



Implementasi Pendekatan Regresi Nonparametrik Deret Fourier terhadap Produksi Pupuk

Aris Fakhri Muhammadiyah^{1*}, Rahkhmat Kurniawan²

^{1*,2}Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: arisfakhrimuhammadiyah@gmail.com

Abstrak

Pertanian merupakan salah satu sumber ekonomi bangsa. Banyak penduduk Indonesia yang berprofesi sebagai petani, produksi pertanian pada dasarnya adalah bagaimana meningkatnya hasil dengan kualitas dan kuantitas maksimal dengan menggunakan pupuk, obat minimal, untuk memanfaatkan keterbatasan sumber daya alam. Untuk memenuhi kebutuhan pangan di Provinsi Aceh yang sering mengalami perubahan pada jumlah produksi tanaman pangan yang tidak menentu tiap tahunnya, pemerintah akan terus berupaya untuk meningkatkan hasil pertanian, Maka diperlukan suatu sistem untuk melakukan prediksi terhadap hasil pertanian yang ada di Provinsi Aceh berdasarkan luas lahan dan produksi pupuk di tiap tahunnya. Dalam melakukan taksiran harga terdapat berbagai cara salah satunya adalah dengan melakukan metode pendekatan regresi. Pendekatan regresi nonparametrik telah banyak dikembangkan, salah satunya yaitu menggunakan deret Fourier. Teori deret fourier yaitu merupakan pola data yang berulang yang dimana pengulangan data terhadap nilai variabel dependen terhadap nilai variabel independen yang berbeda-beda Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan odell Regresi Nonparametrik Deret Fourier untuk fluktuasi Model regresi nonparametrik deret fourier dengan $K = 6$ menghasilkan model dengan $R^2 = 90,9\%$.

Kata kunci— regresi, nonparametrik fourier, pupuk

Abstract

Agriculture is one of the nation's economic resources. Many Indonesians work as farmers, agricultural production is basically how to increase yields with maximum quality and quantity by using minimal fertilizer and medicine, to take advantage of limited natural resources. To meet food needs in Aceh Province, which often experiences changes in the amount of food crop production that is uncertain each year, the government will continue to strive to increase agricultural output. So a system is needed to predict agricultural output in Aceh Province based on land area and fertilizer production each year. There are various ways to estimate prices, one of which is using a regression approach method. Many nonparametric regression approaches have been developed, one of which is using the Fourier series. Fourier series theory is a repeating data pattern in which the data repeats the value of the dependent variable against the value of the independent variable which is different. Based on the results of the discussion that has been carried out, it can be concluded that the Fourier Series Nonparametric Regression Model for

fluctuations is the Fourier Series nonparametric regression model with $K = 6$ produces a model with $R^2 = 90.9\%$.

Keywords— *regression, nonparametric fourier, fertilizer*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara terbesar di Asia Tenggara yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 270.203.917 jiwa. Seiring bertambahnya jumlah penduduk juga diikuti oleh pemenuhan kebutuhan pokok yang menjadi hal penting bagi setiap orang. Suatu negara dikatakan maju apabila penduduknya mampu memenuhi kebutuhan pokoknya sendiri. Pertumbuhan ekonomi merupakan gambaran dan juga suatu tolak ukur sejauh mana aktivitas perekonomian suatu negara dapat menghasilkan pendapatan bagi masyarakat suatu negara itu sendiri pada periode tertentu karena keberhasilan pembangunan suatu negara terletak pada pertumbuhan ekonominya [1].

