

PEMODELAN UTANG LUAR NEGERI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE REGRESI SEMIPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED

Achmad Resnu Maulana

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Matematika

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Email: resnum96@gmail.com

Aris Fanani

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Matematika

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Email: arisfa@uinsby.ac.id

Dian Yuliati

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Matematika

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Email: dian.yuliati@uinsby.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan ekonomi suatu negara umumnya membutuhkan dukungan finansial yang signifikan. Di Indonesia, utang luar negeri seringkali menjadi salah satu sumber utama pendanaan untuk proyek pembangunan. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi peningkatan substansial dalam jumlah utang luar negeri Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat utang tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Regresi Semiparametrik *Spline Truncated*. Metode ini dapat mengatasi data yang kompleks dan memiliki interpretasi statistik yang sederhana. Variabel yang dianalisis termasuk utang luar negeri Indonesia sebagai variabel respons, serta cadangan devisa, utang luar negeri tahun sebelumnya, tingkat inflasi, suku bunga, dan nilai kurs sebagai variabel prediktor. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah knot optimum pada komponen parametrik adalah tiga dengan nilai GCV sebesar 62293170. Uji signifikansi parameter menunjukkan bahwa variabel inflasi, cadangan devisa, utang luar negeri tahun sebelumnya, suku bunga, dan kurs memiliki pengaruh yang signifikan terhadap utang luar negeri Indonesia. Koefisien determinasi mencapai 97.3%, yang menunjukkan bahwa variabel prediktor mampu menjelaskan sebagian besar variabilitas utang luar negeri Indonesia, sementara sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar cakupan penelitian.

Kata kunci: Pemodelan, Regresi Semiparametrik Spline Truncated, Utang Luar Negeri Indonesia

ABSTRACT

The economic development of a country generally requires significant financial support. In Indonesia, foreign debt is often one of the main sources of funding for development projects. In recent years, there has been a substantial increase in the amount of Indonesia's foreign debt. This research aims to identify factors that influence debt levels. The method used in this research is Truncated Spline Semiparametric Regression. The variables analyzed include Indonesia's foreign debt as a response variable, as well as foreign exchange reserves, previous year's foreign debt, inflation rate, interest rate, and exchange rate as predictor variables. The results of the analysis show that the optimum number of knots in the parametric component is three with a GCV value of 62293170. The parameter significance test shows that the variables inflation, foreign exchange reserves, foreign debt in the previous year, interest rates and exchange rates have a significant influence on Indonesia's foreign debt. The coefficient of determination reached 97.3%, which shows that the predictor variables are able to explain most of the variability in Indonesia's foreign debt. The remaining portion is clarified by additional factors beyond the research's focus.

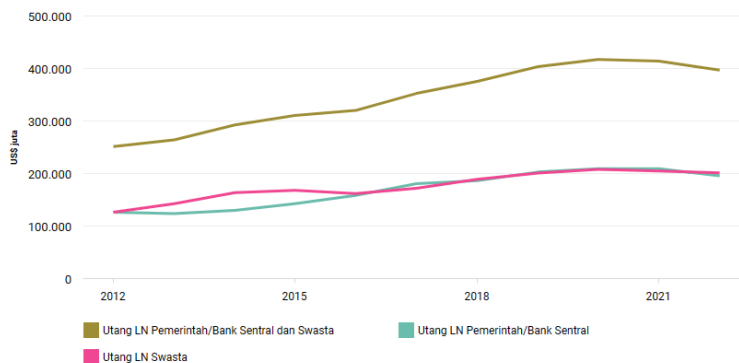
Keywords: Modeling, Truncated Spline Semiparametric Regression, Indonesia's Foreign Debt

1. PENDAHULUAN

Utang luar negeri Indonesia menjadi salah satu aspek penting dalam pembangunan ekonomi negara ini. Seiring dengan dinamika global dan kebutuhan pembangunan nasional, Indonesia seringkali mengandalkan sumber dana dari luar negeri untuk mendukung proyek-proyek strategis dan pembiayaan sektor-sektor krusial [1]. Sebagai bagian integral dari strategi pembangunan nasional, utang luar negeri telah menjadi sumber dana penting untuk membiayai proyek-proyek infrastruktur, pengembangan sektor industri, serta pemenuhan kebutuhan fiskal [2]. Bahkan, pinjaman internasional telah menjadi sumber utama untuk menutupi defisit dalam Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN) dan telah memberikan kontribusi penting terhadap pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB), yang pada gilirannya memperkuat pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan [3].

