



SKRIPSI

PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN *SMOOTH TRANSITION AUTOREGRESSIVE* DENGAN FUNGSI TRANSISI LOGISTIK DAN EKSPONENSIAL DAN PENGUKURAN RISIKO SAHAM MENGGUNAKAN *EXPECTED SHORTFALL*

RAFI IMAM DWIYANTO

NPM 22083010109

DOSEN PEMBIMBING

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.

Trimono, S.Si., M.Si.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN *SMOOTH TRANSITION* *AUTOREGRESSIVE* DENGAN FUNGSI TRANSISI LOGISTIK DAN EKSPONENSIAL DAN PENGUKURAN RISIKO SAHAM MENGGUNAKAN *EXPECTED SHORTFALL*

Oleh:

RAFI IMAM DWIYANTO
NPM. 22083010109

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 4 September 2026:

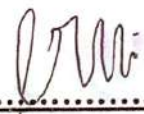
Menyetujui,

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
NIP. 19940802 202203 2 015


.....

(Pembimbing I)

Trimono, S.Si., M.Si.
NIP. 19950908 202203 1 003


.....

(Pembimbing II)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006


.....

(Ketua Penguji)

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19920909 202203 2 009


.....

(Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer


.....

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

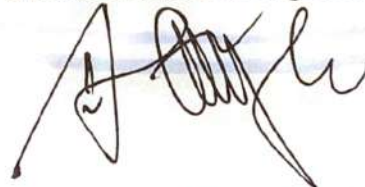
PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN *SMOOTH TRANSITION* *AUTOREGRESSIVE* DENGAN FUNGSI TRANSISI LOGISTIK DAN EKSPONENSIAL DAN PENGUKURAN RISIKO SAHAM MENGGUNAKAN *EXPECTED SHORTFALL*

Oleh:
RAFI IMAM DWIYANTO
NPM. 22083010109

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer



Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
NIP. 19950723 202406 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rafi Imam Dwiyanto
NPM : 22083010109
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 4 September 2026
Yang Membuat Pernyataan,



RAFI IMAM DWIYANTO
NPM. 22083010109

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Rafi Imam Dwiyanto / 22083010109
Judul Skripsi : Prediksi Harga Saham Menggunakan *Smooth Transition Autoregressive* Dengan Fungsi Transisi Logistik Dan Eksponensial Dan Pengukuran Risiko Saham Menggunakan *Expected Shortfall*
Dosen Pembimbing : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si, M.Stat.
2. Trimono, S.Si., M.Si.

Saham merupakan salah satu instrumen investasi yang memiliki risiko tinggi, karena harga saham berfluktuasi. Kondisi tersebut menyebabkan investor menghadapi ketidakpastian dalam memperkirakan harga serta potensi kerugian saham yang dapat terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis data harga saham dengan melakukan prediksi harga serta mengukur risiko kerugian saham menggunakan model *Smooth Transition Autoregressive* (STAR) dan *Expected Shortfall*. Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah pemrosesan data, perhitungan *return* saham, analisis eksplorasi data, uji stasioneritas data, transformasi data *return* saham, pembagian data, identifikasi dan estimasi model AR dan MA, uji asumsi residual model AR, uji linieritas, uji fungsi transisi, estimasi parameter model STAR, uji asumsi residual model STAR, evaluasi performa model, prediksi harga saham, dan perhitungan VaR dan *Expected Shortfall*. Data harga saham yang digunakan dalam penelitian ini diunduh melalui situs *investing.com*. Data harga saham yang digunakan adalah data harga saham perusahaan telekomunikasi di Indonesia, yaitu PT Telkom Indonesia Tbk, PT XL Axiata Tbk, dan PT Indosat Ooredoo Hutchison Tbk. Periode data harga saham yang digunakan adalah 2 Januari 2018 hingga 19 September 2025. Hasil perbandingan akurasi pada kedua model tersebut menunjukkan bahwa pada data harga saham EXCL dan ISAT model STAR mampu melampaui akurasi dari model ARIMA dengan nilai MAPE sebesar 16,16% untuk model LSTAR(4,1) dan 14,66% untuk model ESTAR(5,2), sementara pada data harga saham TLKM, model ARIMA berhasil melampaui akurasi dari model STAR dengan nilai MAPE 33,39% untuk model ESTAR(3,1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model STAR berhasil menangkap pola nonlinier pada data dengan lebih baik dibandingkan model linier seperti ARIMA pada beberapa kasus. Hasil perhitungan risiko kerugian dengan menggunakan *Expected Shortfall* menunjukkan bahwa *Expected Shortfall* bernilai sama dengan VaR, hal ini dapat terjadi karena data yang digunakan untuk menghitung *Expected Shortfall* berjumlah sedikit dan memiliki varian yang sangat kecil. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi alat analisis untuk investor saham dalam memitigasi risiko kerugian yang dapat terjadi.