Pertanian merupakan salah satu sumber ekonomi bangsa. Banyak penduduk Indonesia yang berprofesi sebagai petani, produksi pertanian pada dasarnya adalah bagaimana meningkatnya hasil dengan kualitas dan kuantitas maksimal dengan menggunakan pupuk, obat minimal, untuk memanfaatkan keterbatasan sumber daya alam (air, energy dan kondisi tanah) keterbatasan pupuk dan juga obat menjadikan harga yang tinggi, kondisi cuaca juga yang tidak menentu menjadikan ketersediaan air yang cukup mengganggu pertumbuhan tanaman pangan. Dan masih banyak lagi faktor lain yang mengakibatkan penurunan hasil produksi bahkan sampai gagal panen. Permasalahannya yaitu luas panen yang mengalami perubahan setiap tahunnya berpengaruh pada hasil produksi tanaman pangan, Karena jika luas panen tanaman pangan besar maka hasil produksi akan meningkat dan jika luas panennya kecil maka hasil produksi tanaman pangan menurun. Untuk memenuhi kebutuhan pangan di Provinsi Aceh yang sering mengalami perubahan pada jumlah produksi tanaman pangan yang tidak menentu tiap tahunnya, pemerintah akan terus berupaya untuk meningkatkan hasil pertanian, Maka diperlukan suatu sistem untuk melakukan prediksi terhadap hasil pertanian yang ada di Provinsi Aceh berdasarkan luas lahan dan produksi pupuk di tiap tahunnya. Tujuannya yaitu untuk mengetahui hasil produksi tanaman pangan yang ada di Provinsi Aceh [2].

Pada setiap toko usaha, penjualan merupakan hal yang sangat penting agar toko usaha bisa tetap beroperasi dan mendapatkan penghasilan untuk memproduksi macam-macam produk yang akan dijual. Setiap toko usaha akan bersaing melalui mutu dan kualitas produk agar penjualan bisa tetap naik sesuai yang diharapkan. Toko usaha biasanya menggunakan prediksi atau peramalan pada penjualan produk untuk mengetahui produk apa yang akan lebih banyak terjual pada masa yang akan datang. telah melakukan prediksi penjualan produk hemat energy yang diproduksi dengan melihat statistik data penjualan produk [3].

Dalam melakukan taksiran harga terdapat berbagai cara salah satunya adalah dengan melakukan metode pendekatan regresi. Pendekatan regresi dibagi 3 yaitu regresi parametrik, nonparametrik dan semi parametrik. Metode statistika sangat berperan penting dalam menduga estimasi tinggi muka air laut. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan pendekatan regresi nonparametrik. Pendekatan regresi nonparametrik merupakan metode pendugaan model yang dilakukan berdasarkan pendekatan yang tidak terikat asumsi bentuk kurva regresi tertentu. Salah satu pendekatan regresi nonparametrik adalah menggunakan Deret Fourier. Kelebihan dari pendekatan regresi nonparametrik Deret Fourier adalah mampu mengatasi data yang mempunyai sebaran trigonometri dan pola data berulang (fluktuatif), yaitu pengulangan nilai variabel dependen untuk variabel independen yang berbeda-beda. Suatu pendekatan nonparametrik dilakukan apabila fungsi dari regresi tersebut tidak diketahui bentuk kurva fungsinya [4]. Dalam kasus ini kurva fungsinya tidak diketahui dan belum dapat digambarkan hubungan harga dengan jumlah permintaan barang, hubungan harga dengan faktor alam dan faktor- faktor lainnya. Oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan regersi nonparameterik.

Pendekatan regresi nonparametrik telah banyak dikembangkan, salah satunya yaitu menggunakan deret Fourier. Dalam penelitian yang berjudul *Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator Spline Truncated dan Deret Fourier* menghasilkan kesimpulan bahwa spline truncated merupakan estimator terbaik untuk memodelkan kasus CFR (Case Fatality Rate) akibat DBD di Indonesia karena memiliki nilai CGV dan MSE yang lebih kecil serta nilai koefisien determinasi yang lebih tinggi dibandingkan estimator deret Fourier [5].

