

Analisis harga saham Bank Mandiri menggunakan regresi nonparametrik: Perbandingan *Spline truncated* dan Deret *Fourier*

Risfa Fadila¹, Idhia Sriliana^{1*}, Ilham Hayadi¹, Veronnica Noer Fhaeza¹,
Pepi Novianti¹

¹Program Studi Statistika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Bengkulu

Jl. W.R Supratman Kandang Limun, Bengkulu, Indonesia. 38371

*E-mail: idhiasriliana@unib.ac.id

Abstrak: Saham Bank Mandiri merupakan salah satu bank terbesar di Indonesia yang masuk ke dalam *Big four Bank*. Harga saham Bank Mandiri tidak terhindar dari fluktuasi yang disebabkan oleh berbagai faktor ekonomi dan kebijakan pasar. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pola pergerakan saham Bank Mandiri, menggunakan metode regresi nonparametrik dengan membandingkan metode *Spline truncated* dan Deret *Fourier* dalam memodelkan dan memprediksi harga saham Bank Mandiri. Metode *Spline truncated* menangkap perubahan lokal pada data dengan membaginya menjadi beberapa segmen, sedangkan Deret *Fourier* menggunakan fungsi sinus dan cosinus untuk mendeteksi pola periodik. Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi harga penutupan saham BMRI bulanan, inflasi Indonesia dan *BI Rate* dari Januari 2021 hingga Desember 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki performa yang hampir sama. Namun, Deret *Fourier* sedikit lebih unggul dengan nilai R^2 sebesar 92,27% memiliki 5 titik osilasi. Penelitian ini menegaskan pentingnya model nonparametrik untuk menangkap sifat non-linier harga saham, mendorong pengembangan model yang lebih adaptif.

Kata Kunci: Bank Mandiri, Deret *Fourier*, regresi nonparametrik, saham, *Spline truncated*

Abstract: Bank Mandiri stock is one of the largest banks in Indonesia which is included in the Big four Banks. Bank Mandiri's stock price is not free from fluctuations caused by various economic factors and market policies. This study aims to understand the pattern of Bank Mandiri stock movements, using nonparametric regression methods by comparing the Spline truncated and Fourier series methods in modeling and predicting Bank Mandiri stock prices. The truncated Spline method captures local changes in the data by dividing it into segments, while the Fourier Series uses sine and cosine functions to detect periodic patterns. The data used in this study include monthly BMRI stock closing prices, Indonesian inflation and BI Rate from January 2021 to December 2024. The results show that both methods have almost the same performance. However, the Fourier Series is slightly superior with an R^2 value of 92.27% having 5 oscillation points. This research confirms the importance of nonparametric models to capture the non-linear nature of stock prices, encouraging the development of more adaptive models.

Keywords: Bank Mandiri, Fourier series, nonparametric regression, stocks, truncated spline

PENDAHULUAN

Harga saham merupakan indikator utama dalam investasi yang dipengaruhi oleh faktor fundamental dan teknikal. Analisis pola pergerakan harga saham merupakan hal penting dalam pengambilan keputusan investasi. Beberapa penelitian terkait dengan pergerakan harga saham sektor perbankan telah banyak dilakukan, diantaranya yaitu pada penelitian Kurniawan et al. (2025), Silalahi et al. (2024), dan Viharizzahanas (2024). Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa harga saham suatu perusahaan dapat dipengaruhi oleh faktor ekonomi makro. Faktor-faktor ekonomi makro yang dapat memengaruhi harga saham di antaranya inflasi, tingkat suku bunga, dan nilai tukar mata uang (Namirah et al., 2023).

Cara Sitasi:

Fadila, R., Sriliana, I., Hayadi, I., Fhaeza, V.N., Novianti, P. (2025). Analisis harga saham Bank Mandiri menggunakan regresi nonparametrik: Perbandingan *Spline truncated* dan Deret *Fourier*. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 19(1), 112-122. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v19i1.57387>

Diajukan 1 Juni 2025; Ditinjau 2 Juni 2025; Diterima 30 Juni 2025; Diterbitkan 30 Juni 2025
Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

Dengan mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi harga saham, memungkinkan untuk melihat dinamika pergerakan harga saham suatu perusahaan. Sebagai representasi sektor perbankan secara umum, penelitian ini akan menganalisis harga saham Bank Mandiri (BMRI). Bank Mandiri merupakan salah satu bank terbesar di Indonesia yang masuk kedalam *Big four Bank*. *Big four Bank* menjadi representasi utama di sektor perbankan Indonesia karena memiliki kesehatan finansial yang baik, kinerja stabil, serta bisa mempertahankan kualitas aset dan tingkat profitabilitas (Rasyid et al., 2025). Sehingga, BMRI menjadi salah satu perusahaan yang menarik perhatian para investor dan analis pasar modal. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis pengaruh inflasi dan suku bunga Bank Indonesia terhadap harga Saham Bank Mandiri.

