

PEMODELAN REGRESI SPLINE TRUNCATED UNTUK DATA LONGITUDINAL

(Studi Kasus : Harga Saham Bulanan pada Kelompok Saham Perbankan Periode
Januari 2009 – Desember 2015)

Khoirunnisa Nur Fadhilah¹, Suparti², Tarno³

¹Mahasiswa Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Stocks are securities that can be bought and sold by individuals or institutions as a sign of ownership of any person nor business entity within a company. From the value of market capitalization, the stock is divided into 3 groups: large capitalization (big-cap), medium capitalization (mid-cap), and small capitalization (small-cap). The stocks have been fluctuated up and down because of several factors, one of them is inflation. Longitudinal data are observations made of n subjects that mutually independent with each subject which observed repeatedly in different period of time mutually dependent. Modelling longitudinal data of stock prices do with truncated spline nonparametric regression approach. The best model of spline depends on the determination of the optimal knot points which has minimum value of Generalized Cross Validation (GCV). The best of truncated spline regression is spline order 2 with 3 knot points for each of the subjects on longitudinal data. By using the model, the value of MAPE for each subject is 29,93% for PT Bank Mandiri (Persero) Tbk., 16,67% for PT Bank Bukopin Tbk., and 12,99% for PT Bank Bumi Arta Tbk..

Keywords: stocks, longitudinal data, truncated spline, GCV

1. PENDAHULUAN

Metode regresi nonparametrik merupakan metode regresi yang digunakan ketika kurva regresi antara variabel respon dan variabel prediktor tidak diketahui bentuk atau polanya. Hal tersebut dikarenakan metode regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam membentuk kurva regresi dan khususnya tidak memerlukan asumsi-asumsi parametrik^[4]. Beberapa pendekatan model regresi nonparametrik yang banyak digunakan diantaranya *kernel*, *spline*, deret *fourier*, *wavelets*, dan sebagainya. Pendekatan regresi nonparametrik yang cukup populer adalah *spline truncated*.

Regresi *spline* merupakan analisis regresi yang mampu mengestimasi data yang tidak memiliki pola tertentu dan memiliki kecenderungan dalam mencari sendiri estimasi data dari pola yang terbentuk^[2]. Salah satu kelebihan pendekatan *Spline* adalah model ini cenderung mencari sendiri estimasi data kemanapun pola data tersebut bergerak. Kelebihan ini terjadi karena dalam *Spline* terdapat titik-titik knot^[1], yaitu titik perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan pola perilaku data. *Truncated* merupakan sebuah fungsi yang dapat diartikan sebagai fungsi potongan.

Data longitudinal adalah bentuk khusus data pengukuran berulang. Pada data pengukuran berulang, pengukuran tunggal dikumpulkan secara berulang untuk setiap subyek atau eksperimen^[17]. Pengamatan bisa dikumpulkan dari waktu ke waktu. Cakupan data longitudinal sangatlah luas, data longitudinal terdapat di berbagai bidang: kedokteran,

kesehatan masyarakat, pendidikan, bisnis, ekonomi, psikologi, biologi, dan lain sebagainya.

Dalam bidang ekonomi, beberapa saham merupakan salah satu kasus data longitudinal. Data harga saham merupakan data longitudinal karena datanya diamati dan diukur berulang kali pada suatu interval waktu tertentu untuk beberapa subyek saham. Saham merupakan salah satu komoditas keuangan yang diperdagangkan di pasar modal yang paling populer. Saham adalah surat berharga yang dapat dibeli atau dijual oleh perorangan atau lembaga di pasar tempat surat tersebut diperjual-belikan. Saham merupakan instrumen ekuitas, yaitu tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Saham berdasar nilai kapitalisasi pasar dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok kapitalisasi besar (*big-cap*), kelompok kapitalisasi sedang (*mid-cap*), dan kelompok kapitalisasi kecil (*small-cap*)^[6].

Harga saham berfluktuasi naik turun karena penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*) atas saham tersebut. Penawaran dan permintaan tersebut terjadi karena adanya banyak faktor, baik yang sifatnya spesifik atas saham tersebut (kinerja perusahaan dan industri dimana perusahaan tersebut bergerak) maupun faktor yang sifatnya makro seperti tingkat suku bunga, inflasi, nilai tukar dan faktor-faktor non ekonomi seperti kondisi sosial dan politik, dan faktor lainnya.

