

PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK DENGAN ESTIMATOR KERNEL PADA DATA PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA

Anis Setyoningrum, Sri Subanti², dan Isnandar Slamet³

^{1,2,3}Program Studi Statistika FMIPA Universitas Sebelas Maret

e-mail :¹anissetyoningrum22@student.uns.ac.id,²srisubanti@staff.uns.ac.id,³isnandarlamet@staff.uns.ac.id,

ABSTRACT

Regression analysis is a method used to determine the relationship between two / more random variables. Regression analysis is divided into parametric regression and nonparametric regression. When the pattern of the relationship between the dependent variable and the independent variable is not known, nonparametric regression can be used. This study aims to analyze data on Indonesia's economic growth expressed in Gross Domestic Product (GDP) during the period January 2017 to July 2020. Economic growth is a process of changing economic conditions in a country for a better direction during a certain period. Economic growth is a long-term macroeconomic problem. Every country certainly expects to have a high level of economic growth, especially for developing countries. This is because the higher the economic growth, the level of prosperity and welfare of the people in that country will also be high. Economic growth can be measured using Gross Domestic Product. There are many factors that affect economic growth, so it is important to carry out an analysis to determine the factors that affect economic growth. This study uses three factors that are thought to affect economic growth, namely import value, inflation, and the money supply. The method used in this research is kernel nonparametric regression analysis with Nadaraya Watson estimator and Gaussian function. The results showed that the optimal bandwidth is 7380,166; 8,80867; and 39.80395. The accuracy of the resulting model is calculated using the coefficient of determination and the value is 99.23% and the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is 0.29%.

Keywords : Economic Growth, Kernel, Nonparametric Regression

INTISARI

Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua/ lebih variabel acak. Analisis regresi terbagi menjadi regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Ketika tidak diketahui pola hubungan antara variabel dependen dan variabel independen maka analisis regresi nonparametrik dapat digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data pertumbuhan ekonomi Indonesia yang dinyatakan dalam Produk Domestik Bruto (PDB) selama periode bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Juli 2020. Pertumbuhan ekonomi adalah proses perubahan kondisi perekonomian suatu negara ke arah yang lebih baik selama periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi merupakan masalah makroekonomi jangka panjang. Setiap negara tentu mengharapkan memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi, terutama bagi negara berkembang hal ini dikarenakan semakin tinggi pertumbuhan ekonomi maka tingkat kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat di negara tersebut juga akan tinggi. Pertumbuhan ekonomi dapat diukur menggunakan data Produk Domestik Bruto. Ada banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi, sehingga penting untuk melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Pada penelitian ini menggunakan tiga faktor yang diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi yaitu nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya Watson dan fungsi Gaussian. Hasil penelitian menunjukkan bandwidth optimal sebesar 7380,166; 8,80867; dan 39,80395. Ketepatan model yang dihasilkan dihitung dengan koefisien determinansi dan didapatkan nilai sebesar 99,23% dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 0,29%.

Kata kunci : Kernel, Pertumbuhan Ekonomi, Regresi Nonparametrik

1. PENDAHULUAN

Suatu negara dari waktu ke waktu pasti mengalami perubahan kondisi ekonomi. Kondisi ekonomi dapat diukur menggunakan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi adalah proses perubahan kondisi perekonomian suatu negara ke arah yang lebih baik selama periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi menunjukkan