Pada penelitian sebelumnya juga yang berjudul *Dampak Kenaikan Harga Komoditas Sembako Terhadap Tingkat Inflasi di Indonesia* yang dimana pada penelitian ini, memaparkan banyak faktor yang mempengaruhi kenaikan barang atau kebutuhan pokok seperti kenaikan harga beras, gula dan bahan sembako lainnya. Penelitian sebelumnya ini mengambil rentang waktu selama 1 tahun mulai dari juni 2017- juni 2018. Dalam penelitian ini di dapatkan hasil bahwa komoditas beras, bawang merah dan cabai merah berpengaruh positif signifikan terhadap tingkat inflasi di Indonesia [6]. Dan kelemahan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah peneliti tidak memaparkan kapan saja terjadi fluktuasi yang menyebabkan terjadinya inflasi di Indonesia.

Akan tetapi, pemodelan regresi nonparametrik menggunakan deret Fourier juga memiliki kelebihan yaitu mampu mengatasi data yang mempunyai sebaran trigonometri yaitu fungsi cosinus. Pola data yang sesuai dengan deret Fourier merupakan pola data yang berulang, yaitu pengulangan terhadap nilai variabel dependen untuk variabel independen yang berbeda-beda [7]. Hasil data yang diolah dengan pendekatan deret Fourier didapatkan model dengan sederhana [8]. Regresi nonparametrik deret Fourier memberikan nilai RMSE lebih kecil dibandingkan nilai RMSE ARIMA [9].

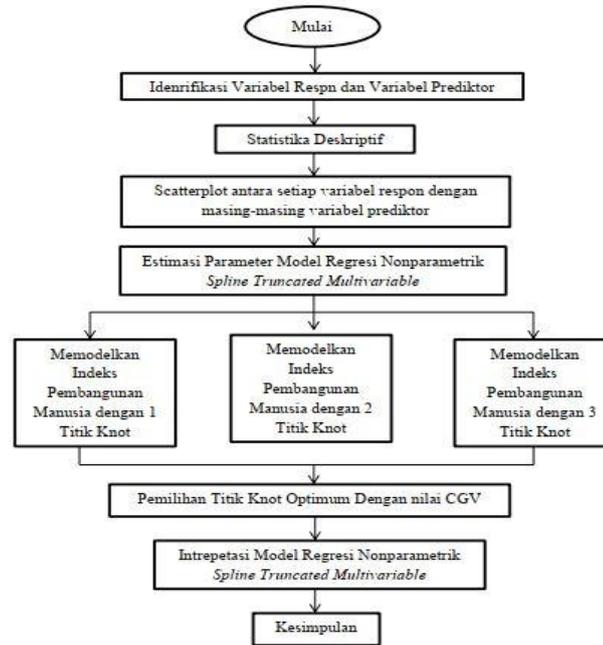
Penjelasan kepada pembaca mengapa dalam kasus ini digunakan deret fourier sebagai metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan penjelasan sebelumnya yang menyatakan bahwa pola data yang sesuai untuk digunakan dalam teori deret fourier yaitu merupakan pola data yang berulang yang dimana pengulangan data terhadap nilai variabel dependen terhadap nilai variabel independen yang berbeda-beda [10]. Penelitian ini penting dilakukan karena sebagai mana kita ketahui harga bahan pokok setiap harinya mengalami ketidak seimbangan dan cenderung mengalami perubahan setiap harinya bergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhinya (variabel independen) terhadap harga bahan pokok (variabel dependen) tersebut. Hal ini lah yang menjadi dasar diggunakan teori Deret Fourier dalam menyelesaikan kasus, dikarenakan data kenaikan harga (fluktuasi) terjadi berulang bergantung kepada faktor yang mempengaruhinya [12]. Selain itu, dengan menggunakan Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data sehingga subjektifitas dari peneliti dapat diminimalisir.

