

ANALISIS DATA STATISTIK - SS234523

**FINAL PROJECT: PERBANDINGAN KINERJA
MODEL LINIER ARIMA DAN MODEL NONLINIER
LSTM DALAM PERAMALAN HARGA SAHAM PANIN
SEKURITAS TBK**

OLEH

Bramayudha Erlangga Putra

NRP. 5003221084

Fairuz Afghan Bahari

NRP. 5003221086

DOSEN PENGAMPU

Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si

NIP 19691212 199303 2 002

Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si

NIP 19720923 199803 2 001

Dr. Irhamah, S.Si., M.Si.

NIP 19780406 2001 12 2 002

Departemen Statistika

Fakultas Sains dan Analitika Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal final project ini sebagai salah satu syarat kelulusan mata kuliah Teknik Simulasi di Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Proposal ini berjudul “Perbandingan Kinerja Model Linier ARIMA dan Model Nonlinier LSTM dalam Peramalan Harga Saham Panin Sekuritas Tbk” Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW.

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pengampu yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penulisan proposal ini. Diharapkan proposal ini dapat memberikan kontribusi yang nyata dalam meningkatkan pengetahuan mengenai analisis model linier dan non linier terhadap saham Panin Sekuritas Tbk. Melalui teknik simulasi, kami bertujuan untuk mengidentifikasi peluang perbaikan, mengevaluasi kinerja saat ini, serta merancang solusi yang lebih efektif demi kemajuan layanan.

Surabaya, 18 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Tujuan Penelitian.....	13
1.4 Manfaat.....	13
1.5 Batasan Masalah.....	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1 Saham Panin Sekuritas Tbk.....	15
2.2 Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>).....	15
2.3 Stasioneritas Deret Waktu	16
2.3.1 Stasioneritas Terhadap Varians	16
2.3.2 Stasioneritas Terhadap Rata-rata.....	16
2.4 Analisis Autokorelasi	17
2.4.1 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)	17
2.4.2 <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	17
2.5 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	18
2.6 Uji Linieritas Deret Waktu	18
2.6.1 Uji Neural Network Terasvirta.....	19
2.7 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	19
2.8 Model Nonlinier LSTM	20
2.9 Evaluasi Model.....	20
2.9.1 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	20
2.9.2 Mean Absolute Error (MAE)	21
2.9.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	21

BAB III METODOLOGI	22
3.1 Sumber Data	22
3.2 Struktur Data	22
3.2 Langkah Analisis	22
3.3 Langkah Analisis Metode Linier (ARIMA)	23
3.4 Langkah Analisis Metode LSTM (Nonlinier)	24
BAB IV PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pra-pemrosesan Data (Pre-processing).....	25
4.2 Eksplorasi Data	25
4.3 Uji Nonlinieritas Deret Waktu (Uji Terasvirta)	27
4.4 Penerapan Model ARIMA (Linier)	27
4.5 Penerapan Model LSTM (Non Linier)	34
4.5 Perbandingan Evaluasi Kinerja Model.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Dataframe Setelah Dilakukan Pre-Processing	25
Gambar 4.2 Hasil Cek Missing Values	25
Gambar 4.3 Statistika Deskriptif Data.....	26
Gambar 4.4 Plot Time Series Harga Penutupan Harian PANS.....	26
Gambar 4.5 Hasil Uji Terasvirta.....	27
Gambar 4.6 Plot Time Series Saham Panis Sekuritas Tbk.....	28
Gambar 4.7 Hasil Box-Cox	28
Gambar 4.8 Hasil ACF Data Saham.....	29
Gambar 4.9 Plot <i>Time Series</i> Data <i>Differencing</i>	29
Gambar 4.10 Hasil Plot ACF Data <i>Differencing</i>	30
Gambar 4.11 Hasil Plot PACF Data <i>Differencing</i>	30
Gambar 4.12 Estrimasi Parameter ARIMA(1,1,1)	30
Gambar 4.13 Test Ljung-Box	31
Gambar 4.14 Hasil ACF Residual	31
Gambar 4.15 Uji Normalitas pada Data <i>Training</i>	33
Gambar 4.16 Uji Normalitas pada Data <i>Test</i>	33
Gambar 4.17 Plot Time Series Data Asli, <i>Fits</i> , dan <i>Forecasting</i>	34
Gambar 4.18 Plot Loss (MSE) Selama Proses <i>Training</i>	35
Gambar 4.19 Plot MAE Selama Proses <i>Training</i>	35
Gambar 4.20 Perbandingan Prediksi dan Nilai Aktual pada Data <i>Testing</i>	36
Gambar 4.21 Hasil <i>Forecast</i> LSTM Non-Adaptif (Tanpa Volatilitas)	37
Gambar 4.22 Hasil <i>Forecast</i> LSTM Adaptif (Mempertimbangkan Volatilitas) .	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Struktur Data	22
Tabel 4.1 Hasil Signifikansi Parameter Data Training Model Subset ARIMA ...	31
Tabel 4.2 Hasil Signifikansi Paramater Data Test Model Subset ARIMA	32
Tabel 4.3 Pengecekan Asumsi White Noise pada Data Training.....	32
Tabel 4.4 Pengecekan Asumsi White Noise pada Data Test.....	32
Tabel 4.5 Metrik Evaluasi Model LSTM	35
Tabel 4.6 Perbandingan Metrik Evaluasi MAPE Kedua Model	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pergerakan harga saham merupakan salah satu indikator penting dalam dunia keuangan dan investasi. Harga saham yang fluktuatif mencerminkan respons pasar terhadap berbagai faktor ekonomi, politik, dan psikologis. Oleh karena itu, kemampuan untuk memprediksi harga saham secara akurat menjadi perhatian utama bagi investor, analis keuangan, dan manajer portofolio. Panin Sekuritas Tbk, sebagai salah satu perusahaan sekuritas terkemuka di Indonesia, memiliki pergerakan harga saham yang dinamis dan menarik untuk dikaji dari segi peramalan. Ketersediaan data historis harga saham memungkinkan penggunaan metode statistik dan kecerdasan buatan untuk membangun model prediksi yang andal.

