

**PEMODELAN REGRESI SPLINE MENGGUNAKAN METODE *PENALIZED*
SPLINE PADA DATA LONGITUDINAL**

(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham LQ45 Sektor Keuangan dengan Kurs USD
terhadap Rupiah Periode Januari 2011-Januari 2016)



SKRIPSI

Disusun oleh:

NABILA GHaida ZIA

24010212140048

DEPARTEMEN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2017

**PEMODELAN REGRESI SPLINE MENGGUNAKAN METODE
PENALIZED SPLINE PADA DATA LONGITUDINAL**

(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham LQ45 Sektor Keuangan dengan Kurs USD
terhadap Rupiah Periode Januari 2011-Januari 2016)

DISUSUN OLEH:

NABILA GHADA ZIA

24010212140048

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Penyusunan Tugas Akhir pada Departemen
Statistika Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro

DEPARTEMEN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2017

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi :

Nama Mahasiswa : Nabila Ghaida Zia

NIM : 24010212140048

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 10 Februari 2017.

Semarang, Februari 2017

Mengetahui,

Ketua Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Matematika Undip

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

Dr. Tarno, M.Si
NIP. 196307061991021001

Dra. Suparti, M.Si
NIP. 196509131990032001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul Skripsi :

Nama Mahasiswa : Nabila Ghaida Zia

NIM : 24010212140048

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 10 Februari 2017.

Semarang, Februari 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dra. Suparti, M.Si
NIP. 196509131990032001

Diah Safitri, S.Si, M.Si
NIP. 197510082003122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemodelan **Regresi Spline Menggunakan Metode *Penalized Spline* pada Data Longitudinal (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham LQ45 Sektor Keuangan dengan Kurs USD dalam Rupiah Periode Januari 2011-Januari 2016)**”. Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Dr. Tarno, M.Si. selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
- 2) Ibu Dra. Suparti, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Diah Safitri, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II.
- 3) Bapak/Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
- 4) Semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semarang, Februari 2017

Penulis

ABSTRAK

Regresi nonparametrik merupakan salah satu jenis analisis regresi yang digunakan apabila asumsi regresi parametrik tidak terpenuhi. Regresi nonparametrik digunakan apabila kurva dari data tidak membentuk pola hubungan tertentu. Salah satu cara pendekatan dengan regresi nonparametrik adalah regresi spline dengan metode *penalized spline*. Regresi spline dengan metode *penalized spline* diterapkan pada data 3 harga saham penutupan sektor keuangan yakni pada Bank BRI, BCA dan Mandiri dengan data Kurs USD dalam rupiah. Data Harga saham penutupan dan Kurs USD dalam rupiah diambil dari Januari 2011-Januari 2016 untuk data *in sample* dan kurun waktu dari Februari 2016-Desember 2016 untuk data *out sample*. Data tersebut dinamakan data longitudinal karena mengamati beberapa subjek dalam kurun waktu tertentu. Model regresi spline terbaik dengan metode *penalized spline* diperoleh dari nilai GCV yang minimum, knot optimal dan orde optimal. Model regresi spline terbaik dengan metode *penalized spline* diperoleh pada orde 1 dengan knot sebanyak 59 knot, nilai parameter penghalus λ sebesar 1 dan nilai GCV sebesar 889,797. Nilai R^2 untuk data *in sample* sebesar 99,292 % yang memiliki arti bahwa kinerja model sangat baik untuk data *in sample*. Nilai MAPE data *out sample* sebesar 1,057% yang artinya bahwa kinerja model sangat akurat.

Kata kunci : harga saham, kurs USD, data longitudinal, regresi spline, *penalized spline*

ABSTRACT

Nonparametric regression is one type of regression analysis used when parametric regression assumptions are not fulfilled. Nonparametric regression is used when the curve does not form a specific pattern of connections. One of the approach by using nonparametric regression is spline regression with *penalized spline* method. Spline regression using *penalized spline* method was applied to three closing stock prices on the financial sector such as Bank BRI, BCA and Mandiri with the data of USD currency rate in rupiah. Closing price of stock data and the USD currency rate in rupiah were taken from January 2011 up to January 2016 for *in sample* data and from February 2016 up to December 2016 for *out sample* data. The data taken is called longitudinal data which is observing some subjects on specific period. Best spline regression model with penalized spline method is derived from the minimum value of GCV, the number of optimal knots and the optimal orde. Best spline regression model with penalized spline method for longitudinal data was obtained on the orde of 1, the 59 knots, the smoothing parameter with λ value of 1 and the GCV value of 889,797. The R^2 value of *in sample* data was 99,292%, best model performance for *in sample* data. MAPE value of *out sample* data is 1,057%, the best accurate performance model.