Oleh karena itu, akan dilakukan pemodelan data longitudinal dengan menggunakan metode regresi *spline truncated* untuk mengetahui model pola hubungan antara harga saham dengan inflasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saham

Saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Berdasar kapitalisasi pasarnya, saham terbagi menjadi 2, yaitu: saham kapitalisasi tinggi (nilai kapitalisasi > 5 milyar), saham kapitalisasi sedang (nilai kapitalisasi antara 1-5 milyar), dan saham kapitalisasi rendah (nilai kapitalisasi < 1 milyar).

2.2 Inflasi

Inflasi merupakan kecenderungan harga-harga barang dan jasa termasuk faktor-faktor produksi, diukur dengan satuan mata uang, yang semakin menaik secara umum dan terus menerus^[12]. Indikator yang sering digunakan untuk mengukur tingkat inflasi adalah IHK (Indeks Harga Konsumen). Perubahan IHK dari waktu ke waktu menunjukkan pergerakan harga dari paket barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat.

2.3 Jenis Data dalam Analisis Regresi

Terdapat 3 jenis data yang digunakan dalam analisis regresi yaitu data runtun waktu (*time series*), data silang (*cross-section*), dan *pooled data* (gabungan antara *time series* dan *cross-section*)^[5]. Data runtun waktu (*time series*) merupakan data berdasarkan observasi yang dilakukan pada waktu yang berbeda. Data silang (*cross-section*) adalah data yang dikumpulkan pada satu waktu tertentu pada beberapa obyek amatan. *Pooled data* adalah data yang memiliki gabungan dua elemen yaitu data runtun waktu (*time series*) dan data silang (*cross-section*). *Pooled data* sering disebut juga dengan data panel atau data longitudinal atau sering disebut juga *micropanel data*.

2.4 Data Longitudinal

Data longitudinal merupakan data yang diperoleh dari pengukuran berulang pada setiap subyek dalam kurun waktu berbeda^[18]. Misal t_{ij} menyatakan waktu pengamatan untuk subyek ke- i pada waktu ke- j , y_{ij} menyatakan variabel respon yang diamati pada waktu t_{ij} , dan x_{ij} menyatakan pengamatan pada waktu t_{ij} maka data longitudinal diberikan oleh :

$$(t_{ij}, y_{ij}, x_{ij}), j = 1, 2, \dots, n_i; i = 1, 2, \dots, m$$

dimana n_i menyatakan banyaknya pengamatan pada subyek ke- i dan m menyatakan banyaknya subyek^[18].

2.1 Regresi Nonparametrik pada Data Longitudinal dengan Satu Variabel Prediktor

Misalkan x_{ij} menyatakan pengamatan pada subyek ke- i waktu ke- j , maka bentuk persamaan regresi nonparametrik untuk data longitudinal dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_{ij} = f(x_{ij}) + e_{ij}, j = 1, 2, \dots, n_i; i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

dengan $f(x_{ij})$ adalah fungsi yang tidak diketahui bentuknya dari data longitudinal yang hanya diasumsikan *smooth* (mulus) dan e_{ij} adalah *error* pengukuran.

2.2 Regresi Spline pada Data Longitudinal dengan Satu Variabel Prediktor

Regresi *spline* 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^[16].

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

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

dengan fungsi *truncated*,

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

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

$$y_{ij} = \sum_{s=0}^{p-1} \beta_{is} x_{ij}^s + \sum_{s=1}^r \beta_{i(p+s-1)} (x_{ij} - K_{is})_+^{p-1} + e_{ij} \quad (4)$$

Bentuk persamaan (4) dapat ditulis ke dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_{i1} \boldsymbol{\delta}_{i1} + \mathbf{X}_{i2} \boldsymbol{\delta}_{i2} + \mathbf{e}_i \quad (5)$$

Persamaan (5) dapat ditulis menjadi $\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta}_i + \mathbf{e}$ dengan $\mathbf{X}_i = [\mathbf{X}_{i1} \quad \mathbf{X}_{i2}]$ dan $\boldsymbol{\beta}_i = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\delta}_{i1} \\ \boldsymbol{\delta}_{i2} \end{bmatrix}$. Dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS), estimator untuk parameter $\boldsymbol{\beta}_i$ adalah sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_i = (\mathbf{X}_i^T \mathbf{X}_i)^{-1} \mathbf{X}_i^T \mathbf{y}_i$$

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 estimasi untuk parameter $\boldsymbol{\beta}_i$ menjadi

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{iK} = (\mathbf{X}_{iK}^T \mathbf{X}_{iK})^{-1} \mathbf{X}_{iK}^T \mathbf{y}_i,$$

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

$$\hat{f}_K(x_{ij}) = \mathbf{X}_{iK} \hat{\boldsymbol{\beta}}_{iK} = \mathbf{X}_{iK} (\mathbf{X}_{iK}^T \mathbf{X}_{iK})^{-1} \mathbf{X}_{iK}^T \mathbf{y}_i = \mathbf{H}_{iK} \mathbf{y}_i.$$

2.3 Pemilihan Titik *Knot* Optimal

Dalam regresi nonparametrik sangat penting untuk menentukan titik *knot* optimal. 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*).