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) telah lama digunakan sebagai pendekatan linier dalam peramalan deret waktu, termasuk harga saham. Model ini mengandalkan asumsi linieritas dan stasioneritas data, yang terkadang tidak sesuai dengan karakteristik pasar keuangan yang kompleks dan penuh ketidakpastian. Di sisi lain, kemajuan dalam bidang pembelajaran mesin telah menghadirkan model-model nonlinier seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM), sebuah varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang mampu mengenali pola jangka panjang dalam data deret waktu. LSTM dirancang untuk menangani masalah *vanishing gradient* yang sering terjadi dalam jaringan saraf tradisional, sehingga lebih efektif dalam memodelkan hubungan temporal nonlinier.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja model linier ARIMA dan model nonlinier LSTM dalam meramalkan harga saham Panin Sekuritas Tbk. Evaluasi dilakukan berdasarkan akurasi prediksi menggunakan metrik seperti *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dengan membandingkan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap literatur akademik dan praktik keuangan dalam memilih model peramalan yang paling sesuai untuk data pasar modal di Indonesia, khususnya untuk saham dengan karakteristik seperti Panin Sekuritas.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini.

1. Bagaimana kinerja model linier ARIMA dalam meramalkan harga saham Panin Sekuritas Tbk berdasarkan data historis?
2. Bagaimana kinerja model nonlinier LSTM dalam meramalkan harga saham Panin Sekuritas Tbk?

3. Model manakah yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dalam peramalan harga saham Panin Sekuritas Tbk, antara ARIMA dan LSTM?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagai jawaban atas rumusan permasalahan, berikut ini disampaikan tujuan dari penelitian ini.

1. Menganalisis kinerja model ARIMA dalam peramalan harga saham Panin Sekuritas Tbk.
2. Menganalisis kinerja model LSTM dalam peramalan harga saham Panin Sekuritas Tbk.
3. Membandingkan tingkat akurasi prediksi antara model ARIMA dan model LSTM menggunakan metrik evaluasi.

1.4 Manfaat

Analisis ini memiliki beberapa manfaat, bagi Perusahaan Panin Sekuritas Tbk, penulis, serta pembaca.

Manfaat bagi Panin Sekuritas Tbk:

1. Memberikan gambaran tentang metode prediksi harga saham yang lebih akurat dan relevan.
2. Membantu dalam pengambilan keputusan investasi berdasarkan hasil prediksi yang lebih tepat.
3. Meningkatkan efisiensi analisis internal dengan menggunakan pendekatan berbasis data.
4. Menyediakan dasar bagi pengembangan sistem prediksi otomatis dalam platform investasi perusahaan.
5. Meningkatkan daya saing melalui pemanfaatan teknologi canggih seperti machine learning.