pertumbuhan dari produksi barang dan jasa di suatu wilayah pada periode waktu tertentu. Pertumbuhan ekonomi dapat diukur menggunakan data Produk Domestik Bruto (PDB) (BPS,2020). Pertumbuhan ekonomi merupakan masalah makroekonomi jangka panjang. Setiap negara tentu mengharapkan memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi, terutama bagi negara berkembang hal ini dikarenakan semakin tinggi pertumbuhan ekonomi maka tingkat kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat di negara tersebut juga akan tinggi. Kestabilan ekonomi dapat tercermin dari terkendalinya tingkat inflasi. Inflasi adalah kecenderungan naiknya harga barang dan jasa yang berlangsung secara terus menerus pada periode waktu tertentu. Jika suatu negara mengalami inflasi yang tinggi, maka akan menyebabkan harga-harga barang di negara tersebut menjadi lebih mahal daripada di negara lain. Sehingga, penduduk negara akan lebih banyak melakukan impor. Impor adalah perdagangan dengan cara memasukkan barang dari luar negeri ke Indonesia dengan memenuhi aturan yang berlaku. Besarnya jumlah impor harus dapat dikendalikan. Jika Indonesia melakukan impor yang terlalu besar maka akan menurunkan produksi dalam negeri (Ismanto, dkk 2019). Uang beredar merupakan semua jenis uang yang ada di dalam suatu perekonomian. Uang beredar meliputi uang kartal, uang giral, uang kuasi, dan surat berharga selain saham. Apabila terjadi kelebihan jumlah uang yang beredar maka bank Indonesia akan mengambil kebijakan untuk menurunkan tingkat suku bunga. Kondisi ini akan mendorong investasi, yang pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

Salah satu analisis statistika yang digunakan untuk pemodelan adalah regresi. Analisis regresi merupakan salah satu metode analisis data untuk menggambarkan hubungan antara dua atau lebih variabel. Analisis regresi terbagi menjadi dua jenis yaitu regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Salah satu metode regresi nonparametrik yang sering digunakan adalah regresi kernel, karena memiliki bentuk yang fleksibel sehingga mudah dikerjakan dan mempunyai rata-rata kekonvergenan yang relatif cepat (Hardle,1990). Pada regresi kernel dikenal suatu estimator yang digunakan untuk mengestimasi fungsi regresi. Terdapat tiga macam estimator kernel, yakni estimator Nadaraya-Watson, estimator Priestley-Chao, dan estimator Gasser-Muller (Halim,2006). Estimator Nadaraya-Watson adalah estimator yang paling sering digunakan. Hal yang penting dalam regresi kernel adalah fungsi kernel dan pemilihan bandwith. Ada beberapa jenis fungsi kernel yang dapat digunakan antara lain fungsi *uniform*, fungsi *triangle*, fungsi *epanechnikov*, fungsi *triweight*, fungsi *gaussian*, fungsi cosinus, fungsi kuadrat, dan fungsi *tricube*. Fungsi yang paling sering digunakan adalah fungsi kernel *gaussian* karena mudah dalam perhitungan. Bandwith dari regresi kernel merupakan variabel bebas yang memiliki pengaruh yang kuat terhadap perkiraan yang dihasilkan. Bandwith yang terlalu kecil akan menyebabkan kurva yang dihasilkan kurang mulus sehingga plot hasil estimasi model akan kasar dan berliuk-liuk. Jika nilai bandwith terlalu besar maka kurva yang dihasilkan akan terlalu mulus sehingga plot hasil estimasi model akan menjauhi plot data awal. (Purwanti, 2019). Pemilihan bandwith yang optimal berdasarkan kriteria *cross validation* (CV) terkecil.

Penggunaan regresi nonparametrik dapat digunakan pada beberapa jenis data, salah satunya data runtun waktu, karena data runtun waktu sering fluktuatif dan memiliki eror yang berkorelasi sehingga tidak memenuhi asumsi autokorelasi (Wuleng, Islamiyati, & Herdiani, 2014). Karena tidak memenuhi asumsi autokorelasi maka tidak dapat dianalisis dengan regresi parametrik sehingga metode yang tepat adalah regresi nonparametrik. Data pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu data runtun waktu yang selalu mengalami fluktuasi. Fluktuasi adalah perubahan naik dan turunnya nilai dalam jumlah yang tidak teratur. Fluktuasi ini terjadi karena adanya penurunan

dan kenaikan yang terjadi silih berganti pada produksi, investasi, pendapatan, ketenagakerjaan, harga-harga, dan tingkat suku bunga (Pasaribu, 2014). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan estimasi model regresi nonparametrik menggunakan regresi kernel dengan estimator Nadaraya-Watson dan fungsi *gaussian*. Estimator yang digunakan adalah estimator Nadaraya-Watson. Pemilihan bandwidth menggunakan *cross validation* (CV).