Metode GCV (*Generalized Cross Validation*) dapat dituliskan sebagai berikut^[18]:

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

2.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai MAPE memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya^[8]. Adapun rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut^[10]:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} \left| \frac{y_{ij} - \hat{f}_K(x_{ij})}{y_{ij}} \right| \times 100\%}{\sum_{i=1}^n n_i}.$$

Nilai MAPE yang dihasilkan mempunyai interpretasi sebagai berikut^[7]:

- a. MAPE < 10% : peramalan sangat akurat
- b. 10% ≤ MAPE < 20% : peramalan tersebut baik
- c. 20% ≤ MAPE < 50% : peramalan masih dalam kewajaran
- d. MAPE ≥ 50% : peramalan tidak akurat

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan adalah data historis sekunder yang diambil dari *website* resmi Bank Indonesia untuk data inflasi dan *yahoo finance* untuk data saham bulanan periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2015. Data saham bulanan tersebut diperoleh dari rata-rata harga penutupan (*closing price*) saham harian untuk setiap bulannya. Data saham yang digunakan adalah harga saham PT Bank Mandiri (Persero) Tbk. yang termasuk dalam kelompok saham kapitalisasi besar, PT Bank Bukopin Tbk. yang termasuk dalam kelompok saham kapitalisasi sedang, dan PT Bank Bumi Arta Tbk. yang termasuk dalam kelompok saham kapitalisasi kecil. Variabel yang digunakan adalah harga saham bulanan yang merupakan variabel respon dan data inflasi yang merupakan variabel prediktor.

3.2 Langkah-langkah Analisis Data

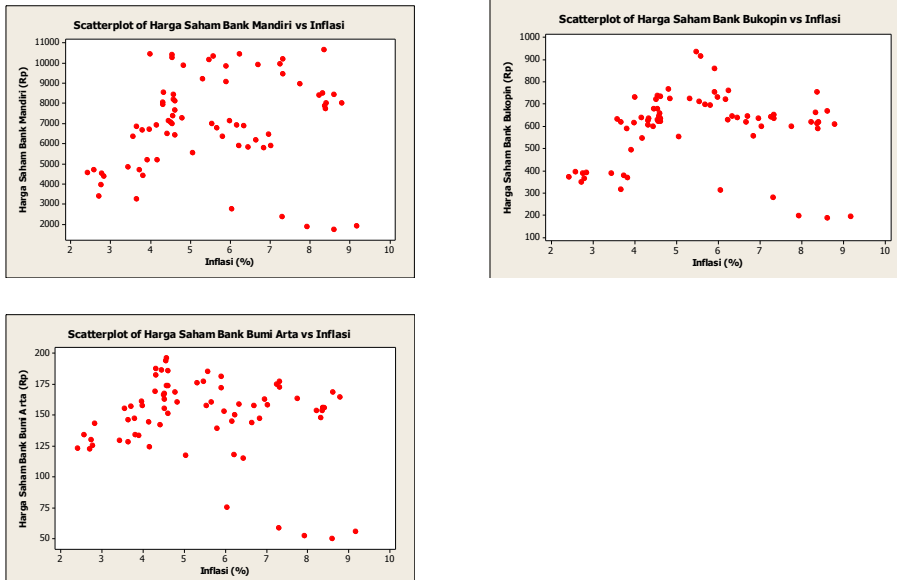
Software yang digunakan untuk menganalisis hasil penelitian adalah R 3.0.3, yaitu dengan langkah-langkah analisis sebagai berikut:

1. Memasukkan data variabel respon dan variabel prediktor.
2. Pemilihan data *in sample* dan *out sample*.
3. Membuat *scatterplot* antara variabel respon dan variabel prediktor data *in sample* pada masing-masing perusahaan.
4. Menentukan orde dan banyaknya titik *knot*.
5. Menentukan model regresi *spline truncated* untuk setiap orde dan titik *knot*.
6. Menghitung GCV (*Generalized Cross Validation*) untuk setiap orde dan titik *knot* pada masing-masing perusahaan.
7. Menentukan titik *knot* optimal dengan GCV (*Generalized Cross Validation*) minimum pada masing-masing perusahaan.

