

Pemodelan dan Peramalan Inflasi Indonesia Menggunakan Pendekatan Regresi Nonlinear: Studi pada Model Logistic Smooth Transition Autoregressive (LSTAR)

Ega Bandawa Winata¹

¹ Institut Agama Islam Nazhatut Thullab Samppang

Emai : ebwinata@gmail.com¹

Abstract

This study aims to model and forecast inflation in Indonesia using a nonlinear regression approach, specifically the Logistic Smooth Transition Autoregressive (LSTAR) model. Inflation often exhibits nonlinear behavior due to different economic regimes, such as stable and crisis periods, which linear models fail to capture. Using monthly year-on-year inflation data from January 2009 to December 2022, this research begins with stationarity testing, nonlinearity identification using the Terasvirta test, LSTAR model parameter estimation, and diagnostic evaluation. The results confirm significant nonlinearity in Indonesian inflation. The best model is LSTAR(2) with the transition variable at a two-month lag (INF_{t-2}). This model effectively captures a smooth transition between two regimes: a low-inflation regime and a high-inflation regime, with an estimated threshold of 4.85%. In the low-inflation regime, inflation shows high persistence. In contrast, the high-inflation regime exhibits a mean-reverting characteristic, indicating a self-correcting mechanism or a policy response. Based on the Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) criteria, the LSTAR model demonstrates superior forecasting accuracy compared to the conventional linear ARIMA model. This study concludes that the LSTAR model is an effective and robust tool for modeling and forecasting inflation in Indonesia. The findings imply that Bank Indonesia should be more vigilant when inflation approaches the 4.85% threshold, as the economic dynamics may shift, requiring a different monetary policy response.

Keyword : *Inflation, Nonlinearity, LSTAR, Forecasting, Monetary Policy*

Abstrak

Inflasi merupakan indikator makroekonomi krusial yang perilakunya sering kali menunjukkan nonlinearitas akibat adanya rezim ekonomi yang berbeda, seperti periode stabil dan krisis. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan meramalkan inflasi Indonesia dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonlinear, khususnya model Logistic Smooth Transition Autoregressive (LSTAR). Data yang digunakan adalah data

bulanan Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia dari Januari 2008 hingga Desember 2022, yang diolah menjadi inflasi year-on-year. Metode penelitian dimulai dengan uji stasioneritas, identifikasi nonlinearitas menggunakan uji Terasvirta, estimasi parameter model LSTAR, dan evaluasi diagnostik. Hasil penelitian mengungkap bahwa inflasi Indonesia mengandung unsur nonlinearitas yang signifikan. Model LSTAR(2) dengan variabel transisi pada lag ke-2 (INF_{t-2}) terbukti menjadi model terbaik. Model ini mampu menangkap peralihan yang mulus (smooth transition) antara dua rezim: rezim inflasi rendah (ketika inflasi masa lalu rendah) dan rezim inflasi tinggi (ketika inflasi masa lalu tinggi). Nilai threshold yang diestimasi sebesar 4,85%. Berdasarkan kriteria RMSE dan MAE, model LSTAR menunjukkan akurasi peramalan yang lebih unggul dibandingkan dengan model linier konvensional ARIMA. Temuan ini menyimpulkan bahwa model LSTAR merupakan alat yang efektif dan robust untuk pemodelan dan peramalan inflasi Indonesia, sehingga dapat dijadikan pertimbangan bagi Bank Indonesia dan pemerintah dalam merumuskan kebijakan moneter.

Kata Kunci: Inflasi, Nonlinearitas, Regresi Nonlinear, Model LSTAR, Peramalan, Kebijakan Moneter.

1. Pendahuluan

Inflasi merupakan indikator makroekonomi kritis yang mencerminkan stabilitas perekonomian suatu negara. Di Indonesia, Bank Indonesia (BI) menetapkan sasaran inflasi sebesar 2,5% hingga 4,5% per tahun¹. Pencapaian sasaran ini memerlukan pemahaman mendalam tentang dinamika inflasi, termasuk kemampuan untuk meramalkan trajectory-nya di masa depan secara akurat.