Regresi nonparametrik digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon (Y) dengan variabel prediktor (X) yang tidak diketahui bentuk kurvanya[13]. Deret Fourier adalah fungsi polinomial trigonometri yang mempunyai tingkat fleksibilitas tinggi. Dengan ekspansi ke dalam bentuk deret Fourier, suatu fungsi periodik bisa dinyatakan sebagai jumlahan dari beberapa fungsi harmonis, yaitu fungsi dari sinus dan cosinus, yang termasuk fungsi sinusoidal [14]. Sementara itu untuk kebaikan model regresi nonparametrik dengan pendekatan deret Fourier diukur berdasarkan pemilihan parameter osilasi optimal yang memberikan nilai MSE terkecil. Parameter osilasi optimal dipilih berdasarkan formulasi Generalized Cross Validation (GCV) [15].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pengumpulan data adalah tujuan utama penelitian, bagian paling strategis dari proses ini adalah mengembangkan strategi pengumpulan data. Dalam menerapkan Regresi Nonparametrik Deret Fourier, langkah-langkah yang dilakukan disajikan seperti gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Regresi Nonparametrik Deret Fourier

Maka teknik analisis data dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur.
2. Membuat time series plot antara variabel dependen dengan variabel independen.
3. Memodelkan variabel dependen menggunakan regresi nonparametrik deret Fourier dengan berbagai jumlah knot.
4. Menghitung nilai GCV, MSE dan koefisien determinasi untuk masing- masing model regresi nonparametrik deret Fourier.
5. Menentukan jumlah knot optimal berdasarkan nilai GCV dan MSE yang minimum.
6. Melakukan pemodelan regresi nonparametrik deret Fourier menggunakan jumlah knot optimal
7. Menghitung nilai estimasi parameter.
8. Menarik kesimpulan.

2.2 Jenis Penelitian

Berdasarkan topik permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka penelitian ini dapat diklasifikasikan ke dalam jenis penelitian terapan. Dimana dalam penelitian ini penulis memiliki tujuan untuk memberikan gambaran kepada pembaca mengenai fenomena kenaikan harga pupuk yang tidak menentu. Dalam hal ini penulis berharap dapat menganalisis fluktuasi harga pupuk yang terjadi di kios rumah tani a8 kabupaten aceh singkil. Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan yaitu terdiri atas variabel dependen (Y) dan variabel independen (X_i) karenan dalam fluktuasi harga, sangat dipengaruhi oleh jumlah permintaan barang karena jika permintaan naik maka harga akan naik sedangkan jika permintaan turun maka hargaapun akan turun, jumlah produksi juga sangat menentukan harga karena semakin sedikit produksi maka kemungkinan harga naik akan semakin besar serta biaya oportunitis sebagai biaya tambahan. Vraibel tersebut yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel (satuan)	Keterangan
----------	------------------------	------------

Y	Fluktuasi (Rp)	Ketidaktepatan, guncangan atau gejala naik turunnya suatu harga.
X_1	Permintaan Barang (Kg)	Banyaknya jumlah barang yang diminta pada suatu pasar tertentu dengan tingkat harga tertentu pada tingkat pendapatan tertentu dan dalam periode tertentu.
X_2	Jumlah Produksi (Kg)	Hasil produksi yang seharusnya diproduksi oleh suatu perusahaan dalam satu periode.
X_3	Biaya Oportunitis (Rp)	Ongkos yang berarti harga yang dibayarkan untuk mendapatkan suatu barang atau jasa, seperti jarak yang harus di tempuh ditentukan oleh harga dan banyaknya barang yang di tentukan oleh harga pengiriman.