Kata Kunci: *Expected Shortfall*, Deret Waktu Nonlinier, *Smooth Transition Autoregressive* (STAR), *Value at Risk* (VaR)

ABSTRACT

Student Name / NPM : Rafi Imam Dwiyanto / 22083010109
Undergraduate thesis title : *Stock Price Prediction Using Smooth Transition Autoregressive With Logistic And Exponential Transition Functions And Stock Risk Measurement Using Expected Shortfall*
Advisors : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
2. Trimono, S.Si., M.Si.

Stocks are one of the investment instruments associated with high risk due to their fluctuating prices. This condition creates uncertainty for investors in forecasting stock prices and potential losses that may occur. This study aims to analyze stock price data by forecasting stock prices and measuring investment risk using the Smooth Transition Autoregressive (STAR) model and Expected Shortfall. The analytical stages conducted in this study include data preprocessing, stock return calculation, exploratory data analysis, data stationarity testing, stock return data transformation, data splitting, identification and estimation of AR and MA models, residual assumption testing of the AR model, linearity testing, transition function testing, parameter estimation of the STAR model, residual assumption testing of the STAR model, model performance evaluation, stock price forecasting, and VaR and Expected Shortfall calculations. The stock price data used in this study were obtained from investing.com. The data consist of stock prices of three telecommunication companies in Indonesia, namely PT Telkom Indonesia Tbk, PT XL Axiata Tbk, and PT Indosat Ooredoo Hutchison Tbk. The stock price data cover the period from January 2, 2018, to September 19, 2025. The comparison of forecasting accuracy between the two models shows that, for the EXCL and ISAT stock price data, the STAR model outperformed the ARIMA model, with MAPE values of 16.16% for the LSTAR(4,1) model and 14.66% for the ESTAR(5,2) model, respectively. Meanwhile, for the TLKM stock price data, the ARIMA model outperformed the STAR model, with a MAPE value of 33.39% for the ESTAR(3,1) model. These results indicate that the STAR model was able to capture nonlinear patterns in the data better than the linear ARIMA model in certain cases. The results of the risk measurement using Expected Shortfall show that the Expected Shortfall values were equal to the VaR values. This condition may occur because the data used to calculate Expected Shortfall consisted of a limited number of observations and had very low variance. The results of this study can serve as an analytical tool for stock investors in mitigating potential investment losses.

Keywords: *Expected Shortfall, Nonlinear Time Series, Smooth Transition Autoregressive (STAR), Value at Risk (VaR)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Prediksi Harga Saham Menggunakan *Smooth Transition Autogressive* Dengan Fungsi Transisi Logistik dan Eksponensial dan Pengukuran Risiko Saham Menggunakan *Expected Shortfall*”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Aviolla Terza Damaliana S.Si., M.Stat. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Trimono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Selain itu, selama penyusunan proposal skripsi penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S. selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Mohammad Idhom S.P., S.Kom., M.T. selaku ketua penguji dan Ibu Kartika Maulida Hindrayani S.Kom., M.Kom. selaku penguji 1 atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan ketika sidang skripsi.
4. Dosen-dosen Program Studi Sains Data yang telah memberikan ilmu yang berguna selama masa perkuliahan di program studi Sains Data UPN “Veteran” Jawa Timur.
5. Keluarga penulis yang senantiasa mendoakan penulis serta membantu dengan dukungan materiil.
6. Teman-teman di program studi Sains Data UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah mendukung dan menemani penulis selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala

keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, September 2026

Rafi Imam Dwiyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Kerangka Teori.....	13
2.2.1. Pasar Modal.....	14
2.2.2. Investasi.....	14
2.2.3. Saham.....	15

