

PREDIKSI INFLASI DI PROVINSI JAWA TENGAH DENGAN MENGUNAKAN REGRESI KERNEL

Firmanti Suryandari, Sri Subanti, Bowo Winarno
Program Studi Matematika FMIPA UNS

ABSTRAK. Inflasi merupakan proses meningkatnya harga-harga barang secara umum dan berkaitan dengan mekanisme pasar. Inflasi di Provinsi Jawa Tengah berfluktuasi dari waktu ke waktu. Inflasi yang berfluktuasi menunjukkan adanya ketidakstabilan. Jika data inflasi yang fluktuatif dimodelkan dengan menggunakan regresi parametrik maka terjadi pelanggaran asumsi sehingga digunakan regresi nonparametrik salah satunya adalah regresi kernel karena memiliki bentuk yang lebih fleksibel dan secara matematik mudah dikerjakan. Dalam regresi kernel penentuan model terbaik bergantung pada pemilihan *bandwidth* yang optimal berdasarkan kriteria *Cross Validation* (CV) yang minimum. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model regresi kernel untuk data inflasi di Provinsi Jawa Tengah dan prediksi nilai inflasi di Provinsi Jawa Tengah. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa model regresi kernel dengan fungsi kernel Triangle dengan *bandwidth* sebesar 0,38 dan $MSE = 0,4039329$ dapat digunakan untuk prediksi nilai inflasi di Provinsi Jawa Tengah selanjutnya.

Kata kunci : *inflasi, regresi kernel.*

1. PENDAHULUAN

Inflasi merupakan proses menurunnya nilai mata uang secara kontinu. Tingkat inflasi di Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan negara berkembang lainnya. Negara berkembang lain mengalami tingkat inflasi antara 3% sampai 5% pada periode 2005-2014 sedangkan Indonesia memiliki rata-rata tingkat inflasi tahunan sekitar 8,5% dalam periode yang sama. Setiap tahun puncak inflasi terjadi dalam dua periode, salah satunya yaitu periode Juli-Agustus. Pada bulan Juli 2015 inflasi di Provinsi Jawa Tengah sebesar 0,92% lebih tinggi dibandingkan dengan Provinsi Jawa Timur yang mengalami inflasi sebesar 0,51% dan Provinsi Jawa Barat sebesar 0,79%. Tingkat inflasi di Provinsi Jawa Tengah tersebut mendekati tingkat inflasi Nasional yaitu 0,93%. (Badan Pusat Statistik). Tingginya tingkat inflasi akan menurunkan daya beli uang dan mengurangi tingkat pendapatan riil para investor dari investasinya.

Data inflasi merupakan salah satu data finansial yang terus berfluktuasi. Jika data tersebut dimodelkan dengan model parametrik maka akan ditemukan

permasalahan karena adanya asumsi yang harus dipenuhi. Regresi nonparametrik merupakan metode statistika yang dapat digunakan dengan mengabaikan asumsi-asumsi yang melandasi penggunaan metode statistika parametrik, terutama yang berkaitan dengan distribusi normal. Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi karena tidak mengasumsikan bentuk kurva regresi (Eubank[4]). Metode regresi nonparametrik kernel dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyelesaikan permasalahan data yang fluktuatif dikarenakan pada regresi nonparametrik tidak diperlukan asumsi-asumsi khusus yang harus dipenuhi (Kurniasih[6]). Menurut Suparti[7], salah satu model nonparametrik yang dapat digunakan untuk memodelkan data adalah model regresi kernel. Menurut Budiantara dan Mulianah yang dikutip oleh Kurniasih[6], beberapa kelebihan estimator kernel adalah fleksibel, bentuk matematisnya mudah, dan dapat mencapai tingkat kekonvergenan yang relatif cepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan regresi kernel untuk memprediksi inflasi di Provinsi Jawa Tengah.

2. Estimator Densitas Kernel

Pendekatan kernel memiliki bentuk yang lebih fleksibel dan perhitungan matematikanya mudah dikerjakan. karena pada regresi nonparametrik tidak diperlukan informasi mengenai fungsi regresi dan $m(x)$ akan mengikuti bentuk data, atau dengan kata lain data diharapkan mencari sendiri bentuk pendugaan kurva regresi (Eubank[4]). Estimator densitas kernel adalah

$$\hat{f}(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{nh} K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} K_h(x - X_i)$$

(Wang,B dan Wang,X[8])

terlihat bahwa $\hat{f}(x)$ tergantung pada fungsi kernel K dan parameter pemulus h , yang disebut *bandwidth*. Fungsi kernel dinotasikan $K(x)$ merupakan suatu fungsi yang kontinu, simetris, terbatas dan $\int_{-\infty}^{\infty} K(x)dx = 1$. Fungsi kernel yang digunakan dalam penelitian ini