Analisis dilakukan menggunakan regresi nonparametrik karena lebih fleksibel dibandingkan regresi parametrik dalam menangkap pola hubungan yang kompleks dan non-linier (Dani & Adrianingsih, 2021). Pendekatan regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang sangat tinggi. Dengan demikian, diharapkan bahwa data dapat secara independen menyesuaikan bentuk perkiraan kurva tanpa terpengaruh oleh pandangan subyektif peneliti (Dani et al., 2021). Penelitian ini menggunakan dua metode regresi nonparametrik yaitu *Spline truncated* dan Deret *Fourier*. *Spline* merupakan potongan (*truncated*) polinomial tersegmen yang kontinu (Fauziah et al., 2024). Sedangkan, Deret *Fourier* merupakan polinomial trigonometri yang mempunyai fleksibilitas, sehingga dapat menyesuaikan diri secara efektif terhadap sifat lokal data, dimana pada estimasi kurva Deret *Fourier* dipengaruhi oleh panjang osilasi (w), semakin panjang osilasi maka gelombang yang dihasilkan oleh panjang sering (Dani et al., 2022). *Spline truncated* dikenal lebih unggul dalam menangkap perubahan lokal pada data yang berfluktuasi, sedangkan Deret *Fourier* lebih efektif dalam mengidentifikasi pola musiman (Dani et al., 2021). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *Spline truncated* lebih akurat untuk data tanpa pola musiman yang jelas sedangkan, Deret *Fourier* lebih baik untuk data periodik (Dani & Adrianingsih, 2021).

Data saham sendiri dapat dikatakan merupakan data periodik dan cenderung mengalami fluktuasi pada waktu tertentu karena berbagai faktor. Berbagai pendekatan statistik telah digunakan untuk menangkap pola pergerakan saham, termasuk metode Deret *Fourier* dan *Spline truncated*, yang masing-masing memiliki karakteristik unik. Akan tetapi, penelitian sebelumnya kebanyakan hanya menguji satu jenis pendekatan nonparametrik saja atau membandingkan dengan metode parametrik seperti (Karang et al., 2025; Nur Fadhilah, 2016; Widodo & Irmayanti, 2019). Oleh karena itu, pada penelitian ini dibandingkan kinerja metode *Spline truncated* dan Deret *Fourier* untuk mengidentifikasi mana yang paling baik dalam memodelkan pengaruh inflasi dan suku bunga terhadap harga saham Bank Mandiri.

Penelitian ini diharapkan akan mengisi kesenjangan dalam pemahaman perbandingan efektivitas kedua metode regresi nonparametrik *Spline truncated* dan Deret *Fourier* pada data saham. Sehingga, dapat membandingkan kinerja antara kedua metode dalam memprediksi harga saham, metode mana yang lebih baik. Serta, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi analisis investasi dan pengambilan keputusan di pasar modal untuk membantu investor saham BMRI dan analis pasar dalam mengambil keputusan investasi.

METODE PENELITIAN

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam menentukan parameter penghalus yang optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Menurut Wahba dikutip

dalam Amrullah & Amalia (2022). Kelebihan yang dimiliki metode GCV antara lain sederhana dan efisien dalam perhitungan, optimal secara asimtotik, invarian terhadap transformasi dan dalam perhitungannya varians populasi tidak perlu diketahui. Pada regresi nonparametrik *Spline truncated*, model terbaik merupakan model yang memiliki titik knot optimal. Titik knot merupakan titik yang terdapat pada perubahan pola perilaku fungsi. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk memilih titik knot optimal adalah metode GCV. Menggunakan metode GCV didasari oleh kelebihan yang dimiliki metode ini, yaitu mempunyai sifat optimal asimtotik, tidak memuat varians populasi (σ^2) yang tidak diketahui, *invariance* terhadap transformasi (Bidari & Budiantara, 2020). GCV juga digunakan pada regresi nonparametrik deret *fourier* untuk menentukan jumlah osilasi optimal (q). Penentuan jumlah osilasi yang optimal cenderung menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) yang cukup tinggi. Rumus GCV dapat dituliskan sebagai berikut (Salim et al., 2022):

$$CGV(q_{opt}) = \frac{I n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^T (y_i - \hat{y}_i)}{n^{-1} \mathbf{1} - \sum_{i=1}^n \text{trace}[A]^2} \quad (1)$$

Regresi nonparametrik *Spline Truncated*

Terdapat beberapa pendekatan regresi nonparametrik diantaranya adalah *Spline*. *Spline* memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menangani data yang perilakunya berubah-ubah pada sub interval tertentu, serta memiliki kelebihan untuk cenderung mencari sendiri estimasi data kemana pola data tersebut bergerak (Budiantara, 2009 dikutip dalam Rositawati & Budiantara (2020)). Kelebihan ini terjadi karena *Spline* memiliki titik-titik knot K_1, K_2, \dots, K_r . *Spline* merupakan potongan-potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen pada titik knot. Salah satu kelemahan fungsi polinomial adalah bersifat global, sehingga dikembangkan suatu fungsi yang dapat mengatasi kelemahan polinomial yaitu fungsi *Spline truncated* yang mempertahankan fungsi polinomial (Rositawati & Budiantara, 2020). Fungsi *Spline truncated* multivariabel berorde q dengan titik knot K_1, K_2, \dots, K_r . Dapat dituliskan menjadi persamaan sebagai berikut (Bidari & Budiantara, 2020):

Jika terdapat satu variabel respon dengan lebih dari satu variabel prediktor maka model regresi nonparametrik *spline truncated* dapat dituliskan sebagai berikut (Nohe, 2023).