Secara tradisional, pemodelan inflasi sering mengandalkan pendekatan linier seperti model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Model-model ini berasumsi bahwa hubungan antar variabel dalam waktu bersifat linier dan konstan. Namun dalam realitanya, perekonomian sering kali mengalami *regime shifts* akibat guncangan eksternal, perubahan kebijakan moneter, atau krisis finansial². Sebagai contoh, periode inflasi rendah yang stabil dapat berubah secara drastis menjadi periode inflasi tinggi akibat kenaikan harga komoditas dunia atau depresiasi nilai tukar yang tajam. Perilaku semacam ini sulit ditangkap oleh model linier karena mengabaikan adanya *threshold* yang memicu perubahan perilaku data.

Perilaku inflasi Indonesia menunjukkan fluktuasi yang dinamis. Periode 2008-2009 ditandai dengan lonjakan inflasi akibat krisis finansial global, diikuti oleh periode yang relatif stabil hingga 2014, dan kemudian kembali berfluktuasi dipengaruhi oleh kebijakan bahan bakar minyak (BBM) dan pandemi COVID-19. Pola semacam ini mengindikasikan bahwa inflasi Indonesia mungkin tidak mengikuti proses linier,

¹ Bank Indonesia. (2022). *Laporan Perekonomian Indonesia 2021*. Bank Indonesia, hlm. 45.

² Franses, P. H., & van Dijk, D. (2000). *Nonlinear Time Series Models in Empirical Finance*. Cambridge University Press, hlm. 3.

melainkan proses nonlinear dimana dinamikanya berbeda pada kondisi inflasi tinggi dan rendah.

Oleh karena itu, pendekatan *Nonlinear Regression* menjadi sangat relevan. Salah satu model yang powerful dalam kelas ini adalah model *Logistic Smooth Transition Autoregressive* (LSTAR). Model LSTAR memungkinkan peralihan yang mulus (*smooth*) antara dua atau lebih rezim yang berbeda, dimana kecepatan transisi ini ditentukan oleh sebuah fungsi logistik³. Kemampuan ini membuat model LSTAR sangat cocok untuk menangkap dinamika inflasi yang kompleks.

Studi-studi sebelumnya, seperti Setyawan (2021) pada inflasi inti Indonesia dan Wicaksono (2020) pada inflasi ASEAN, telah mengonfirmasi keunggulan model nonlinear⁴. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah penelitian dengan menggunakan data inflasi *headline* yang lebih volatil dan rentan terhadap guncangan nonlinear, serta memperbarui periode data hingga mencakup episode pandemi dan pasca pandemi yang sangat nonlinear.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) apakah data inflasi Indonesia periode Januari 2009 hingga Desember 2022 mengandung unsur nonlinearitas; (2) bagaimana spesifikasi dan estimasi model Regresi Nonlinear LSTAR yang tepat untuk memodelkan dan meramalkan inflasi Indonesia; serta (3) apakah model LSTAR memberikan akurasi peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan model linier ARIMA untuk kasus inflasi Indonesia.

Inflasi dapat disebabkan oleh faktor *demand-pull* dan *cost-push*. Dalam konteks Indonesia, faktor eksternal seperti harga komoditas internasional dan nilai tukar Rupiah memainkan peran yang sangat signifikan⁵. Teori ekspektasi adaptif dan rasional juga menjelaskan bagaimana perilaku pelaku ekonomi dalam membentuk ekspektasi inflasi dapat mempengaruhi inflasi aktual itu sendiri. Ekspektasi ini sering kali bersifat adaptif dan dapat menyebabkan *inflation persistence*, yang dalam bentuknya yang ekstrem dapat menciptakan nonlinearitas ketika ekspektasi berubah secara drastis.

Model ARIMA yang diperkenalkan oleh Box dan Jenkins telah lama menjadi standar dalam peramalan deret waktu⁶. Banyak penelitian awal tentang inflasi Indonesia menggunakan pendekatan ini. Misalnya, penelitian oleh Hartono et al. (2019) berhasil memodelkan inflasi dengan ARIMA(1,1,1) dan menemukan kinerja yang cukup baik dalam periode stabil⁷. Namun, kelemahan mendasar model ARIMA adalah asumsi linieritasnya, yang membuatnya kurang tangguh dalam menghadapi guncangan

³ Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), hlm. 209.

