

**PEMODELAN KURS RUPIAH
TERHADAP DOLLAR AMERIKA SERIKAT MENGGUNAKAN
REGRESI *PENALIZED SPLINE* BERBASIS RADIAL**



SKRIPSI

Disusun oleh:

KARTIKANINGTIYAS H.S

24010211140076

**JURUSAN STATISTIKA FAKULTAS
SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

**PEMODELAN KURS RUPIAH
TERHADAP DOLLAR AMERIKA SERIKAT MENGGUNAKAN
REGRESI *PENALIZED SPLINE* BERBASIS RADIAL**

Disusun oleh:

KARTIKANINGTIYAS H.S

24010211140076

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

**JURUSAN STATISTIKA FAKULTAS
SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Pemodelan Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat
Menggunakan Regresi *Penalized Spline* Berbasis Radial

Nama : Kartikaningtiyas Hanunggraheni Saputri

NIM : 24010211140076

Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2013 dan dinyatakan
lulus pada tanggal 26 Juni 2013

Mengetahui, Ketua
Jurusan Statistika

Semarang, Juni 2015
Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,

Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si
NIP. 1971090619980302001

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Pemodelan Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat
Menggunakan *Regresi Penalized Spline* Berbasis Radial
Nama : Kartikaningtiyas Hanunggraheni Saputri
NIM : 24010211140076
Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2013 dan dinyatakan lulus pada tanggal 26 Juni 2013


Semarang, Juni 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,



Dra. Hj. Dwi Isprivanti, M.Si
NIP. 195709141986032001



Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si
NIP. 1971090619980302001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Pemodelan Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat
Menggunakan Regresi *Penalized Spline* Berbasis Radial

Nama : Kartikaningtiyas Hanunggraheni Saputri

NIM : 24010211140076

Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2015.

Semarang, Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Suparti, M.Si

NIP. 196509131990032001

Abdul Hoyvi, S.Si, M.Si

NIP. 197202022008011018

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Pemodelan Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat
Menggunakan Regresi *Penalized Spline* Berbasis Radial

Nama : Kartikaningtyas Hanunggraheni Saputri

NIM : 24010211140076

Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2015.

Semarang, Juni 2015

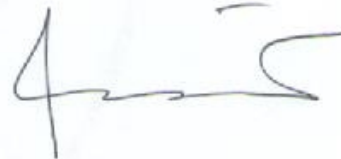
Pembimbing I



Dra. Suparti, M.Si

NIP. 196509131990032001

Pembimbing II



Abdul Hoyvi, S.Si, M.Si

NIP. 197202022008011018

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Pemodelan Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat Menggunakan Regresi Penalized Spline Berbasis Radial*”.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan yang diberikan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si sebagai Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dra. Suparti, M.Si dan Bapak Abdul Hoyyi, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semarang, Juni 2015

Penulis

ABSTRAK

Kurs adalah harga sebuah mata uang dari satu negara yang dinyatakan dalam mata uang negara lainnya. Kurs mata uang suatu negara mengalami fluktuasi karena kurs ditentukan oleh besarnya permintaan dan penawaran mata uang tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai kurs adalah analisis *time series* klasik (parametrik). Namun, data kurs yang berfluktuatif sering kali tidak memenuhi asumsi parametrik. Alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi *penalized spline* yang merupakan regresi nonparametrik dan tidak terkait asumsi parametrik. Regresi *penalized spline* diperoleh dengan meminimumkan fungsi *Penalized Least Square* (PLS). Untuk menangani ketidakstabilan numerik dan data yang berubah-ubah maka digunakan basis radial pada estimator *penalized spline*. Pemilihan model optimal sangat bergantung pada penentuan lamda optimal dan banyak knot optimal yaitu berdasarkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) yang minimum. Dengan menggunakan data kurs harian rupiah terhadap dollar Amerika Serikat periode 02 Juni 2014 sampai 27 Februari 2015, model *penalized spline* berbasis radial optimal dalam penelitian ini adalah pada saat menggunakan orde 2 dengan 13 knot yaitu pada titik 11625; 11669; 11728; 11795; 11911; 11974; 12069; 12118; 12161; 12372; 12452; 12550; 12667 dengan GCV = 3904,8.