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \sum_{l=1}^m \beta_{jl} x_{ji}^l + \sum_{j=1}^p \sum_{h=1}^r \beta_{j_{m+h}} (x_{ji} - K_{hj})_+^m + \varepsilon_i \quad (2)$$

Regresi nonparametrik Deret *Fourier*

Regresi nonparametrik merupakan suatu pendekatan regresi yang bentuk kurvanya tidak diketahui, biasanya dapat dilihat dengan menggunakan diagram pencar (*scatter plot*). Ada bermacam-macam estimator yang digunakan dalam pendekatan regresi nonparametrik diantaranya adalah *spline*, *kernel*, deret *Fourier*, dan *wavelet* (Adrianingsih et al., 2020). Keunggulan pendekatan regresi nonparametrik dengan deret *fourier* salah satunya adalah dapat mengatasi data yang memiliki sebaran fluktuatif. Dengan adanya fungsi cosinus atau sinus pada persamaan *fourier* diharapkan dapat mendekati pola data yang bersifat fluktuatif (Salim et al., 2022). Fungsi Deret *Fourier* adalah sebagai berikut (Amrullah & Amalia, 2022):

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{2L}\right) + b_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{2L}\right) \right] \quad (3)$$

Dengan a_0 , a_k , dan b_k adalah koefisien *Fourier*. Tingkat kemulusan estimator deret *Fourier* ditentukan oleh pemilihan parameter pemulus K . Semakin kecil parameter pemulus K , semakin mulus estimasinya dan semakin besar parameter pemulus K , semakin kurang mulus estimasi dari f . Oleh karena itu, perlu dipilih K yang optimal (Amrullah & Amalia, 2022). 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 GCV (Utami & Nur, 2017).

Misalkan diberikan data berpasangan x_i dan y_i , dimana $i = 1, 2, \dots, n$ yang merupakan model regresi nonparametrik. Didapatkan persamaan deret fourier sebagai berikut (Dani & Adrianingsih, 2021):

$$y_i = \frac{1}{2}\alpha_0 + \gamma x_i + \sum_{q=1}^Q \alpha_q \cos(qx_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga penutupan saham Bank Mandiri (BMRI) periode tahun 2021 hingga 2024 yang bersumber dari *website yahoo finance*. Serta terdapat data Inflasi di Indonesia dan data suku bunga Bank Indonesia atau BI Rate yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik. Terdapat sebanyak 48 data yang merupakan data bulanan dari bulan Januari 2021 hingga Desember 2024. Secara rinci variabel yang digunakan yaitu harga penutupan saham BMRI bulanan sebagai variabel respon (Y), inflasi Indonesia sebagai variabel prediktor (X_1) dan BI Rate sebagai variabel prediktor (X_2).

Analisis data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman R dengan tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Eksplorasi data, membuat *scatter plot* hubungan antar variabel; (2) Melakukan pemodelan regresi nonparametrik *Spline truncated* dengan satu, dua, tiga knot, serta kombinasi knot. Knot dibatasi hingga tiga untuk menghindari *overfitting* atau model yang terlalu mengikuti *noise*; (3) Menentukan titik knot optimal berdasarkan GCV yang paling minimum; (4) Memperoleh model regresi Spline dengan titik knot optimal; (5) Menghitung estimasi parameter dan nilai koefisien determinasi model regresi nonparametrik *Spline truncated*; (6) Melakukan pemodelan regresi nonparametrik deret *fourier* dengan satu, dua, tiga, empat, dan lima osilasi. Osilasi yang dicobakan dibatasi hingga lima untuk menghindari *overfitting* atau model yang terlalu mengikuti *noise*; (7) Menentukan K (osilasi) yang optimal berdasarkan GCV; (8) Memperoleh model regresi deret *fourier* dengan osilasi optimal; (9) Menghitung estimasi parameter dan nilai koefisien determinasi model regresi nonparametrik deret *fourier*; (10) Membandingkan hasil model dari kedua metode dan memilih model terbaik; dan (11) Menyusun kesimpulan.