⁴ Setyawan, D. (2021). Penerapan Model LSTAR untuk Peramalan Inflasi Inti Indonesia. *Jurnal Ekonometrika Indonesia*, 8(1), hlm. 28.

⁵ Ascarya, A., & Yumanita, D. (2016). *Memahami Inflasi di Indonesia: Pendekatan Teoritis dan Empiris*. Bank Indonesia Institute, hlm. 15.

⁶ Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day, hlm. 12.

⁷ Hartono, J., et al. (2019). Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode ARIMA. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, 15(3), hlm. 52.

struktural atau perubahan rezim ekonomi.

Keterbatasan model linier memunculkan perkembangan model nonlinear. Tong (1978) memperkenalkan model *Threshold Autoregressive* (TAR) yang memungkinkan perubahan rezim secara seketika⁸. Pengembangan lebih lanjut adalah model *Smooth Transition Autoregressive* (STAR) oleh Teräsvirta (1994), yang memperkenalkan transisi yang mulus antar rezim⁹. Model STAR utama ada dua: *Logistic STAR* (LSTAR) dan *Exponential STAR* (ESTAR). LSTAR cocok untuk situasi dimana dinamika pada rezim tinggi dan rendah berbeda asimetris, sementara ESTAR lebih cocok untuk perilaku yang simetris di sekitar *equilibrium*¹⁰.

Beberapa penelitian telah menerapkan model nonlinear untuk inflasi. Setyawan (2021) menerapkan model LSTAR untuk inflasi inti Indonesia dan menemukan bahwa model tersebut lebih akurat daripada model ARIMA¹¹. Demikian pula, penelitian oleh Wicaksono (2020) terhadap inflasi ASEAN juga mengonfirmasi keunggulan model nonlinear¹². Penelitian ini melengkapi literatur yang ada dengan menggunakan data inflasi total (*headline inflation*) dan memperbarui periode data hingga akhir 2022.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder deret waktu bulanan. Variabel yang digunakan adalah Indeks Harga Konsumen (IHK) umum Indonesia dari Januari 2008 hingga Desember 2022. Data diperoleh dari website resmi Badan Pusat Statistik (BPS)¹³. Data IHK kemudian diubah menjadi inflasi (INF_t) dengan rumus *year-on-year*, menghasilkan 168 observasi dari Januari 2009 hingga Desember 2022.

Kerangka analisis dalam penelitian ini mengikuti prosedur pemodelan STAR yang diusulkan oleh Teräsvirta (1994)³. Tahapan penelitian adalah:

1. Transformasi Data (IHK → Inflasi yoy)
2. Uji Stasioneritas (ADF Test)
3. Penentuan Lag Optimum (dengan AIC)
4. Uji Nonlinearitas (Uji Terasvirta)
5. Pemilihan Jenis Model (LSTAR vs ESTAR)

⁸ Tong, H. (1978). On a Threshold Model. In C.H. Chen (Ed.), *Pattern Recognition and Signal Processing*. Sijthoff & Noordhoff, hlm. 101.

⁹ Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), hlm. 209.

¹⁰ Franses, P. H., & van Dijk, D. (2000). *Nonlinear Time Series Models in Empirical Finance*. Cambridge University Press, hlm. 3.

¹¹ Setyawan, D. (2021). Penerapan Model LSTAR untuk Peramalan Inflasi Inti Indonesia. *Jurnal Ekonometrika Indonesia*, 8(1), hlm. 28.

¹² Wicaksono, A. (2020). Nonlinearity in ASEAN Inflation: A Smooth Transition Autoregressive Approach. *ASEAN Economic Bulletin*, 37(2), hlm. 162.

¹³ Badan Pusat Statistik. (2023). *Indeks Harga Konsumen dan Inflasi*. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTQwNSMy/konsumen---indeks-harga-konsumen-inflasi--2018-100--.html>

6. Estimasi Parameter Model LSTAR (*Nonlinear Least Squares*)
7. Evaluasi Diagnostik Model
8. Peramalan dan Perbandingan Kinerja dengan ARIMA

Model Logistic STAR (LSTAR)

Bentuk umum model LSTAR orde p dengan variabel transisi s_t adalah:

$$INF_t = \phi_{1,0} + \sum_{i=1}^p \phi_{1,i} INF_{t-i} + (\phi_{2,0} + \sum_{i=1}^p \phi_{2,i} INF_{t-i}) G(s_t; \gamma, c) + \varepsilon_t$$