Kata kunci : Kurs, *Penalized Spline*, basis radial, *penalized least square*, *generalized cross validation*

ABSTRACT

Exchange rate is the price of a currency from a country that is measured or expressed in another country's currency. A country's currency exchange rate has fluctuated due to exchange rate determined by the demand and supply of the currency. One of method that can be used to predict the exchange rate is the classical time series analysis (parametric). However, the data exchange rate that fluctuates often do not fulfill the parametric assumptions. Alternative used in this research is penalized spline regression which is nonparametric regression and not related to the assumption of regression curves. Penalized spline regression is obtained by minimizing the function Penalized Least Square (PLS). To handle the numerical instability and changing data then used radial basis at Penalized spline estimator. Selection of the optimal models is rely heavily on determining the optimal lambda and optimal knot point that is based on the Generalized Cross Validation (GCV) minimum. Using data daily exchange rate of the rupiah against the US dollar in the period of June 2, 2014 until February 27, 2015, the optimal penalized spline bases on radial model in this study is when using 2 order and 13 knots point, those points are 11625; 11669; 11728; 11795; 11911; 11974; 12069; 12118; 12161; 12372; 12452; 12550; 12667 with $GCV = 3904.8$.

Keywords: exchange rate, penalized spline, radial bases, penalized least square, generalized cross validation

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kurs.....	6
2.2 Analisis Regresi.....	7
2.2.1 Analisis Regresi Parametrik	8
2.2.2 Analisis Regresi Nonparametrik.....	9
2.3 Regresi Spline.....	10

2.4 Regresi <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial.....	11
2.5 Pemilihan Parameter Penghalus (λ) Optimal	15
2.6 Pemilihan Banyak Knot	16
2.7 Regresi Nonparametrik untuk Data Runtun Waktu	17
2.7 Ketepatan Metode Peramalan.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Jenis dan Sumber Data	20
3.2 Variabel Penelitian	20
3.1 Metode Analisis.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Data..	24
4.2 Regresi <i>Penalized Spline</i>	25
4.2.1 Modifikasi Data <i>Time Series</i> Menjadi Dua Variabel	25
4.2.2 Pemodelan <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial Orde 2	27
4.2.3 Pemodelan <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial Orde 3	29
4.2.4 Pemodelan <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial Orde 4	32
4.3 Model <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial Optimal.....	35
4.4 Perbandingan Hasil Prediksi dengan Data Asli	36
4.5 Ketepatan Kinerja Model dalam Peramalan.....	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Statistik Deskripsi Data Kurs Periode 02 juni 2014-27 Februari 2015..	25
Tabel 2. Tabel GCV pada Lamda Optimal tiap Banyak Knot Orde 2	27
Tabel 3. Tabel GCV pada Lamda Optimal tiap Banyak Knot Orde 3	30
Tabel 4. Tabel GCV pada Lamda Optimal tiap Banyak Knot Orde 4	33
Tabel 5. Nilai GCV Minimum masing-masing Orde	35
Tabel 6. Perbandingan Data Kurs dan Hasil Prediksinya	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Analisis (Flowchart).....	23
Gambar 2. Data Kurs Beli Periode 02 Juni2014-27 Februari 2015.....	24
Gambar 3. Plot PACF dari Data Kurs Periode 02 Juni2014-27 Februari 2015... 25	25
Gambar 4. <i>Scatter Plot</i> Data Kurs ke i terhadap Data Kurs ke $i-1$	29
Gambar 5.a Kurva Estimasi Pola Hubungan Data Kurs ke $i-1$ dan Data Kurs ke i	29
Gambar 5.b Kurva Estimasi Kurs setelah dikembalikan terhadap Waktu	29
Gambar 6.a Kurva Estimasi Pola Hubungan Data Kurs ke $i-1$ dan Data Kurs ke i	32
Gambar 6.b Kurva Estimasi Kurs setelah dikembalikan terhadap Waktu	32
Gambar 7.a Kurva Estimasi Pola Hubungan Data Kurs ke $i-1$ dan Data Kurs ke i	34
Gambar 7.b Kurva Estimasi Kurs setelah dikembalikan terhadap Waktu	34
Gambar 8.a <i>Scatter Plot</i> Data Kurs 02 Maret 2015-29 Mei 2015	38
Gambar 8.b <i>Scatter Plot</i> Hasil Prediksi Kurs 02 Maret 2015-29 Mei 2015	38
Gambar 9. Grafik Data Asli dan Hasil Prediksinya.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Kurs Beli Periode 02 Juni 2014-27 Februari 2015.....	45
Lampiran 2. Modifikasi Data Time Series menjadi 2 Variabel	48
Lampiran 3. Program Memilih Parameter Penghalus, Jumlah Knot dan Orde Polinomial Optimal.....	51
Lampiran 4. Program Estimasi Parameter Model	54
Lampiran 5. Output Program untuk Menentukan Nilai GCV	56
Lampiran 6. Output Program untuk Menentukan Nilai Estimasi dalam <i>Penalized Spline</i> Berbasis Radial	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Globalisasi dalam bidang ekonomi menyebabkan berkembangnya sistem perekonomian ke arah yang lebih terbuka antar negara. Perekonomian terbuka membawa suatu dampak ekonomi yaitu terjadinya perdagangan internasional antar negara-negara di dunia. Dengan adanya perdagangan internasional inilah maka akan dijumpai masalah baru yakni perbedaan mata uang yang digunakan oleh negara-negara yang bersangkutan. Akibat adanya perbedaan mata uang yang digunakan, baik di negara yang mengimpor maupun mengekspor, akan menimbulkan suatu perbedaan nilai tukar uang (kurs). Oleh karena itu, diperlukan penukaran mata uang antar negara (Kurnia dan Didit, 2009).

