

**MODEL LSTAR (LOGISTIK SMOOTHING  
TRANSITIONAUTOREGRESSIVE)UNTUK PEMODELAN RETURN  
SAHAMPADA PT. BANK RAKYAT INDONESIA  
DAN PT. BANK NEGARA INDONESIA**

*(LSTAR MODEL (LOGISTIK SMOOTHING TRANSITION  
AUTOREGRESSIVE) FOR MODELLINGSTOCK MARKET RETURN AT PT.  
BANK RAKYAT INDONESIA AND PT. BANK NEGARAINDONESIA)*

Puspita Kartikasari, Heri Kuswanto  
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arif Rahman Hakim, 60111  
E-mail: [puspitakartikasari21@gmail.com](mailto:puspitakartikasari21@gmail.com)

**Abstrak**

Peramalan dengan akurasi tinggi merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam membentuk suatu model peramalan. Salah satu model peramalan yang sering digunakan yaitu model nonlinier. Banyak penelitian melakukan pemodelan dengan menggunakan model nonlinier terutama pada kasus return saham karena para peneliti mengasumsikan bahwa return bergerak secara nonlinier. Data return saham yang dijadikan kasus dalam penelitian ini adalah saham-saham yang tergolong dalam indeks LQ 45. Dua data return saham yang digunakan adalah return saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan return saham PT. Bank Negara Indonesia karena return saham kedua bank tersebut dalam keadaan liquid dan stabil. Sebagai langkah awal, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian nonlinieritas dengan menggunakan uji Terasvirta. Langkah berikutnya melakukan pemodelan dengan menggunakan model LSTAR (Logistic Smoothing Transition Autoregressive). Hasil penelitian menunjukkan bahwa data return saham PT. Bank Negara Indonesia dan PT. Bank Rakyat Indonesia mengikuti fenomena nonlinier. Model terbaik yang dihasilkan untuk Bank Rakyat Indonesia memiliki nilai AIC sebesar 31665 sedangkan model terbaik yang dihasilkan untuk Bank Negara Indonesia memiliki nilai AIC sebesar 25883.

**Kata Kunci:** *AIC, LSTAR, Nonlinieritas, Return Saham, Uji Terasvirta.*

**Abstract**

Forecasting with high accuracy is very necessary in the form of a forecasting model. One of the widely used forecasting model is nonlinier model. Many research have used nonlinier models, especially in the case of stock returns because the return is assumed to move nonlinierity. Stock return data used in this study is LQ 45. Two stock return data used in the stock return is the stock return of PT. Bank Rakyat Indonesia and PT. Bank Negara Indonesia because these both stock are liquid and stable state. As a first step, this study will use Terasvirta test for testing nonlinierity.

The next step is constructing the model using LSTAR (logistic Smoothing Transition Autoregressive) model. The result of this study showed that the stock return data of PT. Bank rakyat Indonesia and PT. Bank Negara Indonesia followed nonlinier phenomena. The best model for Bank Rakyat Indonesia is the model which the AIC valued 31665 and the AIC value of the best model for Bank Negara Indonesia is 25883.

**Keywords:** *AIC, LSTAR, Nonlinierity, Stock Return, Terasvirta Test.*

## 1. Pendahuluan

Peramalan dengan akurasi tinggi merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam membentuk suatu model peramalan. Salah satu model peramalan yang sering digunakan yaitu model nonlinier. Banyak penelitian melakukan pemodelan dengan menggunakan model nonlinier terutama pada kasus return saham karena para peneliti mengasumsikan bahwa return bergerak secara nonlinier. Penelitian mengenai data *return* saham dengan menggunakan model nonlinier *time series* telah banyak dilakukan sebelumnya. [3] membahas mengenai jaringan saraf tiruan yang dapat digunakan untuk mengungkap nonlinearitas yang ada di pasar saham, uji nonlinieritas yang digunakan yaitu uji BDS, empat jenis jaringan saraf digunakan pada pasar saham untuk mendapat model ramalan dengan menggunakan beberapa algoritma optimasi nonlinier heuristik yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan prediksi, didapatkan 4 model yang mirip dengan hasil. [2] menganalisis bahwa korelasi nol dalam return saham menyiratkan independensi statistik jika dan hanya jika memiliki distribusi probabilitas gabungan normal, kurangnya ketergantungan linear (autokorelasi serial) tidak mengesampingkan ketergantungan nonlinear dalam return saham yang bahkan dapat menjadi prediksi. [1] menyelidiki kemungkinan adanya dinamika nonlinier untuk pengembalian indeks saham dan volume perdagangan di bursa pasar saham Chili, untuk menangkap fenomena nonlinear digunakan model *Smooth Transition Autoregressive* (STAR) dan menguji terhadap alternatif linear, hasil menunjukkan bahwa pasar saham Chili ditandai dengan adanya model nonlinear di kedua seri (volume perdagangan dan return saham) serta dalam hubungan antara keduanya. [5] meramalkan volatilitas dengan menggunakan model linier dan nonlinier time