Selama kepemimpinan Jokowi, APBN meningkat menjadi 290.3 Triliun guna pembangunan infrastruktur, pendidikan serta kesehatan. APBN seringkali digunakan untuk mendanai proyek-proyek pembangunan dan infrastruktur. Jika pendanaan dari APBN tidak mencukupi, pemerintah mungkin perlu mengambil utang luar negeri untuk mendukung proyek-proyek tersebut. Pemerintah hingga saat ini belum berhasil mengurangi ketergantungannya pada utang luar negeri untuk mendukung pembangunan nasional.

Kebijakan pengambilan utang baru guna melunasi utang yang sudah ada telah membawa Indonesia masuk ke dalam kondisi yang dapat disebut sebagai perangkap utang debt-trap dan berpotensi menghadapi krisis utang debt-crises atau krisis utang [4].



Gambar 1 . Trend Utang Luar Negeri Indonesia

Pada Gambar 1, label x mempresentasikan deret waktu dan lebel y mempresentasikan jumlah nominal utang luar negeri Indonesia. Puncak peningkatan utang luar negeri terjadi pada bulan September 2021, hal ini disebabkan oleh dampak signifikan pandemi COVID-19 terhadap perekonomian global dan Indonesia. Pemerintah Indonesia perlu mencari sumber daya tambahan untuk mengatasi krisis kesehatan dan dampak ekonomi yang dihasilkan oleh pandemi. Mungkin hal ini telah mendorong peningkatan utang luar negeri [5].

Pada bulan September 2021, Indonesia mengalami puncak kenaikan utang luar negeri yang mencapai 423 miliar dolar. Hal tersebut disebabkan oleh pandemi covid-19 yang mana membuat utang luar negeri dipergunakan dalam mengatasi krisis Kesehatan. Pada triwulan III 2023 ULNI mengalami penurunan jika dibandingkan pada triwulan II 2023. Penurunan tersebut dipicu oleh pengurangan utang luar negeri di sektor public [6]. Utang luar negeri masih didominasi oleh sektor ekonomi yang berasal dari layanan keuangan, industri gas, uap serta sektor pertambangan penggalian [6].

Dalam menghadapi tantangan tersebut, diperlukan analisis pemodelan matematika guna mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab meningkatnya utang luar

negeri Indonesia. Adapun penelitian yang mengkaji tentang utang luar negeri yang dilakukan oleh Saputro dan Yogi. Temuan dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa variabel Cadangan devisa, defisit anggaran, utang luar negeri dari tahun sebelumnya, dan ekspor memiliki pengaruh terhadap utang luar negeri [7]. Penelitian yang dijalankan oleh Afandi yang menginvestigasi dampak kurs, suku bunga dan inflasi terhadap utang luar negeri Indonesia. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kurs dan inflasi memiliki dampak signifikan terhadap utang luar negeri Indonesia dengan koefisien determinan 79.83% [8].

Pada penelitian ini akan memodelkan utang luar negeri Indonesia menggunakan metode regresi semiparametric spline truncated. Regresi semiparametrik adalah sebuah pendekatan statistika ketika sebagian komponen berpola dan sebagian lainnya tidak [9]. Metode Spline Truncated sebagai estimator seringkali diterapkan dalam analisis regresi semiparametrik. Keunggulan dari metode ini terletak pada fleksibilitasnya dalam menangani data yang kompleks, sambil tetap menyediakan interpretasi statistik yang sederhana [10].