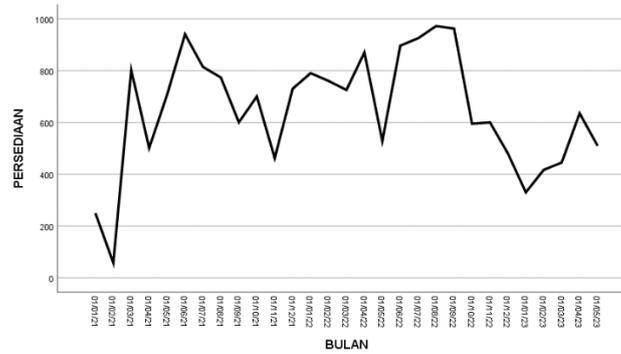
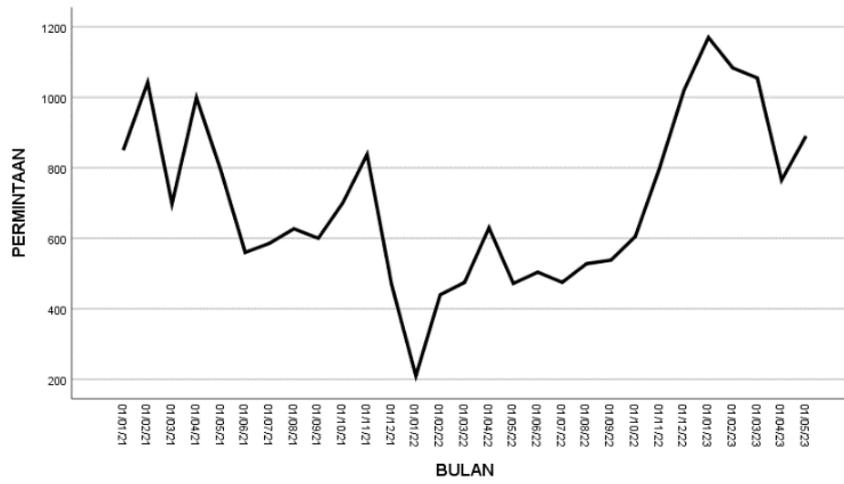
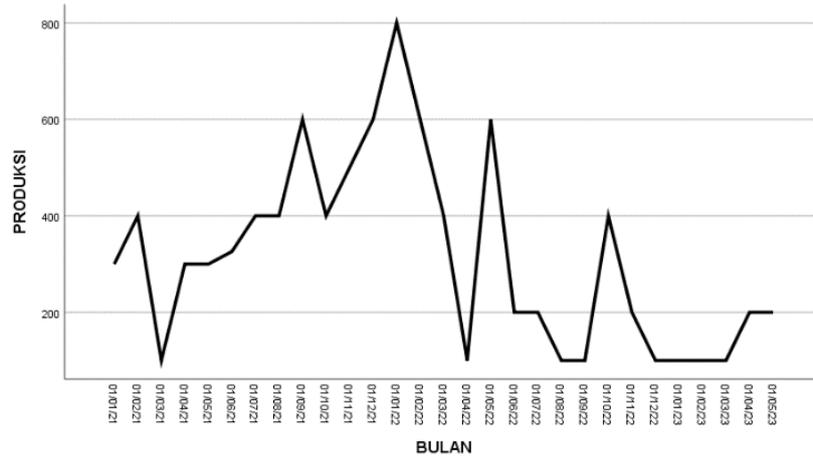
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

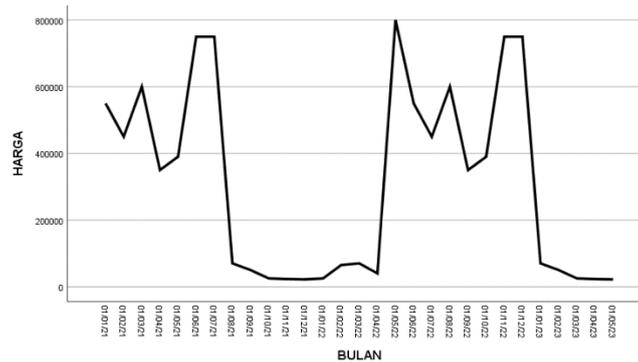
3.1 Hubungan Fluktuasi Harga Produksi dengan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Dalam melakukan pemodelan fluktuasi harga harus diketahui pola data dari kedua variabel tersebut. Analisis terhadap pola data antara variabel dependen fluktuasi produksi pupuk dengan masing-masing variabel, diantaranya permintaan, produksi harga dan persediaan seperti yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Statistik Deskriptive