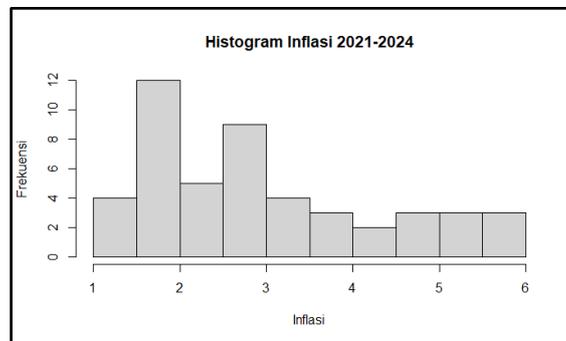
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisis regresi nonparametrik pada data inflasi dan BI-Rate terhadap saham Bank Mandiri. Adapun data yang digunakan merupakan data bulanan dari periode Januari 2021-Desember 2024. Sebelum dilakukan analisis dilakukan eksplorasi data terlebih dahulu, hasil statistik deskriptif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil statistik deskriptif

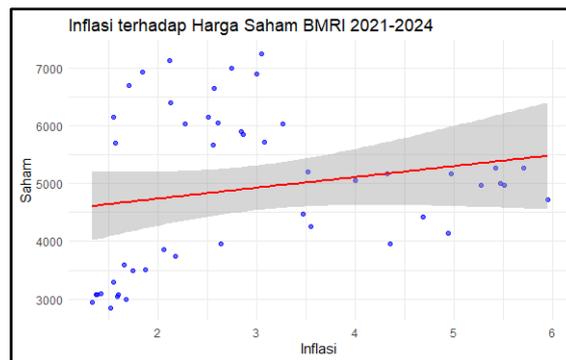
	BMRI	Inflasi	BI Rate
Minimum	2850	1.33	3.5
1st Quartile	3700	1.702	3.5
Median	5025	2.59	5.625
Mean	4913	2.939	4.859
3rd Quartile	6025	3.663	6
Maximum	7250	5.95	6.25

Berdasarkan hasil statistik deskriptif terlihat bahwa harga saham bank mandiri pada tahun 2021-2024 berkisar antara Rp.2850 hingga Rp.7250, dengan nilai median sebesar Rp.5025 lebih besar dari pada *mean*-nya Rp.4913. Inflasi di Indonesia cenderung berkisar antara 1,33% hingga 5,95%, dengan median 2,59% dan rata-rata 2,939%. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa distribusi inflasi sedikit condong ke kanan, yang berarti ada beberapa nilai yang lebih tinggi dari rata-rata yang mungkin mempengaruhi distribusi.

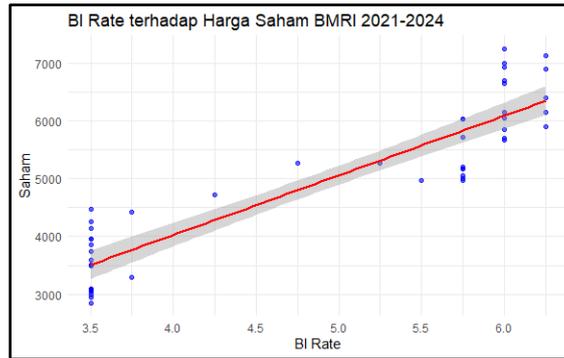


Gambar 1. Histogram distribusi inflasi

BI Rate atau suku bunga Bank Indonesia dalam periode 2021-2024 memiliki rentang dari 3,5% hingga 6,25%. Ini menunjukkan ada fluktuasi yang cukup signifikan, sekitar 2,75%. Serta, nilai median 5,625% dan rata-rata 4,859%, nilai rata-rata yang lebih rendah dari median menunjukkan bahwa sebagian besar suku bunga cenderung lebih rendah tetapi ada beberapa nilai yang lebih tinggi yang menarik rata-rata ke atas.



Gambar 2. Scatterplot inflasi terhadap saham Bank Mandiri



Gambar 3. Scatterplot BI Rate terhadap saham bank mandiri saham Bank Mandiri

Berdasarkan hasil *scatterplot* terlihat bahwa pola hubungan inflasi dan saham tidak linier pola data menyebar acak ini menunjukkan variansi data besar. Sedangkan, pola antara BI Rate terhadap saham penyebaran titik-titik data lebih mengikuti pola garis, menunjukkan hubungan yang lebih linier antara BI Rate dan harga saham BMRI. Karena terdapat data yang berpola acak akan digunakan pendekatan pemodelan regresi nonparametrik *Spline truncated* dan Deret *fourier* untuk memperoleh model terbaik.

1. Regresi nonparametrik *Spline truncated*

Pada penelitian ini jumlah titik knot yang akan dicoba dibatasi, yaitu 1 hingga 3 titik knot. Metode pemilihan titik knot yang digunakan yaitu *Generalized Cross-Validation (GCV)*. Titik knot yang optimal yaitu dengan GCV dan MSE (*Mean Square Error*) terkecil serta koefisien determinasi (R^2) terbesar.