8. Membentuk model *spline* terbaik berdasarkan titik *knot* optimal pada masing-masing perusahaan.
9. Menghitung ketepatan peramalan model terbaik menggunakan MAPE pada data *out sample* masing-masing perusahaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Scatterplot



Dari gambar *scatterplot* pada masing-masing variabel respon dengan variabel prediktor tidak menunjukkan adanya kecenderungan pola atau tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Kurva regresi yang diidentifikasi melalui plot-plot yang tersebar menunjukkan pola yang tidak beraturan atau dapat dikatakan tidak mengikuti suatu pola tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated*.

4.1 Pemilihan Titik *Knot* Optimal

Pada regresi *spline truncated*, sangat penting untuk menentukan titik *knot* optimal. Jika diperoleh titik *knot* optimal maka akan diperoleh model *spline truncated* terbaik. Pemilihan titik *knot* optimal dilakukan dengan melihat nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) dari masing-masing orde dan titik *knot* pada setiap subyek. Percobaan dilakukan dengan orde terendah yaitu orde 2 dengan 1 titik *knot*. Lalu percobaan dilakukan sampai memperoleh nilai GCV paling minimum. Ketika penambahan orde dan titik *knot* menghasilkan GCV lebih besar, maka penambahan orde dan titik *knot* tidak optimal.

4.2 Model *Spline Truncated* Terbaik

Setelah dilakukan *running program*, diperoleh nilai GCV minimum untuk orde 2 dengan 3 titik *knot* pada masing-masing perusahaan.

Perusahaan	Orde	Jumlah <i>Knot</i>	Titik <i>Knot</i>	Nilai GCV
PT Bank Mandiri (Persero) Tbk.	2	3	4,83; 7,92; 8,32	4108218
PT Bank Bukopin Tbk.	2	3	5,47; 7,92; 8,32	13555,94
PT Bank Bumi Arta	2	3	4,57; 8,60; 8,61	790,23

Tbk.

Setelah diperoleh titik *knot* optimal dari masing-masing subyek kemudian dilakukan estimasi model *spline truncated* masing-masing subyek pada data longitudinal. Sehingga diperoleh hasil estimasi sebagai berikut.

Subyek	Parameter	Estimasi Parameter
Subyek 1 (PT Bank Mandiri (Persero) Tbk.)	β_{10}	-1434,43
	β_{11}	2034,73
	β_{12}	-2713,48
	β_{13}	6832,46
	β_{14}	-13592,60
Subyek 2 (PT Bank Bukopin Tbk.)	β_{20}	-40,08
	β_{21}	152,19
	β_{22}	-300,59
	β_{23}	736,65
	β_{24}	-1093,29
Subyek 3 (PT Bank Bumi Arta Tbk.)	β_{30}	66,49
	β_{31}	22,11
	β_{32}	-31,86
	β_{33}	5419,08
	β_{34}	-5623,24

Dari estimasi yang diperoleh, dapat dibentuk persamaan model regresi nonparametrik *spline truncated* data longitudinal untuk masing-masing subyek sebagai berikut.

1. Subyek 1:

$$\hat{f}_K(x) = \begin{cases} -1434,43 + 2034,73x & ; x < 4,83 \\ 11671,66 - 678,74x & ; 4,83 \leq x < 7,92 \\ 42441,40 - 6153,72x & ; 7,92 \leq x < 8,32 \\ 70649 - 7438,88x & ; x \geq 8,32 \end{cases}$$

2. Subyek 2:

$$\hat{f}_K(x) = \begin{cases} -40,08 + 152,19x & ; x < 5,47 \\ 1604,14 - 148,39x & ; 5,47 \leq x < 7,92 \\ -4230,16 + 588,26x & ; 7,92 \leq x < 8,32 \\ 4866,04 - 505,03x & ; x \geq 8,32 \end{cases}$$

3. Subyek 3:

$$\hat{f}_K(x) = \begin{cases} 66,49 + 22,12x & ; x < 4,57 \\ 212,09 - 9,75x & ; 4,57 \leq x < 8,60 \\ -46392 + 5409,337x & ; 8,60 \leq x < 8,61 \\ 2024,09 - 5632,99x & ; x \geq 8,61 \end{cases}$$