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data bulanan PDB Indonesia periode Januari 2017 sampai dengan Juli 2020 yang diambil dari *website* resmi BPS Indonesia. Sedangkan objek penelitian yang dijadikan variabel independen adalah data nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar selama periode Januari 2017 sampai dengan Juli 2020 dan objek penelitian yang digunakan sebagai variabel dependen adalah data pertumbuhan ekonomi Indonesia yang dinyatakan dengan produk domestik bruto (PDB) periode Januari 2017 sampai Juli 2020.

Penelitian ini akan menggunakan analisis regresi kernel dengan estimator Nadaraya-Watson dan fungsi *gaussian*. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software* R x 64 4.0.3

Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui keeratan antara dua variabel, yaitu variabel independen dengan variabel dependen. Rumus untuk menghitung korelasi (Suliyanto, 2011) adalah

$$r_{XY} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \times \sqrt{(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2)}} \quad (1)$$

dengan r_{XY} adalah korelasi antara variabel independen dengan variabel dependen, X_i adalah variabel independen ke- i , Y_i adalah variabel dependen ke- i , dan n adalah jumlah data.

Regresi nonparametrik digunakan jika bentuk kurva $f(x_i)$ tidak diketahui atau tidak terdapat informasi masa lalu yang lengkap tentang bentuk pola datanya, sehingga pola hubungan antara variabel dependen dan variabel independen tidak diketahui. Dalam banyak kasus, pengamatan-pengamatan yang akan diteliti tidak selalu memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji-uji parametrik sehingga digunakan model regresi nonparametrik yang tidak bergantung pada asumsi-asumsi yang kaku. Pendekatan regresi nonparametrik tetap valid meskipun tidak diperlukan pemenuhan asumsi-asumsi yang kaku. (Eubank, 1988). Ada beberapa teknik yang dapat digunakan dalam regresi nonparametrik, seperti Kernel, Spline, Polinomial Lokal, Jackknife, dan sebagainya. Secara umum model regresi nonparametrik adalah

$$y_i = m(x_i) + e_i \quad (2)$$

dengan :

y_i : variabel dependen ke- i

e_i : eror ke- i yang saling bebas yang menyebar $N \sim (0, \sigma^2)$

$m(x_i)$: fungsi yang mewakili perilaku intrinsik dari data

(Ruppert, dkk, 2003).

Bandwidth dari estimator kernel merupakan variabel bebas yang mempunyai pengaruh yang kuat terhadap perkiraan yang dihasilkan. *Bandwidth* berfungsi untuk menyeimbangkan antara bias dan variansi dari fungsi tersebut. Jika pemilihan nilai bandwidth terlalu kecil maka kurva yang dihasilkan akan kurang mulus yang mengakibatkan plot hasil estimasi model yang berliuk-liuk (*undersmoothing*) dan memiliki bias yang kecil. Jika

nilai bandwidth terlalu besar maka kurva yang dihasilkan akan terlalu mulus yang mengakibatkan plot hasil estimasi model akan menjauhi plot data awal (*oversmoothing*) dan memiliki variansi yang rendah dan bias yang besar (Purwanti, 2019). Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam pemilihan bandwidth yang optimal, salah satu metode yang sering dipakai adalah metode *Cross Validation* (CV).

$$CV(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{m}(x_i))^2 \quad (3)$$

dengan CV adalah *cross validation*, h adalah *bandwidth*, y_i adalah nilai dari variabel dependen ke- i dan $\hat{m}(x_i)$ adalah nilai estimasi ke- i .