	PRODUKSI	PERMINTAAN	PERSEDIAAN	HARGA
N	29	29	29	29
Min	100	210	58	22000
Max	800	1170	972	800000
Mean	314.69	704.24	647.48	312413.79
Std. Dev	195.888	236.968	225.392	290821.314
Var	38372.079	56153.833	50801.616	8457703694 5.813





Gambar 1 Pola Data Variabel Y Dan X

Berdasarkan gambar 1 pola hubungan antara variabel dependen (fluktuasi) produksi pupuk dengan variabel independen (permintaan) menunjukkan menyebar diatas angka 0. Penyebaran titik-titik data tidak membentuk pola tertentu. Pola hubungan yang tidak diketahui polanya inilah yang menjadikan penyelesaian masalah ini dengan pendekatan regresi nonparametrik.

3.2 Model Regresi Nonparametrik Deret Fourier Pada Fluktuasi Produksi Pupuk

Berdasarkan deskripsi data menggunakan scatterplot pada gambar 1, maka Model nonparametrik yang digunakan dinyatakan persamaan (1)

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

$$y_i = \sum_{j=1}^t f(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, t$$

$$y_i = f(x_{1i}) + f(x_{2i}) + f(x_{3i}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Estimasi model dengan pendekatan fourier diperoleh persamaan (2)

$$y_i = \beta_0 + b_1 x_{1i} + \sum_{k=1}^K \alpha_{k1} x_{1i} + b_2 x_{2i} + \sum_{k=1}^K \alpha_{k2} x_{2i} + b_3 x_{3i} + \sum_{k=1}^K \alpha_{k3} x_{3i} \quad (2)$$

Dalam regresi nonparametrik deret fourier, sangat bergantung pada jumlah titik knot (K). Titik knot (K) merupakan jumlah dari gelombang cosinus pada model.

Nilai K yang semakin besar akan mengakibatkan model semakin kompleks dan kurva estimasi akan semakin rapat serta mengikuti pola data aktual, sehingga bias akan semakin kecil dan varian semakin besar.

Estimasi deret fourier yang terbaik dalam regresi nonparametrik diperlukan dengan melihat nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari persamaan. Nilai CGV yang diperoleh dari persamaan dan melihat besar nilai MSE dari persamaan yang dihasilkan menggunakan persamaan (3)

$$GCV = \frac{MSE(K)}{(n^{-1} \text{trace}(I-A))^2} \quad (3)$$

Kemudian untuk menentukan MSE digunakan persamaan (4)

$$MSE(K) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4)$$

Selanjutnya rumus untuk menentukan R^2 digunakan persamaan (5)

$$R^2 = \frac{\sum (y_{pred} - y_{rata-rata pred})^2}{\sum (y_{aktual} - y_{rata-rata aktual})^2} \quad (5)$$

Maka dapat dilakukan perhitungan GCV, MSE dan R^2 berdasarkan knot seperti berikut :

1. Knot 1

$$MSE(K = 1) = \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{n}$$

$$MSE(K = 1) = \frac{(36526 - 28146,98)^2}{25}$$

$$MSE(K = 1) = 2808316$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(y_{pred} - y_{rata - rata pred})^2}{(y_{aktual} - y_{rata - rata aktual})^2}$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(2149,98 - 2149,98 - 32179,8)^2}{(36526 - 36535 - 32319,12)^2}$$

$$R^2(K = 1) = 0,991$$

2. Knot

$$MSE(K = 1) = \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{n}$$

$$MSE(K = 1) = \frac{(35903 - 33142)^2}{25}$$

$$MSE(K = 1) = 304922,8$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(y_{pred} - y_{rata - rata pred})^2}{(y_{aktual} - y_{rata - rata aktual})^2}$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(33142 - 40644,5 - 32179,8)^2}{(35903 - 36214,5 - 32310,12)^2}$$

$$R^2(K = 1) = 0,827$$

3. Knot 3

$$MSE(K = 1) = \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{n}$$

$$MSE(K = 1) = \frac{(35214 - 33142)^2}{25}$$

$$MSE(K = 1) = 171725,8447$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(y_{pred} - y_{rata - rata pred})^2}{(y_{aktual} - y_{rata - rata aktual})^2}$$

$$R^2(K = 1) = \frac{(33142 - 32477 - 32179,8)^2}{(35214 - 35881 - 32310,12)^2}$$

$$R^2(K = 1) = 0,856$$

Demikian seterusnya hingga knot 6.