Keyword: stock price, USD currency rate, longitudinal data, spline regression, penalized spline

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	10
1.3. Pembatasan Masalah.....	10
1.4. Tujuan Penulisan	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Saham.....	Error! Bookmark not defined.

2.2.	Kurs Mata Uang.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.	Regresi Nonparametrik Data Longitudinal....	Error! Bookmark not defined.
2.4.	Regresi Spline	Error! Bookmark not defined.
2.5.	Penalized Spline Pada Data Cross Section	Error! Bookmark not defined.
2.6.	Penalized Spline Pada Data Longitudinal.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.	Pemilihan Knot	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Pemilihan Parameter Smoothing λ ..	Error! Bookmark not defined.
2.9.	Pemilihan Metode Terbaik	Error! Bookmark not defined.
BAB III	METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.	Sumber Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Variabel Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.	Tahapan Analisis	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.	Deskripsi Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Regresi Spline dengan Metode Penalized Spline Untuk Data Longitudinal	Error! Bookmark not defined.

- 4.3. Pemodelan Regresi Spline dengan Metode Penalized Spline untuk Data Longitudinal dengan Orde 1 ...**Error! Bookmark not defined.**
- 4.4. Pemodelan Regresi Spline dengan Metode Penalized Spline untuk Data Longitudinal dengan Orde 2 ...**Error! Bookmark not defined.**
- 4.5. Pemodelan Regresi Spline dengan Metode Penalized Spline untuk Data Longitudinal dengan orde 3**Error! Bookmark not defined.**
- 4.6. Pemilihan Model Regresi Spline Terbaik dengan Metode Penalized Spline.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.7. Menghitung Ketepatan Peramalan Model Regresi Spline Terbaik dengan Metode Penalized Spline ...**Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN.....Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKAError! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Halaman

- Gambar 1.** Diagram Alir Analisis (Flowchart) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.** Plot Harga Saham Penutupan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.** Scatterplot Harga Saham BRI dan Kurs USD **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.** Scatterplot Harga Saham BCA dan Kurs USD **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.** Scatterplot Harga Saham Mandiri dan Kurs USD dalam rupiah..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BRI pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7.** Kurva nilai estimasi Harga Saham BRI dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BCA pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9.** Kurva nilai estimasi Harga Saham BCA dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 10.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank Mandiri pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11.** Kurva nilai estimasi Harga Saham Mandiri dikembalikan kepada pengamatan pada orde 1 **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 12.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BRI pada orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 13.** Kurva nilai estimasi Harga Saham BRI dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 14.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BCA pada orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 15.** Kurva nilai estimasi Harga Saham BCA dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 16.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank Mandiri pada Orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 17.** Kurva nilai estimasi harga saham Bank Mandiri dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 18.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BRI pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 19.** Kurva nilai estimasi Harga Saham Bank BRI dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 20.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank BCA pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 21.** Kurva nilai estimasi harga saham Bank BCA dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 22.** Kurva pola hubungan Kurs USD dengan data saham Bank Mandiri pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 23. Kurva nilai estimasi Harga Saham Bank Mandiri dikembalikan terhadap pengamatan pada orde 3 **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Struktur Data Longitudinal.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. Deskripsi Data In Sample Harga Saham Penutupan dan Kurs USD ..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. Banyak Knot, Parameter Penghalus λ dan GCV Optimal Orde 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. Nilai Titik Knot pada Orde 1.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5. Nilai Parameter Subjek 1 Orde 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. Nilai Parameter Subjek 2 Orde 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7. Nilai Parameter Subjek 3 Orde 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 8. Banyak Knot, Parameter penghalus λ dan GCV Optimal Orde 2**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 9. Nilai Titik Knot pada Orde 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. Nilai Estimasi Parameter Subjek 1 Orde 2 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 11. Nilai Estimasi Parameter Subjek 2 Orde 2 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 12. Nilai Estimasi Parameter Subjek 3 Orde 2 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 13. Banyak Knot, Parameter Penghalus λ dan GCV Optimal Orde 3**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 14. Nilai Titik Knot Orde 3**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 15. Nilai Estimasi Parameter Subjek 1 Orde 3 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 16. Nilai Estimasi Parameter Subjek 2 Orde 3 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 17. Nilai Estimasi Parameter Subjek 3 Orde 3 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 18. Banyak Knot Optimal, Parameter Penghalus λ Optimal dan GCV
Minimum Orde 1, 2,dan 3**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 19. Nilai Data Aktual dan Data Prediksi Pada Data Out Sample.....**Error!**
Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data <i>In Sample</i> Harga Saham Penutupan dan Kurs USD	77
Lampiran 2. Data <i>Out Sample</i> Harga Saham Penutupan dan Kurs USD.....	79
Lampiran 3. Pemilihan Parameter Penghalus λ Optimal.....	80
Lampiran 4. Program Estimasi Parameter dan Mencari Titik Knot.....	90
Lampiran 5. Program Estimasi dan Prediksi Data <i>Out Sample</i>	119