Model pendekatan nonparametrik yang umum digunakan adalah estimator kernel. Beberapa kelebihan dari estimator kernel, yaitu:

1. Estimator kernel mempunyai bentuk yang fleksibel dan secara matematik mudah untuk dikerjakan.
2. Estimator kernel mempunyai rata-rata kekonvergenan yang relatif cepat

(Hardle, 1990)

Secara umum, estimator kernel yang paling sering digunakan adalah estimator Nadaraya-Watson, yang dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)} \quad (4)$$

bentuk umum fungsi gaussian adalah:

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}x^2\right) \quad (5)$$

kemudian fungsi tersebut disubstitusikan ke persamaan $m(x)$ menjadi

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^2\right)} \quad (6)$$

Mean Absolute Percentage Error adalah cara untuk menghitung keakuratan pendugaan suatu model.

Rumus MAPE yaitu

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{Y}_i - Y_i}{Y_i} \right|}{n} \times 100\% \quad (7)$$

Dengan n adalah jumlah data, Y_i adalah variabel dependen ke- i , dan \hat{Y}_i adalah nilai estimasi ke- i (Halimi, 2013).

Salah satu metode untuk mengetahui model yang dihasilkan sudah layak atau belum adalah dengan koefisien determinansi (R^2). Koefisien determinansi menggambarkan seberapa besar kontribusi dari variabel independen terhadap variabel dependennya. Nilai R^2 dapat dihitung dengan persamaan

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8)$$

dengan

\hat{y}_i : nilai estimasi variabel dependen ke- i

\bar{y} : nilai rata-rata variabel dependen

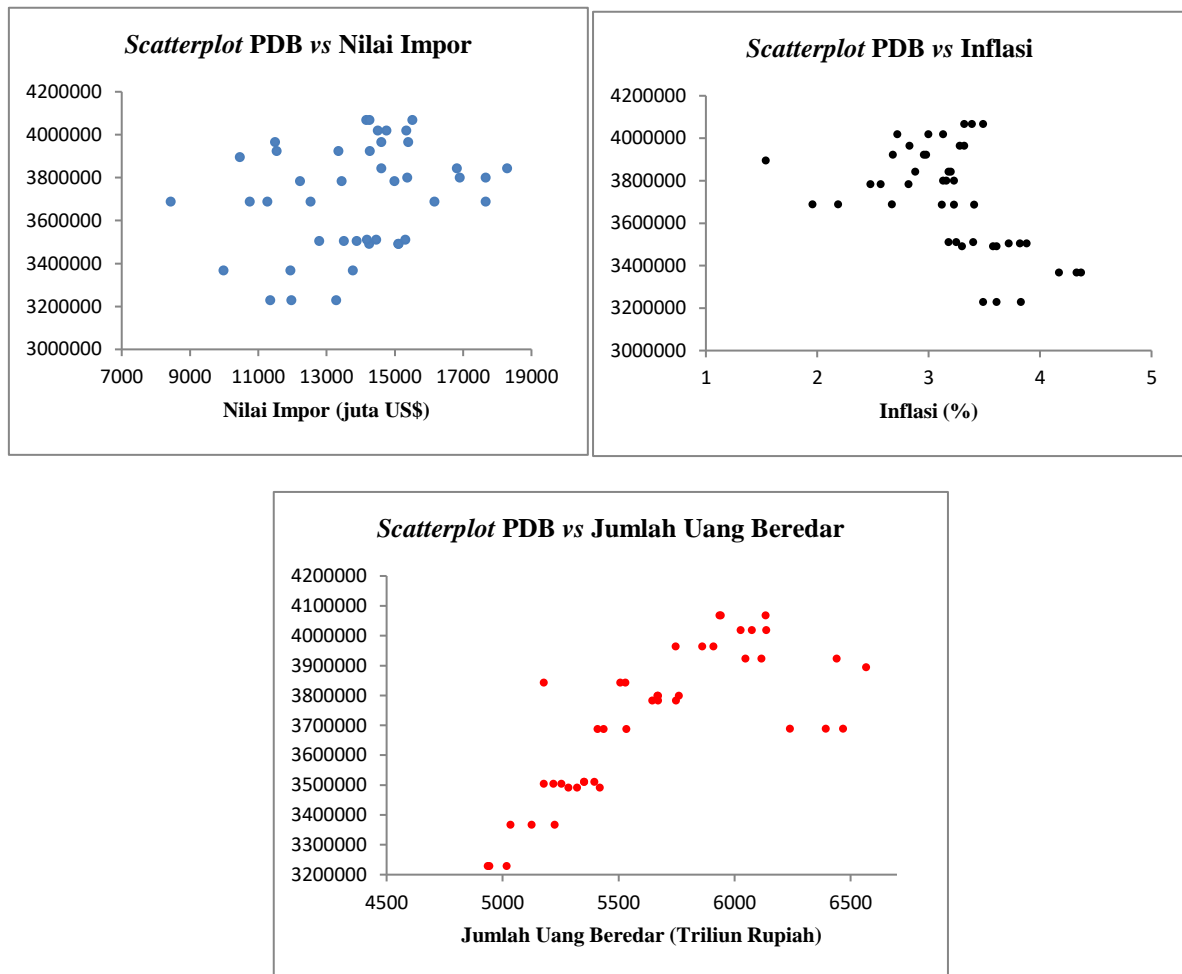
y_i : nilai variabel dependen ke-i.