Manfaat bagi Penulis:

1. Meningkatkan pemahaman terhadap penerapan model statistik dan deep learning dalam peramalan deret waktu.
2. Mengembangkan kemampuan analisis data, pemrograman, dan evaluasi model prediktif.
3. Memberikan pengalaman praktis dalam mengerjakan proyek penelitian berbasis data nyata.
4. Menjadi bekal akademik dan profesional dalam bidang data science dan analisis keuangan.
5. Memperluas wawasan terhadap potensi penerapan teknologi AI dalam sektor keuangan.

Manfaat bagi Pembaca:

1. Menambah pengetahuan mengenai perbedaan pendekatan model linier dan nonlinier dalam prediksi saham.

2. Memberikan referensi empiris dalam studi peramalan harga saham di pasar modal Indonesia.
3. Menjadi acuan bagi penelitian lanjutan di bidang statistik, machine learning, dan keuangan.
4. Memberikan wawasan praktis dalam memilih model prediksi yang sesuai untuk data pasar.
5. Mendorong minat untuk mengembangkan aplikasi teknologi cerdas dalam dunia keuangan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada penggunaan data harga saham harian Panin Sekuritas Tbk yang diambil dalam rentang waktu mulai dari tahun 2020 hingga 2025. Batasan ini ditetapkan untuk memastikan konsistensi data serta relevansi hasil peramalan terhadap kondisi pasar saham terkini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saham Panin Sekuritas Tbk

PT Panin Sekuritas Tbk merupakan salah satu pelaku industri pasar modal Indonesia yang bergerak dalam jasa perantara perdagangan efek dan manajer investasi. Dalam teori pasar modal, investasi saham dimaknai sebagai kegiatan menanamkan modal untuk memperoleh keuntungan dalam jangka panjang melalui apresiasi nilai saham dan pembagian dividen (Tandelilin, 2017). Saham sebagai instrumen investasi ditentukan oleh sejumlah faktor fundamental seperti *Return on Assets* (ROA) dan *Debt to Asset Ratio* (DAR) yang mencerminkan kinerja dan struktur modal perusahaan (Orlando, 2016). Teori efisiensi pasar juga berperan penting, di mana harga saham mencerminkan seluruh informasi yang tersedia di pasar secara cepat dan akurat (Hidayat, 2019). Selain itu, pendekatan seperti *Theory of Planned Behavior* digunakan untuk memahami perilaku investor dalam pengambilan keputusan investasi, termasuk dalam pemilihan saham Panin Sekuritas (Santri, 2024). Oleh karena itu, pemahaman teori-teori tersebut penting dalam menilai kelayakan investasi pada saham PT Panin Sekuritas Tbk di pasar modal Indonesia.

2.2 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisis deret waktu (*time series*) merupakan metode statistik yang digunakan untuk memodelkan dan meramalkan data yang dikumpulkan secara berkala dalam kurun waktu tertentu. Dalam konteks keuangan, seperti harga saham, data bersifat fluktuatif dan sering kali mengandung unsur tren, musiman, serta komponen acak. Model linier seperti ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) menjadi pendekatan klasik yang banyak digunakan karena kemampuannya menangkap pola-pola stasioner dalam data. ARIMA bekerja dengan prinsip regresi terhadap nilai masa lalu dan kesalahan sebelumnya, namun memiliki keterbatasan dalam mengenali pola nonlinier. Seiring perkembangan teknologi, model nonlinier seperti Long Short-Term Memory (LSTM) semakin banyak digunakan dalam prediksi deret waktu yang kompleks. LSTM, sebagai bagian dari arsitektur Recurrent Neural Network (RNN), mampu menyimpan informasi jangka panjang dan mengenali pola yang tidak dapat dijangkau oleh model linier. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa LSTM unggul dalam memprediksi data keuangan karena fleksibilitasnya dalam menangani noise dan ketidakstabilan data. Namun demikian, ARIMA tetap menjadi baseline penting karena interpretasinya yang sederhana dan kebutuhan data yang lebih sedikit. Oleh karena itu, penting dilakukan perbandingan antara model ARIMA dan LSTM untuk mengetahui model mana yang paling akurat dalam konteks prediksi harga saham. Dengan membandingkan kedua pendekatan tersebut, kita dapat memahami

bagaimana teknologi statistik dan kecerdasan buatan dapat saling melengkapi dalam dunia analitik keuangan.