2.2.4.	<i>Return Saham</i>	15
2.2.5.	Stasioneritas Data	16
2.2.6.	Transformasi Yeo-Johnson.....	17
2.2.7.	Deret Waktu Nonlinier	18
2.2.8.	<i>Autocorrelation Function</i> (ACF).....	20
2.2.9.	<i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF)	20
2.2.10.	<i>Autoregressive</i> (AR)	21
2.2.11.	<i>Moving Average</i> (MA).....	23
2.2.12.	Pengujian Fungsi Transisi	24
2.2.13.	<i>Smooth Transition Autoregressive</i> (STAR).....	25
2.2.14.	<i>Logistic Smooth Transition Autoregressive</i> (LSTAR)	26
2.2.15.	<i>Exponential Smooth Transition Autoregressive</i> (ESTAR).....	27
2.2.16.	Estimasi Parameter Model STAR	27
2.2.17.	Uji Asumsi Residual.....	28
2.2.17.1.	Uji Asumsi Normalitas Residual	28
2.2.17.2.	Uji Heteroskedastisitas Residual	29
2.2.17.3.	Uji Asumsi Autokorelasi Residual	30
2.2.18.	Konversi <i>Return Saham</i> ke Harga Saham	32
2.2.19.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	32
2.2.20.	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	33
2.2.21.	<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	33
2.2.22.	<i>Directional Accuracy</i> (DA)	33
2.2.23.	<i>Value at Risk</i> (VaR).....	34
2.2.24.	<i>Expected Shortfall</i> (ES)	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1.	Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	39
3.2.	Langkah Analisis	40
3.3.	Desain Sistem	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49

4.1.	Hasil Penelitian	49
4.1.1.	Pengumpulan Data	49
4.1.2.	Pemrosesan Data	50
4.1.3.	Perhitungan <i>Return</i> Saham.....	53
4.1.4.	Analisis Data Eksplorasi	55
4.1.5.	Uji Stasioneritas Data	59
4.1.6.	Transformasi <i>Return</i> Saham.....	63
4.1.7.	Pembagian Data	67
4.1.8.	Identifikasi dan Estimasi Model <i>Autoregressive</i> dan <i>Moving Average</i>	69
4.1.9.	Uji Asumsi Residual Model AR	80
4.1.10.	Uji Linieritas	86
4.1.11.	Uji Fungsi Transisi.....	91
4.1.12.	Estimasi Parameter Model STAR	94
4.1.13.	Uji Asumsi Residual Model STAR.....	111
4.1.14.	Evaluasi Performa Model STAR	122
4.1.15.	Prediksi Harga Saham	135
4.1.16.	Perhitungan <i>Value at Risk</i> (VaR)	140
4.1.17.	Perhitungan <i>Expected Shortfall</i>	146
4.1.18.	Analisis Kesenjangan Penelitian	152
4.2.	Tampilan Antar Muka (<i>Graphical User Interface</i>).....	154
4.2.1.	Tampilan Beranda	154
4.2.2.	Tampilan Menu <i>Dashboard</i>	156
4.2.3.	Tampilan Menu Data Saham.....	157
4.2.4.	Tampilan Menu <i>Preprocessing Data</i>	157
4.2.5.	Tampilan Menu Analisis Data Eksplorasi	158
4.2.6.	Tampilan Menu Uji Stasioneritas	159
4.2.7.	Tampilan Menu Diagnostik Model AR	163
4.2.8.	Tampilan Menu Uji Linieritas.....	165
4.2.9.	Tampilan Menu Diagnostik Model STAR.....	166
4.2.10.	Tampilan Menu Evaluasi Performa Model STAR.....	168

4.2.11. Tampilan Menu Prediksi Harga.....	169
4.2.12. Tampilan Menu Pengukuran Risiko	170
4.2.13. Tampilan Menu Interpretasi	172
BAB V PENUTUP	175
5.1. Kesimpulan.....	175
5.2. Saran Pengembangan.....	177
DAFTAR PUSTAKA	179
LAMPIRAN	187

