aneka Tambang Tbk mempunyai nilai MAPE sebesar 12,74. Hal ini menunjukkan bahwa model pada perusahaan ini baik digunakan untuk melakukan prediksi pada periode ke depan.

Kesimpulan

Dari pembahasan di atas didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model terbaik dengan menggunakan metode regresi *spline truncated* adalah model dengan kombinasi orde 2 dengan 3 titik knot pada PT Adaro Energy Tbk dan PT Aneka Tambang Tbk, sedangkan pada PT Indo Tambangraya Megah dengan orde 3 dengan 2 titik knot.
2. Model regresi *spline truncated* yang dihasilkan lebih baik digunakan untuk menyelesaikan studi kasus harga saham dibandingkan dengan model regresi linear sederhana. Hal ini dibuktikan dengan nilai R^2 dan MAPE yang lebih optimum. Nilai MAPE yang dihasilkan dengan metode regresi *spline truncated* adalah 7,81% untuk PT Adaro Energy Tbk,

8,51% untuk PT Aneka Tambang Tbk, dan 12,74% untuk PT Indo Tambangraya Megah Tbk. Sedangkan nilai MAPE yang dihasilkan dengan metode regresi linear sederhana adalah 10,14% untuk PT Adaro Energy Tbk, 10,22% untuk PT Aneka Tambang Tbk, dan 14,59% untuk PT Indo Tambangraya Megah Tbk

Referensi

- Andriana, D. (2015). Pengaruh Nilai Tukar terhadap Harga Saham Setelah Initial Public Offering (IPO). *Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan* 3:3, 761-767.
- Budiantara, I. (2000). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing* 2nd Edition.
- Fadhilah, K. N., Suparti, & Tarno. (2016). Pemodelan Regresi Spline Truncated untuk Data Longitudinal. *Jurnal Gaussian* 5:3, 447-454.
- Gujarati, D. (2006). *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Erlangga.
- Harlan, J. (2018). *Analisis Data Longitudinal*. Depok: Gunadarma.
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., & Neter, J. (2004). *Applied Linear Regression Models* 4th Edition. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Madura, J., & F., R. (2011). *International Financial Management*. Boston: Cengage Learning.
- Maurina, Y., H., R. R., & S., S. (2015). Pengaruh Tingkat Inflasi, Kurs Rupiah dan Tingkat Suku Bunga BI Rate terhadap IHSG. *Jurnal Administrasi Bisnis* 27:2, 1-7.
- Nopirin. (2008). *Pengantar Ilmu Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Parulian, Y. H., S., B., & Riaman. (2013). Analisis Pengaruh IHSG, Inflasi, BI Rate dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Fluktuasi Harga

- Saham Bank di Indonesia Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda. *Jurnal Matematika Integratif* 9:1, 19-27.
- Puspitasari, E. (2012). Model Regresi Spline Knot Optimal untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Bayi di Jawa Timur. *Jurnal Online Program Studi S-1 Matematika - Fakultas MIPA (UNESA)*, 1-7.
- Rohmanda, D., Suhandak, & Topowijono. (2014). Pengaruh Kurs Rupiah, Inflasi, dan BI Rate terhadap Harga Saham. *Jurnal Administrasi Bisnis* 13:1, 1-10.
- Sapto, R. (2006). *Kiat Membangun Aset Kekayaan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sembiring, R. (2003). *Analisis Regresi Edisi Kedua*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syukur, K. (2006). *Metodologi Penelitian*. Bandung: Citapustaka Media.
- Triyono. (2008). Analisis Perubahan Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika. *Jurnal Ekonomi Pembangunan* 9:2, 156-157.
- Walpole, R., & Myers, R. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Penerbit ITB .
- Weisberg, S. (2005). *Applied Linear Regression 3rd Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Weiss, R. E. (2005). *Modelling Longitudinal Data*. New York: Springer.
- Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis Edisi Kedua*. Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.