2.3 Stasioneritas Deret Waktu

Dalam analisis deret waktu, stasioneritas merupakan konsep fundamental yang menentukan kestabilan karakteristik statistik data sepanjang waktu. Terdapat dua bentuk utama stasioneritas, yaitu stasioneritas terhadap rata-rata (mean) dan terhadap varians (variance).

2.3.1 Stasioneritas Terhadap Varians

Stasioneritas terhadap varians berarti bahwa besar penyebaran data atau volatilitas tidak berubah seiring waktu. Namun, banyak data finansial seperti harga saham menunjukkan sifat *heteroskedastik*, yaitu memiliki varians yang berubah-ubah, terutama saat terjadi guncangan ekonomi atau ketidakpastian pasar. Data dengan varians tidak konstan dapat menyebabkan bias pada model peramalan linier seperti ARIMA, yang mengasumsikan bahwa varians tetap sepanjang waktu. Untuk mengatasi hal ini, transformasi data seperti logaritma atau Box-Cox dapat digunakan untuk menstabilkan varians. Selain itu, model seperti ARCH dan GARCH dikembangkan khusus untuk menangani deret waktu dengan volatilitas yang berubah secara dinamis. Deteksi awal terhadap ketidakstasioneran varians dapat dilakukan dengan uji ARCH-LM atau analisis residual dari model awal. Dalam pendekatan deep learning seperti LSTM, model dapat lebih fleksibel terhadap varians yang tidak stabil, meskipun preprocessing tetap disarankan untuk menjaga stabilitas testing model. Dengan demikian, pemahaman terhadap stasioneritas varians sangat penting dalam pemilihan dan pengembangan model deret waktu yang robust dan akurat.

2.3.2 Stasioneritas Terhadap Rata-rata

Stasioneritas terhadap mean adalah kondisi di mana nilai rata-rata dari suatu deret waktu tidak berubah seiring waktu. Dalam analisis deret waktu, asumsi stasioner sangat penting karena banyak model statistik klasik, seperti ARIMA, hanya valid untuk data yang stasioner. Jika data memiliki tren naik atau turun secara sistematis, maka deret waktu tersebut dikatakan tidak stasioner terhadap mean. Ketidakstasioneran ini dapat mengakibatkan model menjadi bias dan prediksi menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, identifikasi dan transformasi data menjadi stasioner merupakan tahap awal yang esensial dalam analisis deret waktu. Teknik umum untuk mengatasi ketidakstasioneran terhadap mean adalah dengan melakukan differensiasi (differencing), yaitu mengurangi nilai sekarang dengan nilai sebelumnya. Uji formal seperti Augmented Dickey-Fuller (ADF) dan Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) sering digunakan untuk menguji stasioneritas terhadap mean. Data harga saham sering kali bersifat tidak stasioner terhadap mean karena mengikuti tren jangka panjang yang dipengaruhi oleh kondisi pasar. Dalam praktiknya, transformasi ini

dilakukan sebelum membangun model prediktif untuk meningkatkan akurasi dan validitas hasil. Meskipun model deep learning seperti LSTM dapat mengatasi pola non-stasioner secara implisit, pemahaman terhadap sifat mean-stasioneritas tetap krusial, terutama dalam model hibrida atau evaluasi statistik dasar.

2.4 Analisis Autokorelasi

Analisis autokorelasi adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu nilai dalam deret waktu (time series) berkorelasi dengan nilai-nilai sebelumnya pada lag tertentu. Dengan kata lain, autokorelasi menunjukkan hubungan atau pola yang berulang dalam data berdasarkan urutan waktunya. Analisis ini penting untuk mengetahui apakah data memiliki ketergantungan waktu, yang menjadi dasar dalam pemilihan dan penerapan model peramalan seperti ARIMA. Jika autokorelasi signifikan ditemukan pada lag tertentu, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa nilai masa lalu dapat digunakan untuk memprediksi nilai masa depan.