Adapun penelitian yang menggunakan metode spline truncated yang dilakukan oleh Fitriani dkk [11]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa variabel dependen memiliki pengaruh terhadap angka harapan hidup dengan koefisien sebesar 84% pada 4 titik knot. Penelitian yang dilakukan oleh Prawanti yang memodelkan tentang persentase kemiskinan di Indonesia [12]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa variabel independen berpengaruh signifikan terhadap persentase kemiskinan dengan nilai koefisien determinan 98.7% pada 2 titik knot.

Dani dan Adrianingsih melakukan penelitian yang membandingkan regresi spline truncated dan regresi deret fourier. Hasil koefisien determinan dari Regresi Spline Truncated menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan Regresi Deret Fourier, dengan koefisien determinan masing-masing sebesar 0.98 dan 0.65 [13]. Dani dkk, melakukan perbandingan regresi spline truncated dengan regresi parametrik (linier, kubik, kuadratik). Regresi Spline Truncated menunjukkan hasil yang lebih baik dengan nilai R^2 97,41%, sementara nilai R^2 untuk Regresi Parametrik linier, kuadratik, dan kubik adalah 7,6%, 45,3%, dan 50,5%, sesuai dengan penelitian [14].

Dari penjelasan di atas, peneliti hendak membuat analisis pemodelan utang luar negeri Indonesia menggunakan metode regresi semiparametric *spline truncated*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingkat utang tersebut. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah dalam merencanakan keuangan, membuat keputusan terkait utang luar negeri Indonesia, serta meningkatkan pemahaman terhadap variabel-variabel yang memengaruhi utang luar negeri suatu negara dan konsekuensi dari kebijakan ekonomi yang diterapkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari website Bank Indonesia dari Januari 2014- Juni 2023 [6]. Variabel independen yang akan digunakan adalah inflasi, cadangan devisa, utang luar negeri tahun sebelumnya, suku bunga dan kurs dengan setiap variabel berjumlah 114 data. Langkah-langkah dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis, termasuk dalam analisis data adalah variabel dependen dan variabel independen.
2. Mengidentifikasi apakah komponen tersebut bersifat parametrik atau nonparametrik dengan memeriksa pola scatter plot yang muncul antara variabel dependen dan variabel independen.
3. Menentukan titik knot terbaik dari hasil nilai GCV terkecil. Titik knot adalah lokasi dimana terjadi perubahan pola lintasan fungsi spline di antara selang yang berbeda. Menentukan titik knot terbaik adalah menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV) [15]. GCV merupakan pendekatan yang digunakan untuk menentukan titik knot terbaik dalam metode spline. Penghitungan GCV memerlukan Mean Square Error (MSE) merupakan metode

yang digunakan dalam mengevaluasi. Persamaan GCV dan MSE dapat dilihat pada persamaan (1) dan (2).

$$GCV = \frac{MSE}{(n^{-1}trace[I - A])^2} \quad (1)$$

Dengan rumus MSE dan A ditunjukkan pada persamaan (2) dan (3).

$$A = [M][M'M]^{-1}[M'] \quad (2)$$

$$MSE = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 ; i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Dengan:

M : Matriks Regresi

I : Matriks identitas dari matriks A

n : Banyak data

$\hat{y}$: Nilai prediksi

y : Variabel respon

4. Membuat model regresi semiparametrik spline. Fungsi spline dibentuk oleh serangkaian segmen polinomial yang terhubung bersama dengan memenuhi syarat kelancaran tertentu di titik-titik perpotongan (knots) [16]. Persamaan regresi semiparametric *spline truncated* dapat dilihat pada persamaan (4).

$$y_i = \beta_0 + \beta_r x_{ir} + \gamma_j t_{ij} + \gamma_j (t_{ij} - k_q)^{(m-1)} + \epsilon_i \quad (4)$$