Penelitian ini hanya menitik beratkan pada regresi nonparametrik deret Fourier tanpa melakukan penghalusan yaitu pemilihan parameter penghalus (λ) yang dapat mengontrol kecocokan terhadap data dengan kemulusan kurva, sehingga pemilihan nilai K optimal berdasarkan nilai GCV minimum tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, untuk masing-masing jumlah Knot dilihat nilai Rsquare tertinggi dan nilai MSE terendah dari model.

Tabel 2 nilai Rsquare tertinggi dan nilai MSE terendah

K	MSE	RSquare
1	3372.017	0.9089847
2	3371.013	0.9089848
3	3372.030	0.9089844
4	3372.015	0.9089848
5	3371.952	0.9089865

6	3371.059	0.9090106
7	3372.011	0.9089849
8	3372.014	0.9089848
9	3371.993	0.9089854
10	3372.021	0.9089846
11	3372.003	0.9089851
12	3372.017	0.9089847
13	3372.045	0.9089839
14	3372.011	0.9089849
15	3372.019	0.9089847
16	3371.987	0.9089855
17	3372.029	0.9089844
18	3372.022	0.9089846
19	3371.966	0.9089861
20	3372.009	0.9089849
21	3371.991	0.9089854
22	3372.001	0.9089851
23	3372.015	0.9089848
24	3371.967	0.9089861
25	3372.019	0.9089847
26	3372.022	0.9089846
27	3371.998	0.9089852
28	3372.176	0.9089804
29	3372.005	0.9089850

terendah dan nilai RSquare tertinggi berada pada KNOT 6

3.3 Hasil Prediksi Menggunakan Regresi Nonparamterik Deret Fourier

Tabel 3 Tabel Nilai Dugaan Parameter Yang Dihasilkan Untuk K=6

Intersep	1.666e+03		
α_1	-3.150e+01	β_1	-6.879e+00
α_2	-1.483e+01	β_2	4.382e+01
α_3	-1.200e+01	β_3	-5.483e+00
α_4	-1.529e+01	β_4	-6.903e-01
α_5	-1.511e+01	β_5	9.696e+00
α_6	0	β_6	7.479e+00

Model regresi nonparametrik deret fourier jika dituliskan persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{f}(x) = 1.666e + 03 - 1.044e + 00t - 8.578e - 01t^2 - 3.150e + 01 \sin t - 1.483e + 01 \sin 2t - 1.200e + 01 \sin 3t - 1.529e + 01 \sin 4t - 1.511e + 01 \sin 5t - 6.879e + 00 \cos t + 4.382e + 01 \cos 2t - 5.483e + 00 \cos 3t - 6.903e - 01 \cos 4t + 9.696e + 00 \cos 5t + 7.479e + 00 \cos 6t$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model Regresi Nonparamterik Deret Fourier untuk fluktuasi Model regresi nonparamterik deret fourier dengan $K = 6$ menghasilkan model dengan $R^2 = 90,9\%$. Dapat diartikan bahwa $90,9\%$ total variansi dalam variabel Y (PRODUKSI) dapat dijelaskan oleh model regresi yang terbentuk.