2.4.1 Autocorrelation Function (ACF)

Autocorrelation Function (ACF) merupakan alat statistik yang digunakan untuk mengukur sejauh mana nilai suatu data deret waktu berkorelasi dengan nilai sebelumnya pada berbagai lag (tunda waktu). ACF sangat penting dalam analisis deret waktu karena membantu dalam mengidentifikasi struktur ketergantungan temporal dalam data. Dengan menganalisis grafik ACF, kita dapat menentukan apakah data bersifat stasioner atau mengandung tren dan musiman. Nilai ACF yang signifikan pada lag tertentu menunjukkan adanya pola berulang yang dapat dimanfaatkan dalam peramalan. Dalam pemodelan ARIMA, ACF digunakan untuk mengidentifikasi orde dari komponen Moving Average (MA), sedangkan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) digunakan untuk menentukan orde dari komponen *Autoregressive* (AR). ACF juga berguna untuk mendeteksi residu model yang belum stasioner atau masih mengandung informasi. Jika residual dari model menunjukkan ACF yang signifikan, maka model tersebut belum sepenuhnya menangkap pola dalam data. ACF cenderung meluruh perlahan dalam data non-stasioner dan langsung turun ke nol dalam data stasioner. Oleh karena itu, grafik ACF sering digunakan sebagai langkah awal diagnosis sebelum dan sesudah pemodelan deret waktu. Pemahaman yang baik terhadap ACF memungkinkan peneliti membangun model peramalan yang lebih tepat dan efektif.

2.4.2 Partial Autocorrelation Function (PACF)

Partial Autocorrelation Function (PACF) adalah alat penting dalam analisis deret waktu yang digunakan untuk mengukur hubungan antara suatu observasi dengan lag-nya, setelah efek dari lag-lag sebelumnya dieliminasi. Berbeda dengan ACF yang mencakup semua korelasi lag secara kumulatif,

PACF hanya mempertimbangkan korelasi parsial, sehingga lebih tepat digunakan untuk mengidentifikasi ketergantungan langsung antar lag. Dalam pemodelan ARIMA, PACF sangat berguna untuk menentukan orde dari komponen *Autoregressive* (AR). Jika PACF menunjukkan *cut off* atau berhenti signifikan setelah lag ke- k , maka komponen AR dari model dapat diasumsikan berorde k . Grafik PACF juga membantu mendiagnosis struktur internal data, terutama dalam mengidentifikasi pola-pola linier jangka pendek. Untuk data stasioner, PACF biasanya menunjukkan nilai signifikan pada beberapa lag awal dan mendekati nol pada lag berikutnya. Pengujian terhadap signifikansi PACF biasanya dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai pada grafik terhadap batas kepercayaan (*confidence interval*). Dalam konteks keuangan seperti harga saham, PACF dapat mengungkapkan adanya autoregresi jangka pendek yang penting untuk dimodelkan. Kesalahan dalam interpretasi PACF dapat mengakibatkan *overfitting* atau *underfitting* dalam model prediktif. Oleh karena itu, pemahaman dan penerapan PACF yang tepat sangat penting dalam membangun model deret waktu yang optimal.

2.5 Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan salah satu pendekatan statistik paling klasik dan banyak digunakan dalam peramalan deret waktu. ARIMA menggabungkan tiga komponen utama, yaitu *autoregressive* (AR), *differencing* (I), dan *moving average* (MA), yang masing-masing bertujuan untuk menangkap ketergantungan masa lalu, menghilangkan tren, dan memperhalus noise. Model ini diperkenalkan secara sistematis oleh Box dan Jenkins, sehingga sering disebut sebagai pendekatan Box-Jenkins. ARIMA digunakan secara luas pada data stasioner dan dapat diubah menjadi stasioner melalui proses *differencing*. Identifikasi model dilakukan dengan bantuan grafik ACF dan PACF untuk menentukan orde AR dan MA. Estimasi parameter biasanya dilakukan melalui metode maksimum *likelihood* atau metode *least squares*. Model ARIMA sangat cocok untuk data linier dan memiliki interpretasi yang jelas secara statistik. Namun, ARIMA memiliki keterbatasan dalam menangani data nonlinier dan dinamis tinggi seperti data keuangan atau saham. Meski begitu, ARIMA tetap menjadi baseline penting dalam penelitian karena kesederhanaan, keakuratan dalam konteks linier, dan kejelasan struktur modelnya. Dalam konteks peramalan harga saham, ARIMA dapat menjadi pembanding yang baik untuk model nonlinier seperti LSTM guna menilai peningkatan performa secara objektif.