$; i = 1, 2, \dots, n$
 $; r = 1, 2, \dots, s$
 $; j = 1, 2, \dots, p$

Dari persamaan (4) dibentuk persamaan truncated (5) sebagai berikut.

$$(t_{ij} - k_q)^{(m-1)} \begin{cases} (t_{ij} - k_q)^{(m-1)} & t \geq k_q \\ 0 & t < k_q \end{cases} ; q = 1, 2, \dots, K \quad (5)$$

Dengan:

t : Variabel prediktor nonparametrik

x : Variabel prediktor parametrik

β_0 : Konstanta

β_r : Parameter parametrik

γ_j : Parameter nonparametric

k_q : Titik knot

ϵ : vektor error

5. Melakukan pengujian signifikansi parameter dari model yang telah diperoleh secara simultan dan parsial yang ditunjukkan pada persamaan (6) dan (7).

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (6)$$

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_r}{se(\hat{\beta}_r)} \quad (7)$$

MSR dan MSE didapatkan melalui persamaan (3) dan (8)

$$MSR = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2}{l} ; i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Dengan:

$\hat{\beta}_r$: Parameter

$se(\hat{\beta}_r)$: Standart error

n : Banyak data

l : Jumlah variabel prediktor

6. Melakukan evaluasi dengan koefisien determinasi. Penentuan model akan menentukan jumlah parameter yang dimasukkan dalam model tersebut. Menggambarkan variasi dari variabel respons, semakin tinggi nilai R^2 , semakin efektif variabel prediktor dalam model tersebut [17].

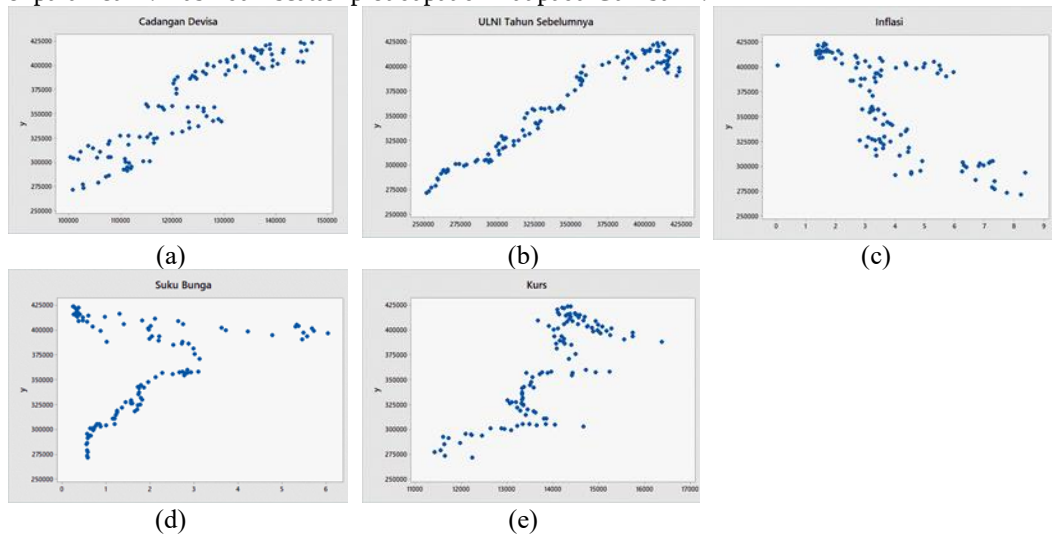
$$R_{square} = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} ; i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

7. Melakukan interpretasi model

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pola Hubungan

Scatterplot diperlukan untuk mengenali pola keterkaitan antara setiap variabel prediktor dan respons, dengan maksud mengidentifikasi elemen-elemen yang memiliki sifat parametrik dan nonparametrik. Hasil dari scatter plot dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Scatter plot utang luar negeri Indonesia dan (a) Cadangan devisa, (b) ULNI tahun sebelumnya, (c) inflasi, (d) suku bunga, (e) kurs

Dilihat dari Gambar 2 bahwa, hanya variabel cadangan devisa dan utang luar negeri tahun sebelumnya yang menunjukkan pola tertentu. Sedangkan variabel inflasi, suku bunga, dan kurs tidak menunjukkan pola tertentu. Maka dapat disimpulkan variabel cadangan devisa(x_1), utang luar negeri tahun sebelumnya(x_2) merupakan komponen parametrik dan variabel inflasi(t_1), suku bunga(t_2), kurs(t_3) merupakan komponen nonparametrik.