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis Penelitian.....	40
Gambar 3.2 <i>Wireframe</i> Desain Antar Muka.....	47
Gambar 4.1. Plot Data Harga Saham: a.) TLKM, b.) EXCL, dan c.) ISAT.....	58
Gambar 4.2. Grafik <i>Rolling Variance</i> : a.) TLKM, b.) EXCL, dan c.) ISAT	61
Gambar 4.3. Plot ACF dan PACF <i>Return</i> Saham TLKM	70
Gambar 4.4. Plot ACF dan PACF <i>Return</i> Saham EXCL	75
Gambar 4.5. Plot ACF dan PACF <i>Return</i> Saham ISAT.....	78
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Harga Aktual dan Harga Prediksi Saham TLKM	128
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Harga Aktual dan Harga Prediksi Saham EXCL	130
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan Harga Aktual dan Harga Prediksi Saham ISAT	132
Gambar 4.9. Hasil Prediksi Harga Saham TLKM dengan ESTAR(3,1).....	136
Gambar 4.10. Hasil Prediksi Harga Saham EXCL dengan LSTAR(4,1).....	138
Gambar 4.11. Hasil Prediksi Harga Saham ISAT dengan ESTAR(5,2)	140
Gambar 4.12. Tampilan Beranda <i>Website</i>	155
Gambar 4.13. Tampilan <i>Dashboard Website</i>	156
Gambar 4.14. Tampilan Menu Data Saham	157
Gambar 4.15. Tampilan Menu <i>Preprocessing Data</i>	158
Gambar 4.16. Tampilan Menu Analisis Data Eksplorasi	159
Gambar 4.17. Tampilan Uji Stasioneritas dalam Varian.....	160
Gambar 4.18. Tampilan Uji Stasioneritas Dalam Rata-rata	161
Gambar 4.19. Tampilan Hasil Transformasi Data Yeo-Johnson.....	162
Gambar 4.20. Tampilan <i>Splitting Data</i>	163
Gambar 4.21. Tampilan Identifikasi Model AR.....	164
Gambar 4.22. Tampilan Estimasi Parameter Model AR.....	165
Gambar 4.23. Tampilan Uji Asumsi Residual Model AR.....	165
Gambar 4.24. Tampilan Menu Uji Linieritas	166
Gambar 4.25. Tampilan Hasil Uji Orde <i>Delay</i>	166

Gambar 4.26. Tampilan Uji Fungsi Transisi.....	167
Gambar 4.27. Tampilan Estimasi Parameter Model STAR.....	167
Gambar 4.28. Tampilan Uji Asumsi Residual Model STAR	168
Gambar 4.29. Tampilan Evaluasi Performa Model STAR	169
Gambar 4.30. Tampilan Menu Prediksi Harga Saham	170
Gambar 4.31. Tampilan Menu Pengukuran Risiko.....	171
Gambar 4.32. Tampilan Menu Interpretasi.....	172

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Harga Saham TLKM	50
Tabel 4.2. Informasi Data Setelah Diubah dan Diurutkan	51
Tabel 4.3. Pengecekan Informasi Data Harga Saham TLKM.....	52
Tabel 4.4. <i>Output</i> Pengecekan <i>Missing Values</i>	53
Tabel 4.5. Data <i>Return</i> Saham.....	54
Tabel 4.6. Statistika Deskriptif Data Harga Saham TLKM	55
Tabel 4.7. Statistika Deskriptif Data Harga Saham EXCL	56
Tabel 4.8. Statistika Deskriptif Data Harga Saham ISAT	57
Tabel 4.9. Hasil Uji ADF Data <i>Return</i> Saham	62
Tabel 4.10. Data Perhitungan Manual Transformasi Yeo-Johnson.....	63
Tabel 4.11. Data Hasil Perhitungan Manual Transformasi Yeo-Johnson	65
Tabel 4.12. Data <i>Return</i> Saham Transformasi	66
Tabel 4.13. Uji Kolmogorov-Smirnov Data <i>Return</i> Transformasi.....	67
Tabel 4.14. Jumlah Data.....	68
Tabel 4.15. Nilai AIC Model AR(p) pada <i>Return</i> Saham TLKM.....	71
Tabel 4.16. Nilai AIC Model ARIMA(p,d,q) pada <i>Return</i> Saham TLKM.....	73
Tabel 4.17. Parameter Model AR(3) <i>Return</i> Saham TLKM.....	74
Tabel 4.18. Nilai AIC Model AR(p) pada <i>Return</i> Saham EXCL.....	75
Tabel 4.19. Nilai AIC Model ARIMA(p,d,q) pada <i>Return</i> Saham EXCL.....	76
Tabel 4.20. Parameter Model AR(4) <i>Return</i> Saham EXCL.....	76
Tabel 4.21. Parameter Model ARMA(2,5) <i>Return</i> Saham EXCL	77
Tabel 4.22. Nilai AIC Model AR(p) pada <i>Return</i> Saham ISAT	78
Tabel 4.23. Nilai AIC Model ARIMA(p,d,q) pada <i>Return</i> Saham ISAT	79
Tabel 4.24. Parameter Model AR(5) <i>Return</i> Saham ISAT	79
Tabel 4. 25. Parameter Model ARMA(2,3) <i>Return</i> Saham ISAT	80
Tabel 4.26. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov pada Residual Model AR	81
Tabel 4.27. Hasil Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Terhadap Residual Model AR.....	84
Tabel 4.28. Hasil Uji Durbin-Watson Residual Model AR	86
Tabel 4.29. Parameter Model Regresi Bantu Data <i>Return</i> Saham TLKM.....	89
Tabel 4.30. Hasil Uji Linieritas TLKM.....	89