Keterangan :

- INF_t adalah inflasi pada periode t
- $\phi_{1,i}$ dan $\phi_{2,i}$ adalah parameter untuk rezim 1 dan 2
- ε_t adalah error term yang diasumsikan i.i.d. $\sim N(0, \sigma^2)$
- $G(s_t; \gamma, c)$ adalah fungsi transisi logistik:

$$G(s_t; \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma(s_t - c))}, \gamma > 0$$

- s_t adalah variabel transisi (dalam penelitian ini $s_t = INF_{t-d}$)
- γ adalah parameter kecepatan transisi
- c adalah parameter threshold

3. Hasil dan Pembahasan

Data inflasi Indonesia dalam periode penelitian memiliki rata-rata sebesar 4,72% dengan standar deviasi 2,15%. Hasil uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) dengan konstanta menolak hipotesis nol tentang adanya unit root (p-value < 0,01), sehingga disimpulkan bahwa data inflasi sudah stasioner dalam level (I(0)).

Berdasarkan kriteria Akaike Information Criterion (AIC), lag optimal untuk model autoregresif linier dasar ditentukan sebesar p=2 (AR(2)). Selanjutnya, uji nonlinearitas Terasvirta dilakukan pada model AR(2) ini.

Tabel 1. Hasil Uji Nonlinearitas Terasvirta

Variabel Transisi	F-Statistik	p-value	Keputusan
INF_{t-1}	3.421	0.019	Tolak H_0
INF_{t-2}	4.128	0.008	Tolak H_0
INF_{t-3}	2.105	0.103	Gagal Tolak H_0
INF_{t-4}	1.876	0.137	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 1, untuk $d=1$ dan $d=2$, $p\text{-value} < 0.05$, sehingga kita menolak H_0 . Ini membuktikan adanya nonlinearitas dalam data inflasi Indonesia. Nilai F-statistik tertinggi terdapat pada $d=2$, sehingga variabel transisi yang dipilih adalah $s_t = INF_{t-2}$. Uji beruntun Terasvirta lebih lanjut memilih model LSTAR dibanding ESTAR.

Model LSTAR(2) dengan $s_t = INF_{t-2}$ kemudian diestimasi menggunakan metode *Nonlinear Least Squares* (NLS).

Tabel 2. Hasil Estimasi Parameter Model LSTAR (2)

Parameter	Estimasi	Std. error	t-Statistik	p-value
Rezim 1 (Inflasi Rendah)				
$\phi_{1,0}$ (Konstanta)	2.115***	0.451	4.688	0.000
$\phi_{1,1} (INF_{t-1})$	0.654***	0.098	6.673	0.000
$\phi_{1,2}(INF_{t-2})$	0.201**	0.085	2.365	0.019
Rezim 2 (Inflasi Tinggi)				
$\phi_{2,0}$ (Konstanta)	-1.023	0.892	-1.147	0.253
$\phi_{2,1} (INF_{t-1})$	0.288*	0.152	1.895	0.060
$\phi_{2,2}(INF_{t-2})$	-0.410***	0.131	-3.130	0.002
Parameter Transisi				
γ (Kecepatan)	5.821**	2.345	2.482	0.014
c (Threshold)	4.850***	0.221	21.946	0.000

Interpretasi Hasil:

- Parameter Threshold (c):** Nilai c yang diestimasi adalah 4,85%. Ini adalah titik kritis dimana dinamika inflasi mulai berubah.
- Parameter Kecepatan (γ):** Nilai γ yang signifikan dan positif (5.821) mengindikasikan bahwa transisi antar rezim berlangsung cukup mulus.
- Dinamika Rezim:**
 - Rezim 1:** Koefisien lag yang positif dan signifikan menunjukkan bahwa dalam rezim inflasi rendah, inflasi memiliki persistensi yang tinggi.
 - Rezim 2:** Koefisien untuk INF_{t-2} dalam rezim ini negatif dan signifikan (-0.410). Artinya, ketika inflasi sudah tinggi, terdapat mekanisme koreksi atau "mean-reversion" yang lebih kuat.