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Globalisasi yang terjadi pada abad ini telah mengubah tata perekonomian negara-negara di dunia. Sebelum terjadinya globalisasi terdapat dua kubu ekonomi dunia yaitu ekonomi komunis dan ekonomi kapitalis. Namun setelah ada globalisasi banyak negara yang beralih menganut tata ekonomi pasar. Ekonomi pasar memiliki ciri khas yakni terdapat bursa efek dan kegiatan ekonomi tidak hanya dijalankan oleh negara saja namun, sektor swasta juga turut menggerakkan kegiatan ekonomi yang ada di negara tersebut. Sistem ekonomi pasar pada era globalisasi ini membuat persaingan di masa mendatang semakin tajam antara satu negara dengan negara lainnya. Itu adalah salah satu dampak negatif dari sistem ekonomi pasar. Sehingga, untuk mengurangi dampak negatif tersebut dibentuklah organisasi-organisasi regional seperti AFTA (*Asean Free Trade Area*), NAFTA (*North American Free Trade Area*), EEC (*European Economic Community*) dan APEC (*Asian Pasific Economic Community*). Tujuan pembentukan organisasi regional adalah untuk menyesuaikan kemampuan ekonomi negara masing-masing secara bertahap (Samsul, 2006).

Organisasi-organisasi regional yang telah dibentuk memiliki peraturan yang wajib ditaati oleh anggotanya. Dalam organisasi ini setiap negara akan

berusaha melakukan berbagai macam cara seperti melakukan efisiensi atau menghilangkan ekonomi biaya tinggi agar dapat bersaing dalam harga. Salah satu cara untuk melakukan efisiensi harga adalah menggiring perusahaan swasta agar masuk ke pasar modal agar struktur modal perusahaan menjadi lebih baik, efisien dan terkendali oleh masyarakat. Di Indonesia sendiri perkembangan pasar modal telah diatur dalam Undang-Undang Pasar Modal nomor 8 tahun 1995 (Samsul, 2006).

Adanya globalisasi menambah variasi jenis instrumen yang bisa digunakan untuk berinvestasi, salah satunya adalah pasar modal. Dalam pasar modal terdapat surat berharga yang dijual pada pemodal yang memiliki kelebihan dana. Surat berharga itulah yang dinamakan saham (Samsul, 2006).

Menurut Samsul (2006), ada beberapa faktor pra-kondisi yang menjadi pertimbangan bagi investor untuk berinvestasi pada suatu negara. Faktor tersebut adalah stabilitas politik, konsistensi penegak hukum, sistem dan prospek ekonomi, dan keadilan sosial. Pada faktor sistem dan prospek ekonomi maka investor akan menilai berbagai sistem seperti perbankan, teknologi informasi, komputerisasi, tingkat inflasi, tingkat bunga, tingkat pertumbuhan ekonomi, nilai rupiah terhadap valuta asing, pasar modal, dan pasar berjangka. Selain itu investor juga akan memperhatikan empat hal berikut ini: (1) resiko valuta asing, (2) devisa bebas, (3) kualitas pasar modal, (4) fasilitas *hedging* dan (5) sistem ekonomi.

Dalam pasar modal harga saham menjadi indikator yang digunakan investor untuk memutuskan berinvestasi pada saham tertentu. Harga saham

yang tercatat dalam bursa pasar modal ditentukan oleh pelaku pasar dan ditentukan oleh permintaan dan penawaran saham yang bersangkutan di pasar modal. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi harga saham baik dari faktor internal maupun faktor eksternal. Dalam faktor internal harga saham dipengaruhi oleh lingkungan mikro sedangkan dalam faktor eksternal dipengaruhi oleh lingkungan makro seperti perubahan suku bunga, inflasi, kurs valuta asing (Alwi, 2003).

Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan hubungan antara kurs USD terhadap rupiah terhadap saham LQ45 sektor keuangan. Alasan penggunaan saham LQ45 adalah karena menurut Novita (2012), saham LQ45 merupakan 45 emiten saham yang ditargetkan oleh para investor. Saham LQ45 dianggap mampu mencerminkan pergerakan aktif dari saham yang diperdagangkan dan mempengaruhi keadaan pasar.

Kurs valuta asing merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi harga saham (Alwi, 2003). Terdapat beberapa penelitian yang mengkaji tentang hubungan kurs valuta asing terhadap harga saham, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Novita (2012) diperoleh hasil bahwa volume perdagangan tidak berpengaruh signifikan terhadap indeks saham LQ45 sedangkan suku bunga dan kurs memberikan pengaruh signifikan negatif terhadap LQ45. Pengaruh signifikan negatif ini memiliki arti bahwa investor dapat mempertimbangkan perubahan kurs untuk melakukan investasi. Apabila nilai kurs melemah maka investor dapat melakukan investasi pada indeks saham LQ45.

Perkembangan ilmu yang ada khususnya pada bidang statistika telah menghasilkan banyak metode yang dapat diaplikasikan pada berbagai jenis data. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data longitudinal. Data longitudinal didefinisikan sebagai data yang diperoleh dari pengukuran berulang (*repeated measures*) pada beberapa individu dalam waktu berturut-turut. Data longitudinal ini bisa dikatakan sebagai penggabungan data *cross section* dan data *time series*. Tidak seperti data *cross section*, data longitudinal mengamati subjek dengan jumlah waktu yang lebih banyak dibanding data *cross section*. Tidak seperti data *time series*, data longitudinal mengamati berbagai macam subjek dalam waktu tertentu (Frees, 2004).

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui bentuk hubungan matematis antara sebuah atau beberapa variabel bebas (independen) dengan satu variabel terikat (dependen). Terdapat dua jenis analisis regresi yakni regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Untuk regresi parametrik terdapat asumsi tentang parameter dari distribusi data populasi yang digunakan untuk menguji hipotesis. Sedangkan untuk regresi nonparametrik tidak diperlukan asumsi apapun yang harus dipenuhi. Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi dan bentuk estimasi kurva regresinya dapat menyesuaikan datanya tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti (Eubank, 1999).

Menurut Eubank (1999), dalam regresi nonparametrik terdapat berbagai cara untuk mengestimasi kurva regresi salah satunya adalah regresi spline. Regresi spline adalah suatu pendekatan ke arah pencocokan data dengan tetap memperhitungkan kemulusan kurva. Spline merupakan potongan polinomial

tersegmen yang digabungkan oleh titik-titik knot yang dapat menjelaskan karakter dari data.

Penalized spline adalah salah satu teknik pemulusan (*smoothing*) yang berpengaruh besar pada data yang tidak berkorelasi dan independen. *Penalized spline* menjadi salah satu alternatif untuk memecahkan masalah dalam regresi spline. Dalam regresi spline penting untuk memperhatikan titik-titik knot data. Dari titik-titik knot itu dapat digunakan untuk memperoleh model matematis yang optimal. Namun hal ini membutuhkan waktu lama dan jika menggunakan *software* maka akan memerlukan memori yang besar. Sehingga penggunaan *penalized spline* bisa mengatasi masalah ini karena knot terletak pada titik-titik kuantil dari nilai tunggal variabel prediktor (Wu dan Zhang, 2006).

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir permasalahan yang diambil dan akan dibahas adalah cara menerapkan regresi spline dengan metode *penalized spline* pada data longitudinal menggunakan data kurs tengah USD terhadap rupiah dengan 3 saham LQ45 sektor keuangan.

1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang diambil ada beberapa pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Model regresi nonparametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi spline menggunakan metode *penalized spline*.

2. Data yang digunakan adalah data kurs tengah mata uang USD terhadap rupiah dengan data saham LQ45 sektor keuangan yakni data saham Bank BRI, BCA, dan Mandiri yang diambil sejak bulan Januari 2011 hingga Januari 2016.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penerapan regresi spline dengan metode *penalized spline* pada data longitudinal.
2. Mengetahui tingkat akurasi prediksi pada pemodelan kurs tengah mata uang USD terhadap rupiah dengan 3 saham LQ45 sektor keuangan.