3.2 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan titik knot terbaik yang memiliki nilai GCV minimum, titik knot tersebut berfungsi sebagai penanda perubahan pola perilaku dalam suatu interval. Tabel 1 merupakan nilai GCV minimum diantara tiga titik knot.

Tabel 1. Tabel titik knot terbaik

Titik Knot	Variabel			GCV
	t1	t2	t3	
1	0.3172414	0.4303941	11575.14	82425760
2	1.753448	1.432365	12430.83	77812470
	2.615172	2.033547	12944.24	
3	0.604	0.631	11746.28	62293170
	2.902	2.234	13115.38	
	4.339	3.236	13971	

Tabel 1 terlihat bahwa dari segi perbandingan nilai GCV, tiga titik knot menunjukkan nilai GCV yang paling rendah, yakni 62293170. Keputusan diambil bahwa model terbaik untuk regresi semiparametrik *spline truncated* menggunakan tiga titik knot. Kemudian dilakukan estimasi parameter bersarkan titik knot ternaik yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Parameter

Variabel	Parameter	Estimasi
Konstanta	β_0	-0.167
x1	β_1	0.847
x2	β_2	0.500
t1	γ_1	-1106.277
	γ_{11}	-514.757
	γ_{12}	-766.222
	γ_{13}	-725.271
t2	γ_2	-1101.701
	γ_{21}	-501.537
	γ_{22}	-336.651
	γ_{23}	7.142
t3	γ_3	-872.0695
	γ_{31}	-9.134
	γ_{32}	27.238
	γ_{33}	-28.363

Kemudian dibentuk model berdasarkan tiga titik knot pada Tabel 2 untuk regresi semiparametrik *spline truncated* yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & -0.167 + 0.847x_1 + 0.5x_2 - 1106.277t_1 - 1101.701t_2 - 872.07t_3 \\ & - 514.757(t_1 - 0.604) - 766.222(t_1 - 2.902) - 725.271(t_1 - 4.339) \\ & - 501.537(t_2 - 0.631) - 336.651(t_2 - 2.234) + 7.142(t_2 - 3.236) \\ & - 9.134(t_3 - 11746.28) + 27.238(t_3 - 13115.38) - 28.363(t_3 - 13971)\end{aligned}$$

3.3 Uji signifikansi

3.3.1 Uji Signifikansi Serentak

Diberikan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_r = \gamma_j = \gamma_{jq} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_r \neq 0 \text{ atau } \gamma_j \neq 0 \text{ atau } \gamma_{jq} \neq 0$$

Tabel 3 menampilkan hasil uji signifikansi parameter secara simultan.

Tabel 3. Tabel ANOVA

Sumber	db	SS	MS	Fhitung
--------	----	----	----	---------

Regresi	5	2.43×10^{11}	4.8×10^{10}	799.826
Error	108	6.6×10^9	6.08×10^7	
Total	113	2.5×10^{11}		

Hasil dari Tabel 2 diperlihatkan bahwa nilai $F_{hitung}(799.826) > F_{tabel}(2.455)$, berarti tolak H_0 . Terdapat pengaruh secara serentak antara variabel dependen dan variabel independen.

3.3.2 Uji Signifikansi Parsial

Diberikan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_r = 0, \gamma_j = 0, \gamma_{jq} = 0$$

$$H_1 : \beta_r \neq 0 \text{ atau } \gamma_j \neq 0 \text{ atau } \gamma_{jq} \neq 0$$

Tabel 4 menampilkan hasil uji signifikansi parameter secara parsial.