Tabel 2. Nilai GCV dengan 1 titik knot

No	GCV	Lokasi Titik Knot		R^2	MSE
		X_1	X_2		
1	271463,3	1,9075	3,84375	87,7%	217854
2	273302,5	2,1	3,958333	87,6%	219330
3	282630,6	2,2925	4,072917	87,2%	226816
4	292463,7	1,715	3,729167	86,75%	234707,2
5	292878,1	2,485	4,1875	86,73%	235039,8

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai GCV minimum yaitu sebesar 271463,3 dengan 1 titik knot untuk masing-masing variabel prediktor. Dimana titik knot untuk variabel inflasi yaitu $K = 1,9075$ dan untuk variabel suku bunga yaitu $K = 3,84375$.

Tabel 3. Nilai GCV dengan 2 titik knot

No	GCV	Lokasi Titik Knot		R^2	MSE
		X_1	X_2		
1	254954	5,18	5,791667	89,5%	186014,8
		5,3725	5,90625		
2	256540	1,9075	3,84375	89,4%	187171,5
		4,9875	5,677083		
3	257586	3,0625	4,53125	89,3%	187934,9
		4,9875	5,677083		

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai GCV minimum yaitu sebesar 254954 dengan 2 titik knot untuk masing-masing variabel prediktor. Dimana titik knot untuk variabel inflasi yaitu $K_1 = 5,18$ dan $K_2 = 5,3725$. Serta titik knot untuk variabel suku bunga yaitu $K_1 = 5,791667$ dan $K_2 = 5,90625$.

Tabel 4. Nilai GCV dengan 3 titik knot

No	GCV	Lokasi Titik Knot		R ²	MSE
		X ₁	X ₂		
1	254954	2,1	3,958333	92,02%	141441,2
		5,18	5,791667		
		5,3725	5,90625		
2	256540	1,9075	3,84375	92%	141760,4
		5,18	5,791667		
		5,3725	5,90625		
3	257586	2,1	3,958333	91,7%	142212,5
		5,3725	5,90625		
		5,7575	6,135417		

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh nilai GCV minimum yaitu sebesar 254954 dengan 3 titik knot untuk masing-masing variabel prediktor. Dimana titik knot untuk variabel inflasi yaitu $K_1 = 2,1$, $K_2 = 5,18$ dan $K_3 = 5,3725$. Serta titik knot untuk variabel suku bunga yaitu $K_1 = 3,95833$, $K_2 = 5,79167$ dan $K_3 = 5,90625$.

Pada masing-masing jumlah banyak titik knot yang telah dicobakan yaitu 1 hingga 3 titik knot, didapatkan titik knot optimalnya pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil ringkasan titik knot optimal

Jumlah Knot	Lokasi titik knot		GCV	R ²	MSE
	X ₁	X ₂			
1	1,9075	3,84375	271463	87,7%	217854
2	5,18	5,791667	254954	89,5%	186014,8
	5,3725	5,90625			
3	2,1	3,958333	254954	92,02%	141441,2
	5,18	5,791667			
	5,3725	5,90625			

Diantara ketiga hasil perolehan titik knot optimal tersebut model regresi nonparametrik *spline truncated* yang menghasilkan nilai GCV minimum serta Koefisien Determinasi (R^2) terbesar adalah model regresi nonparametrik *Spline truncated* dengan 3 titik knot. Dengan nilai GCV sebesar 254954 dan koefisien determinasi sebesar 92,02%. Pada penelitian oleh Saidah et al. (2023), pemilihan knot juga berdasarkan nilai GCV minimum serta koefisien determinasi terbesar, menyatakan bahwa koefisien determinasi lebih dari 90% berarti kemampuan variabel prediktor menjelaskan variabel respon kuat.

Tabel 6. Hasil estimasi parameter *Spline truncated*

Variabel	Parameter	Estimasi	T-hitung	P-value	Keterangan
Konstanta	$\hat{\delta}_0$	-4887,366	-1,247	0,220	Tidak signifikan
	$\hat{\delta}_1$	1419,473	4,524	0,000	Signifikan
Inflasi (X ₁)	$\hat{\delta}_2$	1684,902	1,543	0,131	Tidak signifikan
	$\hat{\delta}_3$	-1458,632	-3,866	0,000	Signifikan
	$\hat{\delta}_4$	-1249,158	-0,706	0,484	Tidak signifikan
	$\hat{\delta}_5$	1904,295	0,761	0,451	Tidak signifikan
	$\hat{\delta}_6$	-1271,515	-0,943	0,352	Tidak signifikan
Suku Bunga (X ₂)	$\hat{\delta}_7$	9960,216	4,528	0,000	Signifikan
	$\hat{\delta}_8$	-10949,613	-4,016	0,000	Signifikan

Pada Tabel 6 diperoleh hasil estimasi parameter model regresi nonparametrik *Spline truncated* yang terbaik, yaitu model *Spline truncated* dengan 3 titik knot.