1. Kernel Triangle : $K(x) = (1 - |x|)I(|x| \leq 1)$
2. Kernel Gauss : $K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

dengan I adalah indikator

3. REGRESI KERNEL

Regresi kernel adalah teknik regresi nonparametrik untuk mengestimasi fungsi regresi $m(X_i)$ pada model regresi nonparametrik $Y_i = m(X_i) + \varepsilon_i$. Nadaraya dan Watson pada tahun 1964 mendefinisikan estimator regresi kernel yang disebut estimator Nadaraya-Watson :

$$\hat{m}(x) = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n K_h(x - X_i) Y_i}{n^{-1} \sum_{i=1}^n K_h(x - X_i)}$$

$$\hat{m}(x) = n^{-1} \sum_{i=1}^n W_{hi}(x) Y_i$$

$$W_{hi}(x) = \frac{K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)}$$

dengan

X_i : variabel prediktor data ke- i

Y_i : variabel respon data ke- i

$\hat{m}(x)$: taksiran fungsi regresi

$W_{hi}(x)$: fungsi pembobot

4. PEMILIHAN BANDWIDTH OPTIMAL

Menurut Hardle [3] pemilihan fungsi kernel sebenarnya tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai prediksinya, dan yang paling berpengaruh adalah pemilihan *bandwidth*-nya. *Bandwidth* (h) adalah parameter pemulus (*smoothing*) yang berfungsi untuk mengontrol kemulusan dari kurva yang diestimasi. *Bandwidth* yang terlalu kecil akan menghasilkan kurva yang *undersmoothing* yaitu sangat kasar, dan sebaliknya *bandwidth* yang terlalu lebar akan menghasilkan kurva yang *oversmoothing* yaitu sangat mulus tetapi tidak sesuai

dengan pola data. Oleh karena itu, perlu dipilih *bandwidth* yang optimal. Salah satu metode untuk mendapatkan *bandwidth* yang optimal adalah menggunakan kriteria *Cross Validation* (CV). Metode *Cross Validation* sering digunakan karena mudah dihitung dan berlaku untuk setiap model regresi (Demir dan Toktamis[3]). Satu observasi ke- j dikeluarkan ($n-1$) sehingga data yang tersisa digunakan untuk memperoleh pemulusan pada

$$\hat{m}_{h,j}(X_j) = n^{-1} \sum_{i \neq j}^n W_{hi}(X_j) Y_i, j = 1, 2, \dots, n,$$

dengan memodifikasi pemulusan tersebut maka terbentuk fungsi

$$CV(h) = n^{-1} \sum_{j=1}^n [Y_j - \hat{m}_{h,j}(X_j)]^2 \quad (\text{Hardle}[5])$$

Secara umum, kriteria pemilihan estimator terbaik didasarkan pada selisih antara nilai pengamatan Y_i dan nilai prediksi \hat{Y}_i yang diperoleh dengan mengestimasi model. Estimator terbaik adalah yang memiliki nilai *Mean Square Error* (MSE) terkecil (Aljuhani dan Al turk[1]).

5. METODE PENELITIAN

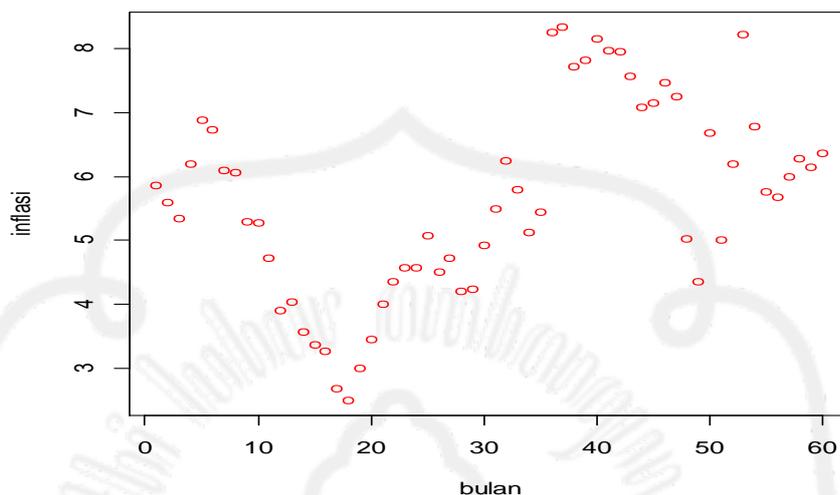
Dalam penelitian ini digunakan data inflasi tahunan Provinsi Jawa Tengah periode Juli 2010 sampai Juli 2015 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik[1]. Terdapat dua variabel yaitu variabel prediktor berupa data inflasi tahunan mulai bulan ke Juli 2010 dan variabel respon berupa data inflasi mulai bulan Agustus 2010.

Langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat *scatterplot* data inflasi. Selanjutnya pemilihan fungsi kernel Triangle dan fungsi kernel Gauss. Dari fungsi tersebut dicari nilai *bandwidth* optimal dari masing-masing fungsi kernel. Selanjutnya membandingkan nilai MSE antara fungsi kernel Triangle dan fungsi kernel Gauss. Dari hasil MSE didapatkan model kernel. Kemudian menentukan prediksi nilai inflasi menggunakan model regresi kernel dengan fungsi kernel Triangle.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Deskripsi Data Inflasi di Provinsi Jawa Tengah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari Badan Pusat Statistik

Provinsi Jawa Tengah[2]. Terdapat dua variabel yaitu variabel prediktor berupa data inflasi pada bulan ke $i-1$ dan variabel respon berupa data inflasi pada bulan ke i , dengan $i=2$. Pertama, ditampilkan grafik titik antara bulan dan inflasi data ke 1,2,3...,61.



Gambar 1. Scatterplot inflasi

Gambar 1. menunjukkan inflasi di Provinsi Jawa Tengah dari bulan Juli 2010 sampai dengan bulan Juli 2015 yang berfluktuasi. Pada bulan Juli 2010 inflasi di Provinsi Jawa Tengah sebesar 5,77%. Pada Juli 2011 inflasi menurun menjadi 3,91% kemudian naik menjadi 4,57% pada Juli 2012. Bulan Juli 2013 Inflasi naik menjadi 8,26% kemudian pada Juli 2014 inflasi di Provinsi Jawa Tengah menurun menjadi 5,03% dan Juli 2015 inflasi naik menjadi 6,36%. Hal ini menunjukkan dari tahun ke tahun inflasi di Provinsi Jawa Tengah mengalami fluktuasi.

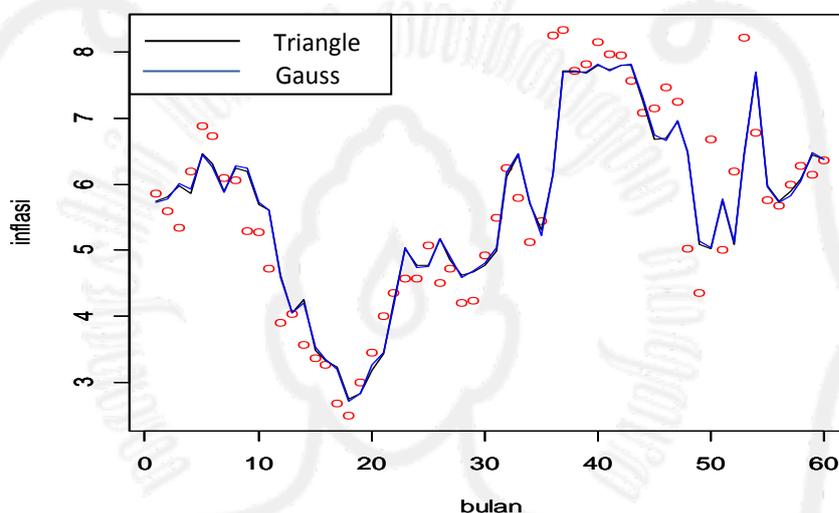
6.2 Model Regresi Kernel. Hasil estimasi data inflasi Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan fungsi kernel triangle dan fungsi kernel gauss. Penentuan *bandwidth* yang optimal bergantung pada CV yang minimum. Nilai *bandwidth* didasarkan pada kriteria CV minimum dengan *software* R pada selang kenaikan nilai h sebesar 0,01.

Dengan menggunakan fungsi kernel Triangle dan fungsi kernel Gauss diperoleh nilai CV minimum dan *bandwidth* optimal yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *bandwidth* dan CV dari masing-masing fungsi kernel

fungsi kernel	<i>Bandwidth</i> (<i>h</i>)	CV minimum
Triangle	0,38	$1,570954 \times 10^{-6}$
Gauss	0,15	0,002724599

Setelah diperoleh nilai *bandwidth* yang optimal berdasarkan kriteria CV, kemudian dilakukan estimasi model regresi nonparametrik dengan fungsi kernel Triangle dan fungsi kernel Gauss. Perbandingan kurva regresi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan kurva regresi kernel Triangle dan kernel Gauss