4.3 Menghitung Ketepatan Peramalan Model *Spline Truncated* Terbaik

Pada pembahasan sebelumnya, diperoleh model *spline truncated* terbaik dengan orde dan titik *knot* optimal. Dari model tersebut kemudian dilakukan perhitungan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk data *out sample*. Hal ini bertujuan untuk melihat seberapa akurat model tersebut apabila melakukan perhitungan di luar data yang digunakan untuk memodelkan. Diperoleh nilai MAPE untuk data *out sample* masing-masing perusahaan sebagai berikut:

1. MAPE subyek 1 sebesar 29,93%
2. MAPE subyek 2 sebesar 16,67%
3. MAPE subyek 3 sebesar 12,99%

5. KESIMPULAN

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

1. Model *spline truncated* data longitudinal terbaik untuk harga saham bulanan adalah model regresi orde 2 dengan 3 titik knot.
2. Nilai MAPE untuk subyek 1 (Bank Mandiri) terletak di antara 20% hingga 50%, maka dapat dikatakan bahwa model pada subyek 1 cukup untuk digunakan untuk melakukan prediksi ke depan. Nilai MAPE untuk subyek 2 (Bank Bukopin) dan subyek 3 (Bank Bumi Arta) tersebut terletak di antara 10% hingga 20%, maka dapat dikatakan bahwa model pada subyek 2 dan subyek 3 baik digunakan untuk melakukan prediksi ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiantara, I. N. 2009. *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Pidato Pengukuhan Untuk Jabatan Guru Besar pada Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
- [2] Budiantara, I. N. 2011. *Penelitian Bidang Regresi Spline Menuju Terwujudnya Penelitian Statistika yang Mandiri dan Berkarakter*. Makalah Pembicara Utama pada Seminar Nasional FMIPA Undiksha, Bali.
- [3] Gujarati, D. 1978. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Eubank, R. L. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing Second Edition*. Texas: Department of Statistics Southern Methodist Dallas University.
- [5] Ghozali, I. 2009. *Ekonometrika: Teori, Konsep, dan Aplikasi Dengan SPSS 17*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [6] Hadi, N. 2013. *Pasar Modal: Acuan Teoritis dan Praktis Investasi di Keuangan Pasar Modal*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] Halimi, R., Anggraeni, W., dan Tyasnurita, R. 2013. Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk dengan Metode *Time Series* Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1, No.1.
- [8] Hansun, S. 2013. Penerapan WEMA dalam Peramalan Data IHSG. *Prosiding Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Matematika, UMN*, ISSN: 2085-4552.
- [9] Khalid, I. 2015. *Pemodelan Regresi Nonparametrik Data Longitudinal Menggunakan Polinomial Lokal*. Skripsi. Jurusan Statistika. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [10] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., dan McGee, V. E. 1991. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga.

- [11] Maryanne, D. M. D. 2009. *Pengaruh Nilai Tukar Rupiah, Suku Bunga SBI, Volume Perdagangan Saham, Inflasi dan Beta Saham terhadap Harga Saham*. Tesis. Jurusan Manajemen. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [12] Na'im, A. 1989. *Akuntansi Inflasi*. Yogyakarta: BPFE.
- [13] Qudratullah, M.F. 2013. *Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: ANDI.
- [14] Raharjo, S. 2010. *Pengaruh Inflasi, Nilai Kurs Rupiah, dan Tingkat Suku Bunga terhadap Harga Saham di Bursa Efek Indonesia*. Skripsi. Jurusan Akuntansi. STIE AUB. Surakarta.
- [15] Sari, R. S. 2012. Pemodelan Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Spline Multivariabel. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 1, No.1.
- [16] Tripena, A. 2011. Analisis Regresi Spline Kuadrat. *Prosiding Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED*, ISBN: 978-979-16353-6-3.
- [17] Weiss, R. E. 2005. *Modeling Longitudinal Data*. New York: Springer.
- [18] Wu, H. dan Zhang, J. T. 2006. *Nonparametric Regression Methods for Longitudinal Data Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [19] <http://www.bi.go.id/> (diunduh pada 3 Maret 2016)
- [20] [http://www.bi.go.id/id/statistik/metadata/seki/Documents/12_Indeks_Harga_Konsumen_\(IHK\)_2014.pdf](http://www.bi.go.id/id/statistik/metadata/seki/Documents/12_Indeks_Harga_Konsumen_(IHK)_2014.pdf)
- [21] <http://www.bps.go.id/> (diunduh pada 3 Maret 2016)
- [22] <http://finance.yahoo.com/> (diunduh pada 13 Februari 2016)