Berdasarkan hasil estimasi parameter tersebut, dapat dituliskan model regresi nonparametrik *spline truncated* sebagai berikut:

$$\hat{y} = -4887,366 + 1419,473x_1 + 1684,902(x_1 - 2,1) - 1458,632(x_1 - 5,81) - 1249,158(x_1 - 5,3725) + 1904,295x_2 - 1271,515(x_2 - 3,95833) + 9960,216(x_2 - 5,79167) - 10949,613(x_2 - 5,90625) \quad (7)$$

2. Regresi nonparametrik Deret *Fourier*

Berdasarkan hasil statistik deskriptif pada Tabel 1, diduga bahwa data harga saham Bank Mandiri memiliki pola fluktuatif yang tinggi karena rentang nilainya besar, serta adanya perbedaan signifikan antara minimum dan maksimum. Oleh karena itu, dilakukan analisis regresi nonparametrik Deret *Fourier* cocok digunakan untuk memastikan apakah pola tersebut berulang secara periodik.

Pemilihan osilasi yang optimal yaitu dengan metode *Generalized Cross-Validation* (GCV). Model persamaan regresi nonparametrik Deret *Fourier* yang optimal adalah memiliki nilai GCV minimum. Pada penelitian ini akan dicobakan satu titik osilasi, dua titik osilasi, dan tiga titik osilasi, dengan hasil perhitungan ketiga titik osilasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabulasi pemilihan osilasi optimal

	Banyaknya Osilasi	GCV	MSE	R-square
1	$K = 1$	31569854	219235,1	87,63%
2	$K = 2$	13592588	212384,2	88,02%
3	$K = 3$	7313715	203158,8	88,54%
4	$K = 4$	3977406	172630,5	90,26%
5	$K = 5$	2184747	136546,7	92,29%

Berdasarkan hasil pada Tabel 7 diketahui bahwa model regresi nonparametrik deret *fourier* yang optimal yaitu dengan lima titik osilasi dengan nilai GCV dan MSE yang paling minimum yaitu secara berturut-turut 2184747 dan 136546,7. Serta, memiliki nilai R^2 yang paling tinggi yaitu sebesar 92,29%.

Tabel 8. Hasil estimasi parameter Deret *fourier*

Variabel	Parameter	Estimasi	
Konstanta	$\hat{\beta}_0$	67473,414	
	$\hat{\beta}_1$	186,229	
	$\hat{\alpha}_{11}$	1,742	
	$\hat{\alpha}_{12}$	414,678	
	$\hat{\alpha}_{13}$	357,887	
	$\hat{\alpha}_{14}$	188,305	
	$\hat{\alpha}_{15}$	-115,198	
Inflasi (X_1)	$\hat{\beta}_2$	-6283,713	
	$\hat{\alpha}_{21}$	9156,865	
	$\hat{\alpha}_{22}$	335,467	
	$\hat{\alpha}_{23}$	844,53	
	$\hat{\alpha}_{24}$	300,381	
	$\hat{\alpha}_{25}$	820,59	
	Suku Bungan (X_2)		

Pada Tabel 8 diperoleh hasil estimasi parameter regresi nonparametrik deret *fourier* dengan 5 titik osilasi. Model ini diturunkan untuk menangkap pola nonlinier dan periodik dalam data harga saham BMRI, sesuai dengan karakteristik pasar modal yang kompleks. Sehingga didapatkan model regresi nonparametrik deret *fourier* untuk menggambarkan

hubungan inflasi dan BI *Rate* terhadap harga saham BMRI dapat dituliskan persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = & 67473,414 + 186,229x_{1i} + 1,742 \cos x_{1i} + 414,678 \cos 2x_{1i} \\ & + 357,887 \cos 3x_{1i} + 188,305 \cos 4x_{1i} - 115,198 \cos 5x_{1i} \\ & - 6283,713x_{2i} + 9156,865 \cos x_{2i} + 335,467 \cos 2x_{2i} \\ & + 844,53 \cos 3x_{2i} + 300,381 \cos 4x_{2i} + 820,59 \cos 5x_{2i} \end{aligned} \quad (8)$$

3. Pemilihan model terbaik

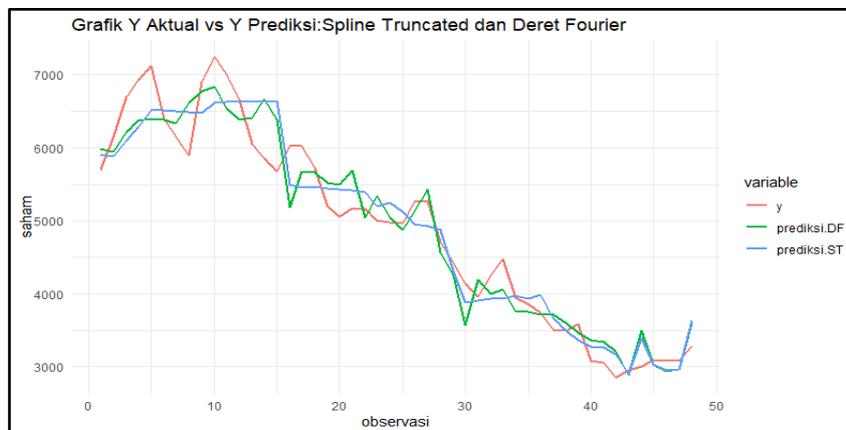
Setelah mendapatkan model terbaik dari kedua metode tersebut, selanjutnya akan dilakukan perbandingan metode untuk menyimpulkan metode terbaik untuk pemodelan inflasi dan suku bunga terhadap saham Bank Mandiri periode tahun 2021-2024. *Spline* baik digunakan untuk data dengan pola yang kompleks dan tidak linier. Sedangkan Deret *Fourier* dapat digunakan untuk menganalisis data yang tidak diketahui polanya atau pada data dengan kecenderungan memiliki pola data yang berulang. Data saham merupakan salah satu data yang memiliki fluktuasi yang tinggi karena ketidakpastian ekonomi global dan faktor-faktor ekonomi makro dapat memengaruhi volatilitas harga saham (Wulandari, 2025).