series, dalam penelitian ini kualitas dari perkiraan sampel yang diperoleh dari berbagai model volatilitas nonlinear dievaluasi dan dibandingkan dengan peramalan model nonlinear yang lebih tua dan model linier standar. [6] menganalisis dua prosedur baru untuk pemilihan model di *Neural Networks* (NN) untuk peramalan time series, yaitu pada data return saham, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi antara inferensi statistik R<sup>2</sup> tambahan dan uji Wald adalah prosedur yang efektif untuk model NN pada peramalan time series data return saham.

Hingga saat ini di Indonesia jarang sekali ditemukan penelitian untuk data return saham menggunakan model nonlinier dengan tujuan mendapatkan ramalan yang akurat. Dengan demikian, masih ada peluang untuk melakukan penelitian lagi, guna mendapatkan model ramalan return saham yang terbaik. Data return saham yang dijadikan kasus dalam penelitian ini adalah saham-saham yang tergolong dalam indeks LQ 45. Dua data return saham yang digunakan pada penelitian ini adalah return saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan return saham PT. Bank Negara Indonesia. Hal ini karena return saham kedua bank tersebut dalam keadaan liquid stabil.

Dalam penelitian ini digunakan model untuk menangkap fenomena nonlinieritas. Model nonlinier yang digunakan yaitu model LSTAR (*Logistic Smoothing Transition Autoregressive*). Dalam penelitian ini ingin menguji apakah data return saham memiliki fenomena nonlinier serta ingin diketahui model LSTAR yang terbaik yang terbentuk untuk data return saham.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Uji Terasvirta**

Uji Terasvirta termasuk dalam kelompok uji Lagrange Multiplier (LM) dengan pendekatan ekspansi Taylor yang menggunakan statistic uji  $\chi^2$  dengan derajat  $v$ . Prosedur uji Terasvirta dijelaskan sebagai berikut [7].

1. Meregresikan  $Y_t$  pada  $1, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p}$  dan menghitung nilai  $\widehat{U}_t$ .
2. Meregresikan  $\widehat{U}_t$  pada  $1, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p}$  dan  $v$  predictor tambahan suku kuadratik dan kubik yang merupakan hasil pendekatan ekspansi Taylor.
3. Menghitung koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan regresi pada langkah sebelumnya.
4. Menghitung statistic uji  $\chi^2 = nR^2$ , dengan  $n$  adalah jumlah pengamatan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Model Linier

$H_1$  : Model Nonlinier

Statistic Uji  $\chi^2$  mengikuti distribusi  $\chi^2_v$ , keputusan tolak  $H_0$  jika  $p$ -value dari statistic uji  $\chi^2$  kurang dari taraf nyata 0,05.

## 2.2 LSTAR

Dua pilihan populer untuk fungsi *smooth transition* adalah fungsi logistik dan fungsi eksponensial. Kedua pilihan terdapat perbedaan dalam bentuk fungsi transisi penghalus yang digunakan. Secara umum, model yang dihasilkan oleh kedua model tidak jauh berbeda, walaupun sebaiknya dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk memilih fungsi transisi yang paling tepat dengan menggunakan pengujian F bersarang dari metode analisis regresi *auxiliary*. Berdasarkan hal itu, penelitian ini langsung ditentukan fungsi transisi penghalus transisi yang digunakan, yaitu fungsi *smooth transition* logistik.

$$G(z_t; \gamma, c) = \frac{1}{1 + e^{-\gamma(z_t - c)}} \quad (1)$$

dimana  $z_t = y_{t-l}$  dengan parameter *delay* ( $l$ ) yang merupakan bilangan integer positif ( $l > 0$ ). Model yang dihasilkan disebut sebagai model *logistic STAR* atau LSTAR. Parameter  $c$  dapat diinterpretasikan sebagai *threshold*, sebagaimana pada model *threshold autoregressive* (TAR), dan  $\gamma$  menunjukkan derajat kecepatan dan kehalusan transisi. Untuk kasus  $\gamma \rightarrow \infty$ , maka  $\lim_{\gamma \rightarrow \infty} G(z_t; \gamma, c) = 0$  dan  $\lim_{\gamma \rightarrow \infty} G(z_t; \gamma, c) = 1$  [4].