2.6 Uji Linieritas Deret Waktu

Uji linieritas dalam analisis deret waktu adalah proses penting untuk menentukan apakah hubungan antara variabel dalam model statistik bersifat linier atau memerlukan pendekatan nonlinier. Linieritas menjadi salah satu asumsi dasar dalam banyak model statistik dan ekonometrika, termasuk regresi linier dan model

ARIMA. Dalam konteks ini, uji linieritas dilakukan untuk memastikan bahwa model yang digunakan sudah sesuai dengan karakteristik data yang ada, dan bahwa fungsi hubungan antara variabel independen dan dependen tidak menyimpang secara signifikan dari bentuk garis lurus (Susilo, 2025).

2.6.1 Uji Neural Network Terasvirta

Uji Neural Network Terasvirta merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan nonlinieritas dalam model runtun waktu. Uji ini berbasis pada konsep *neural network* (NN), khususnya multilayer perceptron, dan dikembangkan dalam kerangka uji Lagrange Multiplier (LM) untuk menguji apakah model linier cukup merepresentasikan data atau diperlukan model nonlinier. Metode ini mengasumsikan bahwa kesalahan model linier dapat dijelaskan secara signifikan oleh fungsi aktivasi neuron seperti sigmoid atau logistic function, yang kemudian diuji melalui regresi parsial turunan Taylor dari struktur jaringan saraf tersebut (Qamara & Wahyuningsih, 2020). Secara umum, bentuk dari fungsi aktivasi yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

$$g(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, z = \gamma_0 + \gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \gamma_3 x^3$$

Statistik uji F digunakan untuk menguji signifikansi koefisien nonlinieritas tersebut dalam persamaan regresi. Jika nilai statistik F signifikan, maka disimpulkan bahwa terdapat komponen nonlinier dalam data, dan model linier tidak memadai (Syahputra et al., 2025). Keunggulan metode ini adalah kemampuannya dalam menangkap hubungan kompleks dan nonlinier yang seringkali tidak dapat ditangkap oleh model-model ekonometrik konvensional seperti ARIMA.

2.7 Recurrent Neural Network (RNN)

Recurrent Neural Network (RNN) merupakan arsitektur jaringan saraf buatan yang dirancang khusus untuk memproses data sekuensial atau time series dengan mempertimbangkan ketergantungan waktu antara data satu dengan lainnya. Keunggulan utama RNN adalah kemampuannya untuk menyimpan *state* atau informasi dari input sebelumnya melalui *looping hidden layer*, sehingga sangat efektif dalam menangani pola temporal seperti peramalan dan pemodelan runtun waktu (Bahri & Syamsuddin, 2021). Secara matematis, fungsi aktivasi dalam RNN pada waktu t dinyatakan sebagai berikut.

$$h_t = \sigma(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)$$

Dimana h_t adalah vektor *hidden state* saat ini, x_t adalah input saat ini, W_{xh} dan W_{hh} adalah bobot input dan bobot transisi, dan σ adalah fungsi aktivasi nonlinier seperti *tanh* atau ReLU.

Namun, RNN standar memiliki keterbatasan dalam menangani *long-term dependency* akibat masalah *vanishing gradient*. Oleh karena itu, varian seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dikembangkan

untuk menjaga stabilitas informasi dengan memanfaatkan mekanisme gerbang (*gating mechanism*) dalam sel jaringan (Juanda & Jondri, 2020). Struktur memori internal ini memungkinkan RNN lebih akurat dalam memahami konteks urutan data yang panjang dan dinamis.

2.8 Model Nonlinier LSTM

Model Nonlinier *Long Short-Term Memory* (LSTM) merupakan pengembangan dari arsitektur *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dirancang khusus untuk menangani ketergantungan jangka panjang dalam data deret waktu nonlinier. LSTM unggul dalam menyimpan informasi dari waktu ke waktu dengan menggunakan tiga gerbang utama yaitu *forget gate*, *input gate*, dan *output gate* yang masing-masing bertanggung jawab mengontrol aliran informasi dalam sel memori (Cahyo & Susanti, 2022). Keunikan model LSTM terletak pada kemampuannya mengatasi permasalahan *vanishing gradient* yang sering muncul dalam testing RNN konvensional. Secara matematis, mekanisme dalam LSTM dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f_t &= \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f), & i_t &= \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \\ \tilde{C}_t &= \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c), & C_t &= f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t \\ o_t &= \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o), & h_t &= o_t * \tanh(C_t) \end{aligned}$$

Di mana x_t adalah input saat waktu t , h_t adalah *hidden state*, dan C_t adalah *cell state*. Fungsi ini memungkinkan LSTM untuk belajar dari data dengan dinamika kompleks dan hubungan temporal nonlinier, seperti dalam peramalan cuaca, harga saham, atau pola permintaan pelanggan (Ridla et al., 2023).