Tabel 4. Hasil uji signifikansi parsial

Variabel	Parameter	t_{hitung}	Keputusan
Konstanta	β_0	-6.882	Signifikan
x_1	β_1	5.056	Signifikan
x_2	β_2	8.436	Signifikan
t_1	γ_1	-6.924	Signifikan
	γ_{11}	-6.924	Signifikan
	γ_{12}	-6.925	Signifikan
	γ_{13}	-6.924	Signifikan
t_2	γ_2	-6.924	Signifikan
	γ_{21}	-6.925	Signifikan
	γ_{22}	-6.925	Signifikan
	γ_{23}	8.025	Signifikan
t_3	γ_3	-6.924	Signifikan
	γ_{31}	-2.977	Signifikan
	γ_{32}	4.882	Signifikan
	γ_{33}	-5.458	Signifikan

Dilihat dari Tabel 4, menunjukkan bahwa variabel Cadangan devisa(x_1) berpengaruh signifikan terhadap utang luar negeri dimana diperlihatkan nilai $|t_{hitung}(5.056)| > t_{tabel}(1.982)$. Variabel utang luar negeri tahun sebelumnya(x_2) berpengaruh signifikan terhadap utang luar negeri dimana diperlihatkan nilai $|t_{hitung}(8.436)| > t_{tabel}(1.982)$. Variabel inflasi(t_1) berpengaruh signifikan terhadap utang luar negeri dimana diperlihatkan $|t_{hitung}(-6.924), (-6.924), (-6.925), (-6.924)| > t_{tabel}(1.982)$. Variabel suku bunga(t_2) berpengaruh signifikan terhadap utang luar negeri dimana diperlihatkan $|t_{hitung}(-6.924), (-6.925), (-6.925), (8.025)| > t_{tabel}(1.982)$. Variabel kurs(t_3) berpengaruh signifikan terhadap utang luar negeri dimana diperlihatkan $|t_{hitung}(-6.924), (-2.977), (4.882), (-5.458)| > t_{tabel}(1.982)$.

3.4 Koefisien Determinan

Berdasarkan persamaan (8) didapatkan hasil koefisien determinan.

$$R_{square} = \frac{2.43 \times 10^{11}}{2.5 \times 10^{11}} = 0.973$$

Dari perhitungan yang dilakukan, ditemukan hasil R_{square} sebesar 0.973 atau 97.3%. Kesimpulannya, variabel inflasi, cadangan devisa, utang luar negeri tahun sebelumnya, suku bunga, dan kurs mampu menjelaskan sebagian besar dari utang luar negeri Indonesia, yaitu sebesar 97.3%. Sisanya, sekitar 2.7%, dijelaskan oleh variabel lain di luar cakupan penelitian.

3.5 Interpretasi

Berikut merupakan interpretasi untuk setiap variabel predictor yang signifikan terhadap variabel respon.

1. Interpretasi model terhadap x_1 yaitu Cadangan devisa sebagai berikut:

$$y_i = 0.847$$

Apabila cadangan devisa naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan naik 847000 dolar.

2. Interpretasi model terhadap x_2 yaitu utang luar negeri tahun sebelumnya sebagai berikut:

$$y_i = 0.5$$

Apabila utang luar negeri tahun sebelumnya naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan naik 500000 dolar.

3. Interpretasi model terhadap t_1 yaitu inflasi sebagai berikut:

$$y_i = 1106.277t_1 - 514.757(t_1 - 0.604) - 766.222(t_1 - 2.902) - 725.271(t_1 - 4.339)$$

$$y_i = \begin{cases} -0.167 - 1106.277 & , t_1 < 0.604 \\ -311 - 1621.034 & , 0.604 \leq t_1 < 2.902 \\ -2535 - 2387.256 & , 2.902 \leq t_1 < 4.339 \\ -5681 - 3112.527 & , t_1 \geq 4.339 \end{cases}$$

Apabila persentase inflasi kurang dari 0.604 persen dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 1106.227 juta dolar. Apabila persentase inflasi pada interval 0.604 sampai 2.902 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 1621.034 juta dolar. Apabila persentase inflasi pada interval 2.902 sampai 4.339 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 2387.256 juta dolar. Apabila persentase inflasi lebih dari 4.339 persen dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 3112.527 juta dolar. Secara praktis jika persentase inflasi mengalami peningkatan maka utang luar negeri akan mengalami penurunan.