Perbedaan maupun pergerakan nilai tukar mata uang suatu negara (kurs) pada prinsipnya ditentukan oleh besarnya permintaan dan penawaran mata uang tersebut (Sukirno, 1994). Seperti halnya pergerakan kurs harian dalam Bank Indonesia yang selalu mengalami fluktuasi. Fluktuasi nilai tukar ini bagi sebagian orang dianggap sebagai salah satu penyebab terjadinya krisis ekonomi di Indonesia. Kestabilan nilai tukar ini mempengaruhi arus modal atau investasi dan perdagangan internasional. Indonesia sebagai negara yang banyak mengimpor bahan baku industri mengalami dampak dari ketidakstabilan kurs ini. Dampaknya dapat dilihat dari melonjaknya biaya produksi sehingga menyebabkan harga barang-barang milik Indonesia mengalami kenaikan (Kurnia dan Didit, 2009).

Mengingat besarnya dampak dari fluktuasi kurs terhadap perekonomian, maka dibutuhkan suatu metode yang baik untuk melakukan prediksi atau pendugaan kurs mata uang untuk mengetahui seberapa besar nilai tukar mata uang pada masa mendatang yang bersifat harian. Dari data hasil prediksi yang diperoleh, pihak-pihak yang berkepentingan dalam perdagangan internasional baik impor maupun ekspor dapat mengambil langkah-langkah strategis yang sekiranya perlu dilakukan agar tidak mengalami kerugian yang cukup besar.

Metode statistika sangat berperan penting dalam memprediksi maupun menduga estimasi nilai tukar kurs rupiah terhadap dollar Amerika Serikat. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan analisis regresi yaitu dengan memodifikasi data time series menjadi dua variabel, yaitu variabel dependen dan variabel independen dengan Z_t atau data sekarang merupakan variabel dependen (Y_i) sedangkan Z_{t-1} atau data hari sebelumnya merupakan variabel independen (X_i). Menurut Hardle (1990), data yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari seringkali tidak memenuhi asumsi bahwa observasi independen. Misalnya jika data diperoleh dari waktu ke waktu dari sebuah objek observasi, maka sangat mungkin bahwa data sekarang dipengaruhi oleh data sebelumnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu pemodelan data yang asumsi independensi datanya tidak dipenuhi.