Nilai koefisien determinansi berada pada interval 0 sampai 1. Semakin besar nilai koefisien determinansi maka model yang dihasilkan akan semakin baik karena mampu menjelaskan lebih banyak data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistika Deskriptif

Scatterplot dari variabel dependen (Pendapatan Domestik Bruto (PDB)) dan variabel independen (nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Scatterplot Variabel Dependen dengan Variabel Independen

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa variabel dependen tidak mengikuti pola hubungan tertentu dengan masing-masing variabel independen. Jika dianalisis menggunakan regresi parametrik akan menemui kendala karena harus memenuhi asumsi-asumsi tertentu atau biasa dikenal dengan asumsi klasik, sehingga, data akan dimodelkan menggunakan regresi nonparametrik kernel yang tidak membutuhkan pemenuhan asumsi tertentu, dalam penelitian ini akan menggunakan estimator kernel Nadaraya Watson dan fungsi Gaussian.

3.2 Analisis Korelasi

Setelah menentukan statistik deskripsif data, langkah selanjutnya menghitung korelasi antara variabel

dependen dengan masing-masing variabel independen. Nilai korelasi yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Nilai Korelasi

Variabel	Korelasi pearson	p-value
Nilai impor dengan PDB	0,273	0,077
Inflasi dengan PDB	-0.522	0,000
Jumlah uang beredar dengan PDB	0,760	0,000

berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa masing-masing variabel independen memiliki korelasi terhadap variabel dependen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen memiliki pengaruh terhadap variabel dependen.

3.3 Pemilihan Bandwith Optimal

Untuk memodelkan data dengan regresi nonparametrik kernel, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan bandwith optimal. Pemilihan bandwith berpengaruh terhadap kemulusan grafik yang akan diperoleh. Oleh karena itu diperlukan bandwith yang optimal dengan kesalahan estimasi yang tidak terlalu besar menggunakan cross validation. Dengan menggunakan software R diperoleh nilai bandwith yang optimal yaitu

Tabel 2. Nilai Bandwith dan CV Minimum

Keterangan	h_1	h_2	h_3
Bandwith optimal	7380,166	8,580867	39,80395
CV minimum = 459072521,2			

3.4 Regresi Nonparametrik

Setelah diperoleh nilai bandwith optimal maka model regresi non parametrik dengan estimator Nadaraya Watson dapat ditulis sebagai berikut, dengan h_j tertera pada Tabel 2.

$$m(x_i) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_i}{h_j}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_i}{h_j}\right)^2\right)}$$