2. Berikut Model Regresi Nonparamterik Deret Fourier yang dihasilkan:

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) = & 1.666e + 03 - 1.044e + 00t - 8.578e - 01t^2 - 3.150e + 01 \sin t - 1.483e \\ & + 01 \sin 2t - 1.200e + 01 \sin 3t - 1.529e + 01 \sin 4t - 1.511e \\ & + 01 \sin 5t - 6.879e + 00 \cos t + 4.382e + 01 \cos 2t - 5.483e \\ & + 00 \cos 3t - 6.903e - 01 \cos 4t + 9.696e + 00 \cos 5t + 7.479e \\ & + 00 \cos 6t \end{aligned}$$

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan 3 variabel independen, maka untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel independen yang lain yang mempengaruhi fluktuasi harga produksi
2. Data pada penelitian ini terbatas data *time series*, untuk selanjutnya dapat dikembangkan dengan data *cross selection* atau *data logitudinal* yaitu gabungan antara data *cross selection* dan *time series*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wisisono, Ade Irma, Yudhie, Neneng Sunengsih (2018). *Regresi Nonparamterik dengan Pendekatan Deret Fourier pada Data Debit Air Sungai Citarum*. Jurnal Matematika "MANTIK" Vol 04No02.
- [2] Prabowo, Dwi Wahyuniarti. (2014). *Pengelompokan Komoditi Bahan Pangan Pokok dengan Metode Analytical Hierarchy Process*. Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan Vol 8 No 2.
- [4] Dani, A. T. R. & Adrianingsih. (2021). *Pemodelan Regresi Nonparamterik dengan Estimator Spline Truncated dan Deret Fourier*. Jambura Journal of Mathematics Vol 3 No 1.
- [5] Nurjanah, (2015). *Model Regresi Nonparamterik dengan Pendekatan Deret Fourier pada Pola Data Curah Hujan di Kota Semarang*. Jurnal Statistika Vol 3 No 2
- [6] Prahutama, A. (2013). *Model Regresi Nonparamterik dengan Pendekatan Deret Fourier pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur*. Semarang: Universitas Diponegoro
- [7] Budiantara, I. N. (2007). *Inferensi Statistik untuk Model Spline*. Jurnal Matematika Vol 7 hal.1-14.
- [8] Alyani, N. & Qalyubi, I. (2021). *Tradisi Kenaikan Harga Sembako pada Masa Pandemi Covid 19 terhadap Omzet Penjualan Pedagang Pasar Subuh Kota Palangka Raya*. Daun Lontar: Jurnal Budaya, Sastra, dan Bahasa Vol 7 No 1.
- [9] Stefani I.C (2018). *Perbandingan Model Peramalan Singular Spectrum Analysis (SSA) dan Fourier Series Analysis (FSA) pada Data Suhu Udara di Surabaya Fakultas MIPA. Bandung: Universitas Padjajaran Bandung*.
- [10] Nufus, M. R. (2023). *Estimasi Kurva Regresi Deret Fourier Dalam Regresi Nonparamterik Multivariabel (Studi Kasus: Data Tingkat Pengangguran Terbuka Di Indonesia Tahun 2020)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

-
- [11] Sudiarsa, I. W., & DATA, K. D. S. (2018). Estimator Gabungan Deret Fourier dan Spline Truncated dalam Regresi Nonparametrik Multivariabel. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November*.
- [12] Pratiwi, Y. (2023). *Pemilihan Model Terbaik Regresi Nonparametrik Deret Fourier Menggunakan Metode Generalized Cross Validation (Gcv) Dan Cross Validation (CV)(Studi Kasus: Data Kemiskinan Menurut Kabupaten/Kota di rovinsi Jawa Timur Tahun 2018-2020)* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta).
- [13] Sholiha, A., Kuzairi, K., & Madianto, M. F. F. (2018). Estimator Deret Fourier Dalam Regresi Nonparametrik dengan Pembobot Untuk Perencanaan Penjualan Camilan Khas Madura. *Zeta-Math Journal*, 4(1), 18-23.
- [14] Syahzaqi, I. (2023). *Estimasi Interval Kurva Regresi Nonparametrik Deret Fourier (Studi Kasus Data Persentase Kemiskinan Provinsi Jawa Timur Tahun 2021)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [15] Utami, T. W., & Nur, I. M. (2017, October). Pemodelan Mean Sea Level (MSL) di Kota Semarang dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Deret Fourier. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional* (Vol. 1, No. 1).