Pendugaan nonparametrik merupakan metode pendugaan model yang dilakukan berdasarkan pendekatan yang tidak terkait asumsi klasik seperti normalitas, kesamaan varian, independensi ataupun nonautokorelasi dan bentuk kurva tidak membentuk pola hubungan dimana kurva regresi hanya diasumsikan *smooth* (mulus), sehingga regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi

(Eubank, 1988). Metode nonparametrik yang sering digunakan dalam pendekatan untuk menduga kurva regresi antara lain, Deret Fourier (Eubank, 1988), Penduga Kernel (Hardle, 1990), K-Nearest Neighbour (Hardle, 1990) dan Regresi Spline (Wahba, 1990). Beberapa penulis ternama Hardle dan Wahba menyarankan menggunakan pendugaan regresi spline sebagai alternatif pendekatan nonparametrik

Regresi spline adalah salah satu pendekatan pada metode nonparametrik yang umum digunakan karena memberikan fleksibilitas yang lebih baik terhadap karakteristik suatu fungsi atau data, dan mampu menangani karakter data atau fungsi yang bersifat mulus (smooth). Bentuk estimator spline dipengaruhi oleh lokasi dan banyaknya knot. Menurut Eubank (1988), salah satu penentuan knot optimal untuk memilih model regresi spline terbaik didasarkan pada nilai GCV (*Generalized Cross-Validation*). Salah satu bentuk regresi spline adalah *penalized spline* yang diperoleh dengan meminimumkan fungsi *Penalized Least Square* (PLS) yaitu fungsi pendugaan yang menggabungkan antar fungsi *least square* dan kemulusan kurva (smooth).

Penalized spline terdiri dari potongan-potongan polinomial (*piece wise polynomial*) yang memiliki sifat tersegmen yang kontinu. Sifat ini memberikan fleksibilitas yang lebih baik daripada polinomial biasa sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik fungsi atau data. Fungsi basis polinomial pada estimator *penalized spline* kurang mampu menangani suatu data yang berubah-ubah dan terjadi ketidakstabilan numerik ketika jumlah titik-titik knot yang besar dan nilai parameter penghalus (λ) kecil atau bernilai 0. Untuk menangani ketidakstabilan numerik dan data yang berubah-

ubah dilakukan perubahan terhadap fungsi basis polinomial pada estimator *penalized spline* dengan fungsi basis radial. Fungsi basis radial merupakan salah satu fungsi yang bergantung pada jarak antara data dengan suatu pusat data. Pemodelan regresi nonparametrik menggunakan *penalized spline* berbasis radial diawali dengan meminimumkan fungsi *penalized least square* yang merupakan fungsi kriteria pendugaan yang menggabungkan antara fungsi *least square* dengan ukuran kemulusan kurva (*smooth*). Pemilihan parameter penghalus optimal dan titik knot optimal dilakukan dengan memilih nilai GCV (*Generalized Cross-Validation*) yang minimum (Ruppert, *et al.*, 2003).

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut tentang pemodelan nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika Serikat. Dalam penulisan tugas akhir ini, masalah dibatasi pada pembentukan model regresi *penalized spline* berbasis radial optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penulisan tugas akhir adalah :

1. Bagaimana pembentukan model optimal untuk menduga nilai kurs beli harian rupiah terhadap dollar Amerika Serikat menggunakan regresi *penalized spline* berbasis radial?
2. Bagaimana prediksi kurs dari model optimal dan perbandingannya dengan data asli?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, permasalahan yang akan dibahas hanya terbatas pada pemodelan dengan metode *penalized spline* dengan basis radial pada

data nilai kurs beli harian rupiah terhadap dollar Amerika Serikat periode 02 Juni 2014 sampai dengan tanggal 29 Mei 2015 yang dibatasi pada orde 2, orde 3 dan orde 4. Parameter penghalus λ yang optimal diperoleh dengan kriteria *Generalized Cross-Validation* (GCV) minimum, sedangkan pemilihan knot optimal dilakukan dengan metode algoritma *full-search*.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah

1. Mendapatkan model optimal untuk menduga nilai kurs harian rupiah terhadap dollar Amerika Serikat menggunakan analisis regresi *penalized spline* berbasis radial.
2. Melakukan prediksi kurs dari model optimal dan membandingkannya dengan data asli.