3.5 Prediksi

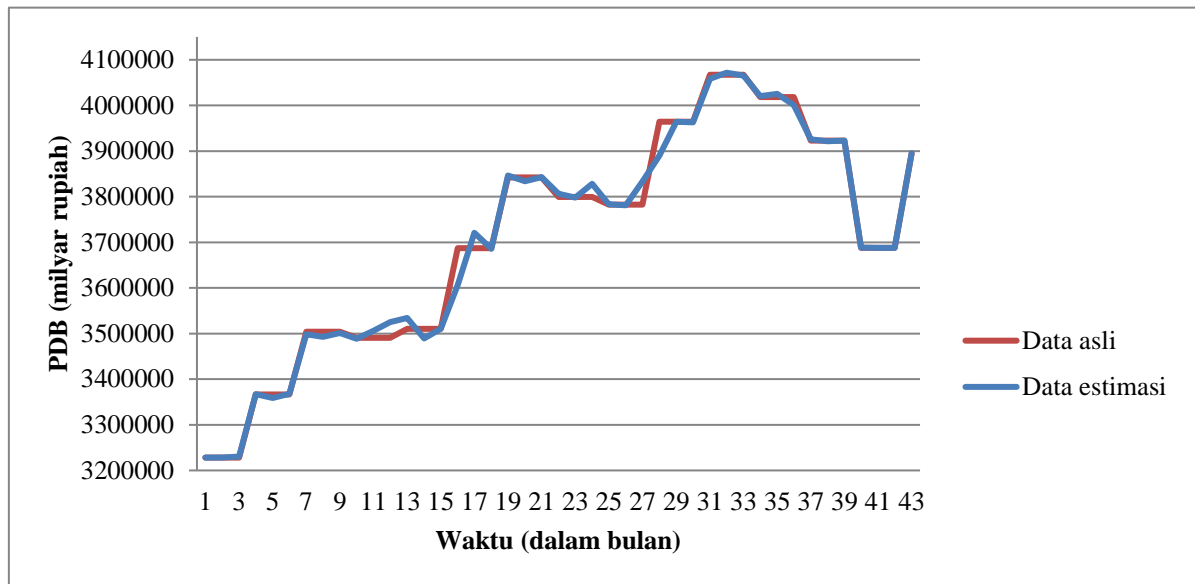
Hasil estimasi dari PDB di Indonesia menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan variabel yang mempengaruhi adalah nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar dapat dilihat pada Tabel. 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Estimasi Data PDB Indonesia

No.	Waktu	Data aktual	Data estimasi
1	Januari 2017	3228172	3228168
2	Februari 2017	3228172	3228177
3	Maret 2017	3228172	3230350
4	April 2017	3366787	3367376
5	Mei 2017	3366787	3359053

6	Juni 2017	3366787	3367978
7	Juli 2017	3504139	3498625
8	Agustus 2017	3504139	3493087
9	September 2017	3504139	3500924
10	Oktober 2017	3490728	3488588
11	November 2017	3490728	3506118
12	Desember 2017	3490728	3524802
13	Januari 2018	3510363	3534408
14	Februari 2018	3510363	3489305
15	Maret 2018	3510363	3510145
16	April 2018	3686836	3606397
17	Mei 2018	3686836	3720493
18	Juni 2018	3686836	3685711
19	Juli 2018	3842343	3846558
20	Agustus 2018	3842343	3833739
21	September 2018	3842343	3842859
22	Oktober 2018	3799214	3806234
23	November 2018	3799214	3798308
24	Desember 2018	3799214	3828070
25	Januari 2019	3782627	3783441
26	Februari 2019	3782627	3781007
27	Maret 2019	3782627	3832852
28	April 2019	3964191	3890031
29	Mei 2019	3964191	3964297
30	Juni 2019	3964191	3963109
31	Juli 2019	4067227	4058474
32	Agustus 2019	4067227	4071687
33	September 2019	4067227	4065485
34	Oktober 2019	4018491	4020260
35	November 2019	4018491	4025331
36	Desember 2019	4018491	4000572
37	Januari 2020	3922557	3925424
38	Februari 2020	3922557	3921279
39	Maret 2020	3922557	3922557
40	April 2020	3687807	3688391
41	Mei 2020	3687807	3687807
42	Juni 2020	3687807	3687819
43	Juli 2020	3894617	3894617