Pemilihan model regresi nonparametrik terbaik antara *Spline truncated* dan Deret *Fourier* dapat dilihat melalui koefisien determinasi yang terbesar serta MSE terkecil. Pada Tabel 9 disajikan rangkuman perbandingan model regresi yang sudah dilakukan.

Tabel 9. Perbandingan model regresi

Model Regresi Nonparametrik	R^2	MSE
<i>Spline truncated</i>	92,02%	141441,2
Deret <i>Fourier</i>	92,29%	136546,7

Berdasarkan hasil pada Tabel 9 didapatkan informasi bahwa nilai koefisien determinasi dengan menggunakan regresi nonparametrik Deret *Fourier* lebih besar dibandingkan dengan regresi nonparametrik *Spline truncated* serta, nilai MSE regresi nonparametrik Deret *Fourier* lebih kecil yaitu 136546,7. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi nonparametrik Deret *Fourier* lebih baik dengan variabel X pada model mampu menjelaskan Y sebesar 92,29% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain dan memiliki *error* yang kecil.



Gambar 4. Perbandingan Y dan \hat{Y} model *Spline truncated* dan Deret *Fourier*

Pada Gambar 4 terlihat grafik perbandingan antara harga saham Bank Mandiri tahun 2021-2024 yang sebenarnya dengan hasil prediksi harga saham dari model yang diperoleh yaitu model *Spline truncated* dan Deret *Fourier*. Jika dibandingkan melalui grafik kedua hasil metode ini terlihat bahwa regresi Deret *Fourier* lebih mengikuti pola fluktuasi data yang sebenarnya, dimana terlihat fluktuasi yang terbentuk hampir sesuai dengan data sebenarnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh (Dani & Adrianingsih, 2021) yang menyatakan Deret *Fourier* lebih baik untuk data periodik, dimana data harga saham merupakan data periodik karena diamati secara berkala pada interval waktu tetap yaitu pada penelitian ini menggunakan data bulanan. Sehingga Deret *Fourier* tepat digunakan untuk menangkap pola periodik atau siklus tersembunyi dalam data harga saham.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada metode *Spline truncated* menunjukkan bahwa model dengan tiga titik knot merupakan model dengan GCV minimum, yaitu 254954 dan koefisien determinasi tertinggi sebesar 92,02%. Sedangkan pada metode Deret *Fourier* dicobakan beberapa jumlah titik osilasi (K), untuk model yang paling optimal yaitu model dengan 5 osilasi, nilai GCV-nya yaitu 2184747 dan koefisien determinasi yang tertinggi yaitu sebesar 92,29%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua model ini memiliki kemampuan yang hampir sama baik dalam menjelaskan harga saham Bank Mandiri. Tetapi jika dibandingkan maka model yang lebih unggul adalah Deret *Fourier* dengan nilai MSE paling kecil yaitu 136546,7 serta koefisien determinasi yang terbesar 92,29%. Maka, melalui penelitian ini penting bagi investor untuk terus memantau pergerakan inflasi dan suku bunga sebagai faktor fundamental yang terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap harga saham BMRI, dengan pendekatan yang mempertimbangkan sifat nonlinier hubungannya. Model Deret *Fourier* direkomendasikan untuk prediksi harga saham BMRI, karena efektif menangkap pola nonlinier dan fluktuasi pasar yang kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianingsih, N. Y., Dani, A. T. R., & Ainurrochmah, A. (2020). Pemodelan dengan pendekatan Deret *Fourier* Pada kasus tingkat pengangguran terbuka di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Edusainstech*, 4(1), 400–407.
- Amrullah, M. N., & Amalia, S. H. (2022). Comparison of Generalized Cross Validation (GCV) methods with Cross Validation (CV) to determine optimal knots in fourier series nonparametric regression. *Jurnal Litbang Edusaintech*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.51402/jle.v3i1.5>.
- Bidari, D. R., & Budiantara, I. N. (2020). Pemodelan faktor yang mempengaruhi persentase anak putus sekolah di Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *Spline truncated*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9(2), 2337–3520.
- Dani, A. T. R., & Adrianingsih, N. Y. (2021). Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator *Spline Truncated* vs Deret *Fourier*. *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1), 26–36. <https://doi.org/10.34312/jjom.v3i1.7713>.
- Dani, A. T. R., Dewi, A. F., & Ni'matuzzahroh, L. (2022). Simulation and application study: Fourier series estimator in nonparametric regression modeling. *Proceedings of the National Seminar on Mathematics, Statistics and Their Applications*, 2, 279–288.
- Dani, A. T. R., Ni'matuzzahroh, L., Ratnasari, V., & Budiantara, I. N. (2021). Pemodelan regresi nonparametrik *Spline truncated* pada data longitudinal. *Inferensi*, 4(1), 47-55. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v4i1.8737>.
- Fadhilah, K. N., Suparti, S., & Tarno, T. (2016). Pemodelan regresi *Spline truncated* untuk data longitudinal (Studi kasus: Harga saham bulanan pada kelompok saham perbankan periode Januari 2009–Desember 2015). *Jurnal Gaussian*, 5(3), 447–454. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.5.3.447-454>.