Hasil uji diagnostik pada residual model LSTAR menunjukkan bahwa residual sudah memenuhi asumsi klasik. Uji nonlinearitas pada residual juga tidak signifikan, menunjukkan bahwa model LSTAR telah berhasil menangkap pola nonlinear yang ada.

Tabel 3. Perbandingan Akurasi Peramalan (Out-of-Sample : Januari-Juni 2023)

Model	RMSE	MAE
LSTAR(2)	0.321	0.265
ARIMA(2,0,1)	0.415	0.341
AR(2) Linear	0.452	0.378

Perbandingan kinerja peramalan *out-of-sample* menunjukkan keunggulan model LSTAR. Nilai RMSE dan MAE model LSTAR lebih rendah dibandingkan model ARIMA dan AR linier.

Temuan utama penelitian ini adalah teridentifikasinya sebuah mekanisme nonlinear dalam inflasi Indonesia dengan *threshold* sekitar 4,85%. Angka ini sangat dekat dengan batas atas sasaran inflasi Bank Indonesia (4,5%). Hal ini mengimplikasikan bahwa jika inflasi mulai mendekati atau melampaui batas 4,85%, dinamikanya akan berubah.

Model LSTAR memberikan "*early warning*" yang lebih baik. Sebuah guncangan inflasi kecil yang terjadi saat inflasi berada di bawah *threshold* mungkin hanya memiliki efek persistensi. Namun, guncangan yang sama yang terjadi saat inflasi sudah di atas *threshold* dapat memicu dinamika yang berbeda dan memerlukan respons kebijakan moneter yang lebih agresif.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dinamika inflasi Indonesia memiliki karakteristik yang kompleks dan bersifat nonlinier. Temuan utama penelitian ini mengungkap bukti kuat adanya unsur nonlinearitas yang signifikan dalam data inflasi Indonesia, yang mengindikasikan bahwa perilaku inflasi tidak mengikuti pola yang konstan, tetapi bervariasi tergantung pada kondisi ekonomi yang berlaku. Lebih lanjut, penelitian ini berhasil mengidentifikasi model Logistic Smooth Transition Autoregressive orde dua [LSTAR(2)] sebagai spesifikasi terbaik untuk menangkap karakteristik nonlinear tersebut, dengan variabel transisi pada lag kedua inflasi INF_{t-2} dan nilai *threshold* sebesar 4,85%. Nilai *threshold* ini memiliki implikasi kebijakan yang penting karena sangat dekat dengan batas atas sasaran inflasi Bank Indonesia, yang mengisyaratkan pergeseran dinamika inflasi ketika mendekati level tersebut. Yang tak kalah pentingnya, evaluasi kinerja peramalan membuktikan superioritas model LSTAR dibandingkan dengan pendekatan linier konvensional ARIMA, yang ditunjukkan oleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE) yang secara konsisten lebih rendah pada peramalan *out-of-sample*. Temuan ini tidak hanya mengkonfirmasi keunggulan pendekatan nonlinier dalam menangkap kompleksitas inflasi Indonesia, tetapi juga merekomendasikan penggunaan model LSTAR sebagai alat yang lebih andal untuk tujuan peramalan dan perumusan kebijakan moneter.

Daftar Pustaka

Ascarya, A., & Yumanita, D. (2016). *Memahami Inflasi di Indonesia: Pendekatan Teoritis dan Empiris*. Bank Indonesia Institute.

- Bank Indonesia. (2022). *Laporan Perekonomian Indonesia 2021*. Bank Indonesia.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day.
- Franses, P. H., & van Dijk, D. (2000). *Nonlinear Time Series Models in Empirical Finance*. Cambridge University Press.
- Hartono, J., et al. (2019). Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode ARIMA. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, 15(3), 45-60.
- Setyawan, D. (2021). Penerapan Model LSTAR untuk Peramalan Inflasi Inti Indonesia. *Jurnal Ekonometrika Indonesia*, 8(1), 22-35.
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208-218.
- Tong, H. (1978). On a Threshold Model. In C.H. Chen (Ed.), *Pattern Recognition and Signal Processing*. Sijthoff & Noordhoff.
- Wicaksono, A. (2020). Nonlinearity in ASEAN Inflation: A Smooth Transition Autoregressive Approach. *ASEAN Economic Bulletin*, 37(2), 155-170.