Adapun perbandingan antara data asli dengan data estimasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Perbandingan antara Data Pertumbuhan Ekonomi yang Asli dengan Data Hasil Estimasi

3.6 Kelayakan model

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen adalah dengan menghitung koefisien determinansi. Hasil dari koefisien determinansi sebesar 0,9923, yang artinya bahwa variabel dependen dijelaskan oleh variabel independen (nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar) sebesar 99,23%, ini juga berarti bahwa model sudah sangat baik. Selanjutnya, untuk mengukur keakuratan estimasi dari model regresi nonparametrik kernel dilakukan dengan menghitung nilai MAPE. Hasil perhitungan MAPE dari model yang diperoleh adalah sebesar 0,00292259 atau 0,29%, karena nilai MAPE sangat kecil maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan estimasi sudah sangat baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa data pertumbuhan ekonomi dapat dimodelkan dengan regresi nonparametrik kernel, dengan *bandwith* optimal sebesar 7380,166;8,80867; dan 39,80395. Ketepatan model yang dihasilkan dihitung dengan koefisien determinansi dan didapatkan nilai sebesar 99,23% artinya model sangat baik karena data estimasi dapat dijelaskan oleh variabel independen yaitu nilai impor, inflasi, dan jumlah uang beredar sebesar 99,23% dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0,29%, yang artinya kemampuan estimasi sudah sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2020). Pertumbuhan Ekonomi. Diakses 10 Februari 2021, dari <http://www.bps.go.id>
- Eubank,R. 1988. Spline Smoothing and Nonparametric Regression. Marcel Dekker. New York.Gatawa, N. A. (2017). Impact of money supply and inflation on economic growth in nigeria (1973-2013). *Journal of Economics and Finance*, 8 (3), 26-37.

- Halim, S. D. (2006). Fungsi-Fungsi Kernel pada Metode Regresi Nonparametrik dan Aplikasinya pada Priest River Experimental Forest's Data. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 73-81.
- Halimi, R. (2013). Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk Dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik Pomits*, 1, 1-6.
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ismanto, B., Rina, L., & Kristini, M. A. (2019). Pengaruh Kurs dan Impor terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Periode Tahun 2007-2017. *Jurnal Ecodunamika*, 2(1).
- Ma'ruf, A., & Wihastuti, L. (2008). Pertumbuhan Ekonomi Indonesia : Determinan dan Prospeknya. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 9(1), 44-55.
- Pasaribu, R. B. (2014). *Teori Ekonomi Makro II Fluktuasi Ekonomi dan Siklus Bisnis*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Purwanti, I. (2019). Regresi Nonparametrik Kernel Menggunakan Estimator Nadaraya- Watson dalam Data Time Series (Studi Kasus: Tingkat Suku Bunga, Kurs, Inflasi, Jumlah Uang yang Beredar Terhadap Indeks Saham Syariah Indonesia). Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carrol, R. J. (2003). *Semiparametric Regression*. United Kingdom: Cambridge University.
- Suliyanto. (2011). *Ekonometri Terapan: Teori & Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: ANDI.
- Warkawani, C. M., Chrispur, N., & Widiawati, D. (2020). Pengaruh Jumlah Uang Beredar dan Tingkat Inflasi Terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia Tahun 2008-2017. *Journal of Regional Economics Indonesia*, 1(1), 14-32.
- Wuleng, A. T., Islamiyati, A., & Herdiani, E. T. (2014). *Pemodelan Data Time Series dengan Penalized Spline Filter*. Diakses tanggal 1 Maret 2021, dari. <http://core.ac.uk/download/pdf/25496087.pdf>.