- Fauziah, R. A., Suparti, S., & Hakim, A. R. (2024). Penerapan regresi *Spline truncated* data longitudinal dua variabel prediktor untuk pemodelan harga saham perbankan. 13(2), 383–393. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.13.2.383-393>.
- Karang, G. Y., Hardi, R. A., Rizki, M., Af, N., & Rusadi, T. M. (2025). Analisis pola periodik harga saham Coca-cola menggunakan Deret Fourier dalam pendekatan regresi nonparametrik. *Semeton Mathematics Journal*, 2(1), 8-16. <https://doi.org/10.29303/semeton.v2i1.271>.
- Kurniawan, S. A., Ukur, R., & Ginting, B. (2025). The effect of inflation and rupiah exchange rate on stock prices in PT Bank Central Asia which is already listed on the Indonesia stock exchange. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(2), 2993–3009. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i2.18776>.
- Muhammadiyah, A. F., Kurniawan, R. (2024). Implementasi pendekatan regresi nonparametrik deret fourier terhadap produksi pupuk. *Teknika*, 18(2): 741–751.
- Namirah, S. H., Mariah, & Nur, Y. (2023). Analisis indikator makro terhadap nilai saham sektor perbankan Lq45 di Bursa Efek Indonesia. *MANUVER: Jurnal Akuntansi dan Manajemen*, 1(2), 212–226.
- Nohe, A. D. (2023). Regresi nonparametrik *Spline truncated* untuk memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Pulau Kalimantan. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 7(2), 224–231. <https://doi.org/10.21009/jsa.07211>.
- Rasyid, M., Putra, A., Mardianto, M. F. F., & Pusporani, E. (2025). Prediksi harga saham big four banks di Indonesia menggunakan deret fourier multirespon. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 22(1), 127–146. <https://doi.org/10.12962/limits.v22i1.3379>.
- Rositawati, A. F. D., & Budiantara, I. N. (2020). Pemodelan indeks kebahagiaan provinsi di Indonesia menggunakan regresi nonparametrik *Spline truncated*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), 113-120. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.45160>.
- Saidah, L. M., Suparti, S., & Sudarno, S. (2023). Pemodelan faktor ekonomi makro terhadap harga saham Telkom menggunakan regresi *Spline Truncated Multivariabel* dilengkapi Gui R. *Jurnal Gaussian*, 11(3), 344–354. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.11.3.344-354>.
- Salim, M. I., Sauddin, A., & Nawawi, M. I. (2022). Model regresi nonparametrik deret fourier pada kasus tingkat pengangguran terbuka di Sulawesi Selatan. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, 10(2), 48–56. <https://doi.org/10.24252/msa.v10i2.30993>.
- Silalahi, E., Simanihuruk, E., & Silalahi, D. (2024). Pengaruh Inflasi, suku bunga, pertumbuhan ekonomi dan nilai tukar terhadap harga saham pada perusahaan perbankan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2019-2023. *Kukima: Kumpulan Karya Ilmiah Manajemen*, 3(2), 270–284. <https://doi.org/10.54367/kukima.v3i2.4227>.
- Viharizzahanas. (2024). Harga saham BBTN terguncang : Inflasi dan suku bunga sebagai penentu utama? *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan*, 4(8), 1-8. <https://doi.org/10.17977/um066.v4.i8.2024.4>.
- Widodo, E., & Irmayanti, A. N. (2019). Comparison of Truncated Spline regression with simple linear regression method on the stock price of mining company in Indonesia (Case study: ADRO.JK, ITMG.JK, and ANTM.JK). *Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA*, 119(2), 143–153. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol19.iss2.art5>.
- Wulandari, F. (2025). Analisis volatilitas indeks harga saham dan indikator ekonomi makro di Indonesia dalam menghadapi kondisi vuca. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan*, 5(5), 1-6. <https://doi.org/10.17977/um066.v5.i5.2025.1>.