4. Interpretasi model terhadap t_2 yaitu suku bunga sebagai berikut:

$$y_i = 1106.277t_2 - 514.757(t_2 - 0.604) - 766.222(t_2 - 2.902) - 725.271(t_2 - 4.339)$$

$$y_i = \begin{cases} -0.167 - 1101.701 & , t_2 < 0.631 \\ -315 - 1603.238 & , 0.631 \leq t_2 < 2.234 \\ -1068 - 1939.889 & , 2.234 \leq t_2 < 3.236 \\ -1045 - 1932.747 & , t_2 \geq 3.236 \end{cases}$$

Apabila persentase suku bunga kurang dari 0.631 persen dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 1101.701 juta dolar. Apabila persentase suku bunga pada interval 0.631 sampai 2.234 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 1603.238 juta dolar. Apabila persentase suku bunga pada interval 2.234 sampai 3.236 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 1939.747 juta dolar. Apabila persentase suku bunga lebih dari 3.236 persen dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 1932.747 juta dolar. Secara praktis jika persentase suku bunga mengalami kenaikan maka utang luar negeri akan mengalami penurunan.

5. Interpretasi model terhadap t_3 yaitu kurs sebagai berikut:

$$y_i = 1106.277t_3 - 514.757(t_3 - 0.604) - 766.222(t_3 - 2.902) - 725.271(t_3 - 4.339)$$

$$y_i = \begin{cases} -0.167 - 872.070 & , t_3 < 11746.280 \\ -107292.603 - 881.204 & , 11746.280 \leq t_3 < 13115.380 \\ 249941.757 - 853.966 & , 13115.380 \leq t_3 < 13971.070 \\ -146313.275 - 882.328 & , t_3 \geq 13971.070 \end{cases}$$

Apabila kurs kurang dari 11746 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 872.070 juta dolar. Apabila kurs pada interval 11746 sampai 13115 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 881.204 juta dolar. Apabila kurs pada interval 13115 sampai 13971 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri akan turun 853.996 juta dolar. Apabila kurs lebih dari 13971 dan naik satu satuan, maka utang luar negeri indonesia akan turun 882.328 juta dolar. Secara praktis jika kurs mengalami kenaikan maka utang luar negeri akan mengalami penurunan.

4. KESIMPULAN

Model regresi semiparametrik menggunakan 3 titik knot untuk komponen *spline truncated* teridentifikasi sebagai model optimal, dengan nilai GCV terendah sebesar 62293170 dan nilai R^2 sebesar 97.3%. Berdasarkan hasil pengujian hipotesis, baik secara keseluruhan maupun parsial, dapat disimpulkan bahwa setidaknya satu $\beta_r \neq 0$, yang menandakan bahwa variabel independen secara bersama-sama signifikan dalam memengaruhi variabel dependen. Secara khusus, dalam pengujian parsial, disimpulkan bahwa variabel cadangan devisa, utang luar negeri tahun sebelumnya, inflasi, suku bunga dan kurs berpengaruh secara parsial terhadap utang luar negeri Indonesia.