Tabel 4.31. Parameter Model Regresi Bantu Data <i>Return</i> Saham EXCL	90
Tabel 4.32. Hasil Uji Linieritas EXCL	90
Tabel 4.33. Parameter Model Regresi Bantu Data <i>Return</i> Saham ISAT	90
Tabel 4.34. Hasil Uji Linieritas ISAT.....	91
Tabel 4.35. Contoh Data Perhitungan Manual <i>Nonlinear Least Square</i>	100
Tabel 4.36. Data Perhitungan Manual <i>Nonlinear Least Square</i> setelah Pemrosesan Data.....	100
Tabel 4.37. Parameter Awal <i>Nonlinear Least Square</i>	102
Tabel 4.38. Hasil Perhitungan <i>Nonlinear Least Square</i>	106
Tabel 4.39. Hasil Uji Orde <i>Delay Return</i> Saham TLKM	106
Tabel 4.40. Parameter Model ESTAR(3,1) <i>Return</i> Saham TLKM	108
Tabel 4.41. Hasil Uji Orde <i>Delay Return</i> Saham EXCL	108
Tabel 4.42. Parameter Model LSTAR(4,1) <i>Return</i> Saham EXCL	109
Tabel 4.43. Hasil Uji Orde <i>Delay Return</i> Saham ISAT.....	110
Tabel 4.44. Parameter Model ESTAR(5,2) <i>Return</i> Saham ISAT.....	111
Tabel 4.45. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov pada Residual Model STAR.....	115
Tabel 4.46. Hasil Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Terhadap Residual Model STAR ...	119
Tabel 4.47. Hasil Durbin-Watson Residual Model STAR	122
Tabel 4.48. Data Aktual dan Data Prediksi Harga Saham TLKM.....	128
Tabel 4.49. Evaluasi Performa Model Prediksi Harga Saham TLKM	129
Tabel 4.50. Data Aktual dan Data Prediksi Harga Saham EXCL	129
Tabel 4.51. Evaluasi Performa Model Prediksi Harga Saham EXCL	131
Tabel 4.52. Data Aktual dan Data Prediksi Harga Saham ISAT	131
Tabel 4.53. Evaluasi Performa Model Prediksi Harga Saham ISAT.....	132
Tabel 4.54. Hasil Evaluasi Performa Keseluruhan Model STAR dan ARIMA .	134
Tabel 4.55. Hasil Prediksi Harga Saham TLKM dengan Model ESTAR(3,1) ..	135
Tabel 4.56. Hasil Prediksi Harga Saham EXCL dengan Model LSTAR(4,1) ...	137
Tabel 4.57. Hasil Prediksi Harga Saham ISAT dengan Model ESTAR(5,2).....	139
Tabel 4.58. Hasil VaR Simulasi Historis TLKM dengan Tingkat Kepercayaan 95%	141

Tabel 4.59. Hasil VaR Simulasi Historis TLKM dengan Tingkat Kepercayaan 99%	142
Tabel 4.60. Hasil VaR Simulasi Historis EXCL dengan Tingkat Kepercayaan 95%	143
Tabel 4.61. Hasil VaR Simulasi Historis EXCL dengan Tingkat Kepercayaan 99%	144
Tabel 4.62. Hasil VaR Simulasi Historis ISAT dengan Tingkat Kepercayaan 95%	145
Tabel 4.63. Hasil VaR Simulasi Historis ISAT dengan Tingkat Kepercayaan 99%	146
Tabel 4.64. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis TLKM dengan Tingkat Kepercayaan 95%	147
Tabel 4.65. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis TLKM dengan Tingkat Kepercayaan 99%	148
Tabel 4.66. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis EXCL dengan Tingkat Kepercayaan 95%	149
Tabel 4.67. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis EXCL dengan Tingkat Kepercayaan 99%	150
Tabel 4.68. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis ISAT dengan Tingkat Kepercayaan 95%	151
Tabel 4.69. Hasil <i>Expected Shortfall</i> Simulasi Historis ISAT dengan Tingkat Kepercayaan 99%	152