## 2.3 Return Saham

Konsep return atau kembalian adalah tingkatkeuntungan yang dinikmati oleh pemodal atas suatu investasiyang dilakukannya. Return saham merupakan income yang diperoleh oleh pemegang saham sebagai hasil dariinvestasinya di perusahaan tertentu. Untuk menghitung returnsaham digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{ret} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2)$$

dimana,

ret : *Return* saham

$P_t$  : Harga saham pada periode ke-t

$P_{t-1}$  : Harga saham pada periode ke t-1

## 2.4 Kriteria Pemilihan Model

Berdasarkan hasil pemodelan beberapa model yang telah dibentuk, terdapat banyak kemungkinan model untuk menggambarkan proses yang terjadi dalam data. Oleh sebab itu, selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik dari kemungkinan-kemungkinan model yang telah terbentuk. Terdapat banyak metode untuk menentukan model terbaik. Berdasarkan residual data *in sample*, dalam menentukan model terbaik salah satu di antaranya dapat menggunakan nilai minimum AIC (*Akaike's Information Criterion*) yang di jelaskan sebagai berikut [8].

$$AIC(M) = n \ln \sigma_a^2 + 2M \quad (3)$$

Kelemahan AIC adalah kurang efektif untuk jumlah parameter yang banyak.

## 3. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder laporansaham harian PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. BankNegara Indonesia yang diperoleh dari YAHOOFINANCE. Periode data return saham yang akan diteliti adalah dari 11Oktober 2004 hingga 12 September

2014, sehingga terdapat sebanyak 2571 data return saham harian untuk dan PT Bank Rakyat Indonesia, 2420 data return saham dan PT Bank Negara Indonesia. Data dibagi menjadi dua bagian yaitu data in sample dan data out sample, untuk PT. Bank Rakyat Indonesia data in sample sebanyak 2539 data mulai dari tanggal 11 Oktober 2004 sampai tanggal 31 Juli 2014, sedangkan data out sample mulai dari tanggal 1 Agustus 2014 sampai 12 September 2014 yaitu sebanyak 31 data. Sedangkan untuk PT. Bank Negara Indonesia data in sample sebanyak 2388 data mulai dari tanggal 11 Oktober 2004 sampai tanggal 31 Juli 2014, sedangkan data out sample mulai dari tanggal 1 Agustus 2014 sampai 12 September 2014 yaitu sebanyak 31 data.

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengujian nonlinier pada masing-masing return saham. Jika data mengikuti fenomena nonlinieritas, maka kemudian dilakukan differencing pada tiap-tiap return saham. Langkah selanjutnya dilakukan pemodelan terhadap masing-masing data in sample dan memperoleh model LSTAR. Pemilihan model LSTAR terbaik untuk masing-masing data return saham menggunakan kriteria pemilihan model terbaik AIC (*Akaike's Information Criterion*).

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan dilakukan pembentukan model kombinasi untuk data *absolute return* saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. Bank Negara Indonesia. Model kombinasi yang dibentuk yaitu model FISTAR. Model tersebut digunakan untuk membentuk data yang memiliki sifat long memory dan nonlinier. Sebelum dilakukan pemodelan pada data, dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Uji Terasvirta

Uji	BRI			BNI		
	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 1	Lag 2	Lag 3
Chi-Square	7,264	13,006	11,161	18,915	58,215	10,933

d

df	2	2	2	2	2	2
P-val	0,001	0,001	0,004	0,000	0,000	0,004

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa untuk data absolute return saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. Bank Negara Indonesia tidak linier. Hal ini karena kedua data memiliki p-value dari uji Terasvirta yang kurang dari  $\alpha=0,05$  untuk lag 1 hingga lag 3.

Hasil dari kedua uji tersebut menunjukkan bahwa data absolute return saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. Bank Negara Indonesia mengikuti fenomena nonlinieritas, sehingga pada penelitian ini dilakukan pemodelan dengan menggunakan model nonlinier LSTAR. Langkah pertama yang dilakukan yaitu mendifferencing absolute return saham karena data tidak stasioner. Setelah itu data tersebut diolah menggunakan proses nonlinieritas sehingga didapatkan model LSTAR untuk masing-masing return saham seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 2.** Model LSTAR Pertama PT. Bank Rakyat Indonesia