Gambar 2. menunjukkan perbandingan kurva regresi kernel triangle dan fungsi kernel Gaussian. Dari Gambar 2. terlihat kurva regresi kernel Triangle dan kernel Gauss yang sangat berimpit. Hasil estimasi kurva regresi kernel Triangle dan kernel Gauss menghasilkan kurva regresi yang sangat mirip. Untuk menentukan estimator terbaik dapat dilihat dari tingkat kesalahannya. Perbandingan nilai MSE antara estimator kernel Triangle dan kernel Gauss dengan *bandwidth* optimal untuk masing-masing fungsi kernel tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai MSE dari masing-masing fungsi kernel

	Triangle	Gauss
<i>Bandwidth</i>	0,38	0,15
MSE	0,4039329	0,4061133

Berdasarkan perbandingan nilai MSE maka dapat diketahui bahwa estimator kernel Triangle merupakan estimator terbaik untuk data Inflasi di Provinsi Jawa Tengah.

Perbandingan nilai MSE fungsi kernel Triangle dan fungsi kernel Gauss menunjukkan hasil yang hampir sama. Berdasarkan bentuk kurva regresi yang sangat mirip dan hasil nilai MSE yang hampir sama maka dapat disimpulkan bahwa pemilihan *bandwidth* yang optimal lebih penting daripada fungsi kernel.

Model regresi kernel dengan menggunakan estimator Nadaraya-Watson dengan *bandwidth* optimal sebesar 0,38 maka estimator kernel Triangle yang dihasilkan adalah

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\left(1 - \left| \frac{x - X_i}{0,38} \right| \right) I Y_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left(1 - \left| \left(\frac{x - X_i}{0,38} \right) \right| \right) I}$$

dengan

$$I = 1 \text{ jika } \left(\frac{x - X_i}{0,38} \right) \leq 1$$

$$I = 0 \text{ jika } \left(\frac{x - X_i}{0,38} \right) > 1$$

6.3 Prediksi Inflasi di Provinsi Jawa Tengah. Estimator kernel Triangle digunakan untuk memprediksi nilai Y yang akan datang dan dibandingkan dengan nilai Y aktualnya seperti yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi inflasi dengan fungsi kernel triangle

Bulan	Prediksi inflasi	Inflasi aktual
Juli 2015	6,387135	6,36
Agustus 2015	6,43418	6,18
September 2015	6,422995	5,78
Oktober 2015	5,729575	5,20

Prediksi Inflasi di Provinsi Jawa Tengah..... F. Suryandari, S. Subanti, B. Winarno

November 2015	5,377544	4,02
Desember 2015	4,170008	2,73
Januari 2016	2,8125	3,58
Februari 2016	3,512444	3,98
Maret 2016	4,117143	4,21
April 2016	4,696441	3,56
Mei 2016	3,486458	3,17
Juni 2016	3,197368	2,96
Juli 2016	3,163654	3,05
Agustus 2016	3,189091	2,46
September 2016	2,8332	2,71
Oktober 2016	2,787581	2,81
November 2016	2,898333	3,15
Desember 2016	3,102826	-

6. KESIMPULAN

Model regresi kernel untuk data Inflasi di Provinsi Jawa Tengah adalah model regresi kernel dengan fungsi kernel triangle dengan *bandwidth* optimal sebesar 0,38 dan nilai MSE adalah 0,4039329. Dan hasil prediksi inflasi di Provinsi Jawa Tengah pada bulan Juli 2015 sampai bulan November 2016 dengan menggunakan model regresi kernel terbaik seperti Tabel 3.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aljuhani, K.L dan Al turk, L.I. *Modification of the Adaptive Nadaraya-Watson Kernel Regression Estimator*. Scientific Research and Essays Vol. 9(22), pp 966—71, 2014.doi:10.5897/sre2014.6121.
- [2] Badan Pusat Statistik. <http://www.jateng.bps.go.id/> (diakses tanggal 9 Mei 2016)

-
- [3] Demir,S. dan Toktamis,O. *On The Adaptive Nadaraya-Watson Kernel Regression Estimators*. Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics Volume 19(3), 429-437, 2010.
- [4] Eubank, R.L. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. Marcel Dekker, New York, 1999.
- [5] Hardle, W. *Smoothing Techniques with Implementation in S*. New York : Springer- Verlag, 1991.
- [6] Kurniasih, D. *Efisiensi Relatif Estimator Fungsi Kernel Gaussian Terhadap Estimator Polinomial Dalam Peramalan USD Terhadap JPY*. Skripsi. Semarang:Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [7] Suparti. *Analisis Data Inflasi di Indonesia menggunakan Model Regresi Spline*. Media Statistika, Vol. 6, No. 1, 2013.
- [8] Wang, B. dan Wang, X. *Bandwidth Selection for Weighted Kernel Density Estimation*. Electronic Journal of Statistics Vol. 0 (0000), ISSN: 1935-7524.2007.doi: 10.1214/154957804100000000.
- 