Pada penelitian selanjutnya, memperluas kumpulan variabel dalam analisis dapat menjadi langkah penting. Penambahan variabel yang relevan berpotensi meningkatkan kompleksitas model dan memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi utang luar negeri Indonesia. Pemerintah disarankan untuk memastikan transparansi dalam setiap transaksi utang luar negeri. Informasi tentang tujuan penggunaan dana, persyaratan pinjaman, dan pemanfaatan hasil pinjaman sebaiknya mudah diakses publik. Selain itu, pemerintah perlu mengevaluasi secara menyeluruh manfaat jangka panjang dan dampak utang terhadap pembangunan ekonomi dan sosial, dengan mengutamakan penggunaan dana utang pada proyek-proyek yang menghasilkan manfaat optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, M. H., Ramadhani F., Azizah N. (2020). Tinjauan Hutang Negara dalam Perspektif Islam. *J. Islam Econ Financ Stud.* 1(1), 62.
- [2] Kusnandar, V. B. Utang Luar Negeri Indonesia Naik 57% dalam Sedekade [Internet]. databoks. 2023. Available from: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/16/utang-luar-negeri-indonesia-naik-57-dalam-sedekade#:~:text=Selama>
- [3] Didu, S. (2017). Pengaruh Utang Luar Negeri Dan Penanaman Modal asing (PMA) Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia. *J. Ekon.*, 7(2).
- [4] Dewi, P. K. & Dewi M. H. U. (2019). Pengaruh penanaman modal asing , cadangan devisa, dan apbn terhadap utang luar negeri indonesia melalui impor tahun 1996-2015. *E-Jurnal EP Unud* [Internet]. 15(1), 121–51. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/piramida/article/view/55763>

- [5] Setiaji, H. Utang Luar Negeri RI Turun, Tapi Masih di Atas Rp 6.000 T [Internet]. CNBC Indonesia. 2022. Available from: <https://www.cnbcindonesia.com/market/20220519100314-17-340087/utang-luar-negeri-ri-turun-tapi-masih-di-atas-rp-6000-t>
- [6] Bank Indonesia. Statistik Utang Luar Negeri Indonesia (SULNI). 2023.
- [7] Saputro, Y. D. & Soelistyo A. (2017). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi utang luar negeri di Indonesia. *J. Ilmu Ekon.*, 1(1), 45–59.
- [8] Afandi, M. F. (2022). Pengaruh Nilai Tukar, Suku Bunga dan Inflasi Terhadap Utang Luar Negeri Indonesia Tahun 2001-2020. *J. Ilmu Ekon JIE.*, 6(3), 513–24.
- [9] Adrianingsih, N. Y., Dani, ATR. (2021). Estimasi Model Regresi Semiparametrik Spline Truncated Menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimation (Mle). *Jambura J Probab Stat.*, 2(2), 56–63.
- [10] 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.
- [11] Fitriana, D., Budiantara, I. N., Ratnasari, V. (2018). Semiparametric Spline Truncated Regression on Modelling AHH in Indonesia. *IPTEK J Proc Ser.*, (1), 26–31.
- [12] Prawanti, D. D., Budiantara, I. N, Purnomo, J. D. T. (2019). Parameter interval estimation of semiparametric spline truncated regression model for longitudinal data. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 52053.
- [13] Dani, A. T. R., Adrianingsih, N. Y. (2021). Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator Spline Truncated vs Deret Fourier. *Jambura J Math.*, 3(1), 26–36.
- [14] Dani, A. T. .R, Adrianingsih, N. Y., Ainurrochmah, A., Sriningsih, R. (2021). Flexibility of Nonparametric Regression Spline Truncated on Data without a Specific Pattern. *J Litbang Edusaintech.*, 2(1), 37–43.
- [15] Rositawati, A. F. D., Budiantara, I. N. (2020). Pemodelan Indeks Kebahagiaan Provinsi di Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *J. Sains dan Seni ITS.* , 8(2).
- [16] Wei, X., Zhang, Y., Liu, L., Hughes, T. J. R. (2017). Truncated T-splines: Fundamentals and methods. *Comput Methods Appl Mech Eng* [Internet]., 316, 349–372. Available from: <https://dx.doi.org/10.1016/j.cma.2016.07.020>
- [17] Rosanti, I. W., Budiantara, I. N. (2020). Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Morbiditas Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *Inferensi.*, 3(2), 107.