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Letter of Acceptance</i> (LoA) Jurnal SINTA 4.....	187
Lampiran 2. Kode <i>Script</i> Python.....	188
Lampiran 3. Data.....	189
Lampiran 4. GUI	190

DAFTAR NOTASI

t	:	Indeks waktu
T	:	Ukuran sampel
n	:	Jumlah data observasi evaluasi
$se(\phi)$	:	Standar residual dari ϕ
P_t	:	Harga saham pada waktu ke-t
$\hat{y}_i$	:	nilai prediksi pada waktu ke-i
e_t	:	Residual periode ke-t
p	:	Orde AR
q	:	Orde MA
d	:	Orde <i>differencing</i> ARIMA atau <i>delay</i> STAR
ϕ_i	:	Parameter AR ke-i
θ_i	:	Parameter MA ke-i
ε_t	:	<i>Error</i>
s_t	:	Variabel transisi
c	:	<i>Threshold</i>
γ	:	Parameter <i>smoothness</i>
$G(s_t; \gamma, c)$	:	Fungsi transisi
$\phi_{L,i}$	:	Parameter AR pada kondisi rendah
$\phi_{H,i}$	:	Parameter AR pada kondisi tinggi
SSE	:	Jumlah kuadrat residual
θ	:	Vektor parameter
$\hat{\theta}$	:	Estimasi parameter
Y_t^*	:	Data hasil transformasi
λ	:	Parameter transformasi
α	:	Tingkat signifikansi
$1 - \alpha$	:	Tingkat kepercayaan
P_α	:	Persentil

W_0	:	<i>Initial investment</i> (modal awal investasi)
$\sqrt{t}$	:	<i>Holding period</i> (periode holding)
ρ_k	:	Koefisien autokorelasi
$\sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}$	:	Bagian penyesuaian untuk menghilangkan efek lag ke-1 sampai dengan k
$1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_k$	:	Fungsi normalisasi yang memastikan koefisien AR/PACF tetap stabil
ϕ_p	:	Parameter dari model AR orde ke- p
a_t	:	Residual ke- t
a_t^2	:	Kuadrat residual pada waktu ke- t
SSE	:	<i>Sum squared of error</i> (Jumlah kuadrat residual)
σ^2	:	Varian dari residual model
M	:	Jumlah parameter pada model
M'_t	:	<i>moving average</i> pada waktu ke- t
$\hat{\beta}_{i,j}$	:	variabel hasil prediksi bagi $\beta_{i,j}$; untuk $i \in \{0,1,2, \dots, p\}$; untuk $j \in \{0,1,2, \dots, p\}$
$se(\hat{\beta}_{i,j})$	:	standar residual dari koefisien regresi $\hat{\beta}_{i,j}$
G_{nn}	:	elemen dari diagonal utama matriks $(\mathbf{x}'\mathbf{x})^{-1}$
$Q_t(\theta)$	:	Fungsi kerugian (<i>loss function</i>) sebagai jumlah kuadrat <i>error</i> terhadap nilai aktual dari nilai prediksi model
$F(X_t, \theta)$	:	Fungsi model X_t menggunakan variabel <i>input</i> Z_t dan θ
D	:	statistik uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
sup	:	<i>supremum</i> (nilai maksimum)
$S(x)$	:	fungsi distribusi kumulatif empiris dari data sampel
$F_0(x)$	:	fungsi distribusi kumulatif yang diasumsikan
Φ	:	fungsi distribusi kumulatif normal standar

μ	:	rata-rata
R^2	:	koefisien determinasi dari regresi <i>auxiliary</i>
m	:	jumlah lag residual kuadrat
χ^2	:	<i>chi-square</i>
DW	:	Durbin-Watson
d_U	:	Batas atas Durbin-Watson
d_L	:	Batas bawah Durbin-Watson
r_t	:	<i>Return</i> saham pada waktu ke- t
$sign(x)$	:	Fungsi tanda
$I(\cdot)$	:	Fungsi indikator
R^*	:	nilai kuantil ke- α pada return portofolio
z_α	:	nilai kritis pada kurva distribusi normal z dengan tingkat kepercayaan α
$VaR_\alpha(X)$	:	nilai VaR pada tingkat kepercayaan α
$E(\cdot)$	:	nilai ekspektasi
$\phi(z_\alpha)$	:	<i>probability density function</i> (PDF) distribusi normal pada kuantil ke- α