Parameter	Estimate	t value	Pr(> z )	AIC
<b>Delay = 1</b>				
$\phi_{1,0}$	1031,074	29,379	< 2,2e-16	31886
$\phi_{1,1}$	0,380	6,860	6,87E-12	
$\phi_{1,2}$	-0,141	-5,183	2,19E-07	
$\phi_{2,0}$	-280,019	-2,689	0,007	
$\phi_{2,1}$	-0,374	-4,677	2,91E-06	
$\phi_{2,2}$	0,169	3,939	8,20E-05	
$\gamma$	0,143	1,443	0,149	
c	991,258	153,005	< 2,2e-16	

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa parameter dari model LSTAR sudah signifikan terhadap model karena memiliki nilai  $p\text{-value} < 0,05$ . Dengan menggunakan

delay 1, didapatkan model LSTAR yang pertama untuk PT. Bank Rakyat Indonesia sebagai berikut.

$$y_t = (1031,074 + 0,380y_{t-1} - 0,141y_{t-2})(1 - G(y_{t-1}; 0,143, -991,258)) + (-280,019 - 0,374y_{t-1} - 0,169y_{t-2})G(y_{t-1}; 0,143, -991,258)$$

$$y_t = (1031,074 + 0,380y_{t-1} - 0,141y_{t-2}) \left(1 - \frac{1}{1 + e^{0,143(y_{t-1} - 991,258)}}\right) + (-280,019 - 0,374y_{t-1} - 991,258) \left(\frac{1}{1 + e^{0,143(y_{t-1} - 991,258)}}\right)$$

**Tabel 3.** Model LSTAR Kedua PT. Bank Rakyat Indonesia

Parameter Estimate	t value	Pr(> z )	AIC
Delay = 1			
ø1,0	927,489	34,499	< 2,2e-16
ø1,1	0,043	6,140	8,23E-10
ø2,0	-195,672	-2,110	0,035
ø1,2	0,074	-3,133	0,002
γ	40,022	0,009	0,993
c	1018,429	3,468	0,001

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa parameter dari model LSTAR sudah signifikan terhadap model karena memiliki nilai *p-value* < 0,05. Dengan menggunakan delay 1, didapatkan model LSTAR yang kedua untuk PT. Bank Rakyat Indonesia sebagai berikut.

$$y_t = (927,489 + 0,043y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}; 40,022, 1018,429)) + (-195,672 - 0,074y_{t-1})G(y_{t-1}; 40,022, 1018,429)$$

$$y_t = (927,489 + 0,043y_{t-1}) \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-40,022(y_{t-1} - 1018,429)}}\right) + (-195,672 - 0,074y_{t-1}) \frac{1}{1 + e^{-40,022(y_{t-1} - 1018,429)}}$$

**Tabel 4.** Model LSTAR Pertama PT. Bank Negara Indonesia



Parameter	Estimate	t value	Pr(> z )	AIC
Delay = 1				
ø1,0	398,005	3,107	< 2,2e-16	
ø1,1	0,498	13,510	< 2,2e-16	
ø2,0	-144,825	-3,447	0,001	
ø2,1	-0,340	-5,123	0,000	25885
γ	13,217	0,048	0,961	
c	495,104	229,325	< 2,2e-16	

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa parameter dari model LSTAR sudah signifikan terhadap model karena memiliki nilai  $p\text{-value} < 0,05$ . Dengan menggunakan delay 1, didapatkan model LSTAR yang pertama untuk PT. Bank Negara Indonesia sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 y_t = & (398,005 + 0,498y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}; 13,217, 495,104)) \\
 & + (-144,825 - 0,340y_{t-1})G(y_{t-1} - 495,104) \\
 y_t = & (398,005 + 0,498y_{t-1})\left(1 - \frac{1}{1 + e^{-13,217(y_{t-1}-495,104)}}\right) \\
 & + (-144,825 - 0,340y_{t-1})\frac{1}{1 + e^{-13,217(y_{t-1}-495,104)}}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Model LSTAR Kedua PT. Bank Negara Indonesia

Parameter	Estimate	t value	Pr(> z )	AIC
Delay = 1				
ø1		25,94		
,0	452,202	3	< 2,2e-16	
ø1,1	0,747	13,072	< 2,2e-16	
ø1,2	-0,184	-6,961	0,000	
ø2,0	-210,004	-4,661	0,000	25883
ø2,1	-0,596	-7,502	0,000	
ø2,2	0,225	5,392	0,000	
γ	1,132	1,894	0,058	
c	493,780	1102,047	< 2,2e-16	

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa parameter dari model LSTAR sudah signifikan terhadap model karena memiliki nilai *p-value* < 0,05. Dengan menggunakan delay 1, didapatkan model LSTAR yang kedua untuk PT. Bank Negara Indonesia sebagai berikut.

$$y_t = (452,202 + 0,747y_{t-1} - 0,184y_{t-2})(1 - G(y_{t-1}; 1132,493, 780)) + (-210,004 - 0,569y_{t-1} - 0,225y_{t-2})G(y_{t-1}; 1132,493, 780)$$

$$y_t = (452,202 + 0,747y_{t-1} - 0,184y_{t-2})\left(1 - \frac{1}{1 + e^{1,132(y_{t-1} - 493,780)}}\right) + (-210,004 - 0,569y_{t-1} - 0,225y_{t-2})\frac{1}{1 + e^{1,132(y_{t-1} - 493,780)}}$$

Berdasarkan dua model LSTAR yang terbentuk untuk masing-masing data return saham PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. Bank Negara Indonesia, dapat dibandingkan nilai AIC yang didapatkan kemudian dipilih nilai AIC yang terkecil untuk masing-masing return saham. Pemilihan model tersebut disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Pemilihan Model Terbaik

Model	Bank BRI	Bank BNI
-------	----------	----------

AIC Model 1	31886	25885
AIC Model 2	<b>31665</b>	<b>25883</b>

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa model yang terbaik untuk data return saham PT. Bank Rakyat Indonesia adalah model LSTAR kedua dengan nilai AIC 31665, sedangkan model yang terbaik untuk data return saham PT. Bank Negara Indonesia adalah model LSTAR kedua dengan nilai AIC 25883.

- Model terbaik untuk return saham PT. Bank Rakyat Indonesia.

$$y_t = (927,489 + 0,043y_{t-1}) \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-40,022(y_{t-1} - 1018,429)}} \right) + (-195,672 - 0,074y_{t-1}) \frac{1}{1 + e^{-40,022(y_{t-1} - 1018,429)}}$$

- Model terbaik untuk *return saham* PT. Bank Negara Indonesia

$$y_t = (452,202 + 0,747y_{t-1} - 0,184y_{t-2}) \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{1,132(y_{t-1} - 493,780)}} \right) + (-210,004 - 0,596y_{t-1} - 0,255y_{t-2}) \frac{1}{1 + e^{1,132(y_{t-1} - 493,780)}}$$

## 4. Penutup

### 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari uraian di atas adalah model LSTAR hanya dapat digunakan pada data-data yang telah memiliki kecenderungan mengikuti fenomena nonlinieritas seperti data *return* saham. Model terbaik yang telah didapatkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk meramalkan *return* saham pada periode selanjutnya pada PT. Bank Rakyat Indonesia dan PT. Bank Negara Indonesia yang kemudian dapat dipakai sebagai pengambilan kebijakan untuk kedua bank tersebut.

## 4.2 Saran

Saran yang dapat diajukan pada penelitian ini adalah sebaiknya penelitian dilanjutkan menggunakan model peramalan kombinasi antara model *nonlinier* dan *long memory*. Hal ini karena kasus *return* saham memiliki ketergantungan dengan saham sebelumnya meskipun dalam waktu yang cukup lama, selain itu banyak penelitian menunjukkan bahwa peramalan dengan menggunakan model kombinasi memberikan hasil ramalan yang memiliki nilai akurasi tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aranda, R., & Jaramillo, P. (2008). *Nonlinear Dynamic In The Chilean Stock Market: Evidence From Returns And Trading Volume*. Chile: Central Bank of Chile Working Papers.
- [2] Hinich, M. J., & Patterson, D. M. (1985). Evidence of Nonlinearity in Daily Stock Returns. *Journal of Business and Economic Statistics* No. 3 , 69-77.
- [3] Isfan, M., Mendes, D. A., & Menezes, R. (2007). *Forecasting Financial Time Series By Using Artificial Neural Network*. Portugal: Department of Statistical Methodology, INE, Avenida António José de Almeida.
- [4] Kuswanto, H., & Sibbertsen, P. (2007). Can we distinguish between common nonlinear time series distinguish between common nonlinear time series. *Discussion Paper no. 178, Leibniz Hannover University, Germany*.
- [5] Schmidt-Mohr, U. (1996). *Volatility Forecasting with Nonlinear and Linear Time Series Models: A Comparison*. Bleichstr: LGT Asset Management.
- [6] Suhartono. (2008). New Procedures for Model Selection in Feedforward Neural Networks for Time Series Forecasting. *Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 9 NO. 2* , 104-113.
- [7] Terasvirta, T., Lin, C.-F. dan Granger, C.W.J. (1993). Power of the Neural Networks Linearity Test. *Journal of Time Series Analysis*, 14, hal.159-171.
- [8] Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis Second Edition: Univariate and Multivariate Methods (2<sup>nd</sup> eds)*. New York, United States of America: Pearson

Education.