2.9 Evaluasi Model

Evaluasi model merupakan tahap penting dalam mengukur kinerja prediksi suatu metode peramalan. Beberapa metrik umum yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi model adalah *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

2.9.1 Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) adalah salah satu metrik evaluasi yang paling umum digunakan dalam pengukuran kinerja model prediktif, terutama dalam analisis deret waktu (*time series*). RMSE menghitung akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi. Secara matematis, RMSE dirumuskan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

di mana y_i adalah nilai aktual, \hat{y}_i adalah nilai prediksi, dan n adalah jumlah total data. RMSE memberikan penalti yang lebih besar terhadap kesalahan prediksi yang besar, sehingga cocok digunakan untuk kasus di mana deviasi besar perlu dikendalikan. Dalam konteks model nonlinier dan prediksi jangka panjang, RMSE sangat penting untuk memastikan bahwa

akurasi model tetap terjaga di seluruh rentang waktu prediksi (Buana & Lattifia, 2022).

2.9.2 Mean Absolute Error (MAE)

Mean Absolute Error (MAE) adalah salah satu metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur akurasi model prediktif dengan cara menghitung rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan nilai hasil prediksi. MAE memberikan ukuran seberapa besar kesalahan prediksi dalam satuan asli data, tanpa mempertimbangkan arah kesalahan (positif atau negatif), sehingga memudahkan interpretasi dalam konteks aplikatif seperti prediksi deret waktu (Febriani & Fatichah, 2024). Formula MAE dirumuskan sebagai berikut.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

di mana y_i adalah nilai aktual, \hat{y}_i adalah nilai prediksi, dan n adalah jumlah observasi. MAE dianggap lebih stabil terhadap outlier dibanding RMSE karena tidak mengkuadratkan kesalahan, sehingga cocok untuk mengevaluasi model dalam berbagai skenario deret waktu nonlinier.

2.9.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah salah satu metrik evaluasi yang paling banyak digunakan untuk mengukur tingkat akurasi model peramalan, terutama dalam konteks data deret waktu. MAPE menghitung rata-rata kesalahan absolut dalam bentuk persentase terhadap nilai aktual, sehingga memudahkan interpretasi performa model dalam satuan relatif. Formula MAPE dituliskan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|$$

di mana y_i adalah nilai aktual, \hat{y}_i adalah hasil prediksi, dan n adalah jumlah total data. MAPE sangat bermanfaat dalam membandingkan akurasi antar model karena tidak bergantung pada skala data, namun memiliki kelemahan ketika nilai aktual mendekati nol karena dapat menghasilkan error yang sangat besar atau tidak terdefinisi (Utami et al., 2022).

BAB III METODOLOGI

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari situs resmi *investing.com*. Data saham yang dipilih adalah saham PT Panin Sekuritas Tbk (PANS) dimana mencakup historis harga penutupan, harga pembukaan, harga terendah, dan harga tertinggi harian dari tanggal 20 Januari 2020 hingga 18 Juni 2025. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah harga penutupan harian (*Close Price*). Harga penutupan harian (*Closing Price*) saham PT Panin Sekuritas Tbk (PANS) dipilih sebagai variabel utama peramalan karena merepresentasikan konsensus akhir sentimen pasar pada hari perdagangan, berfungsi sebagai acuan penting bagi investor dan *trader* untuk hari berikutnya, meminimalisir volatilitas jangka pendek (*intraday noise*). Pemilihan ini didasari keyakinan bahwa harga penutupan mencerminkan semua informasi yang telah dicerna pasar hingga akhir sesi, menjadikannya indikator komprehensif untuk memprediksi pergerakan harga di masa mendatang.

3.2 Struktur Data

Struktur data yang akan dianalisis untuk peramalan deret waktu menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Long Short Term Memory* (LSTM) pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Struktur Data

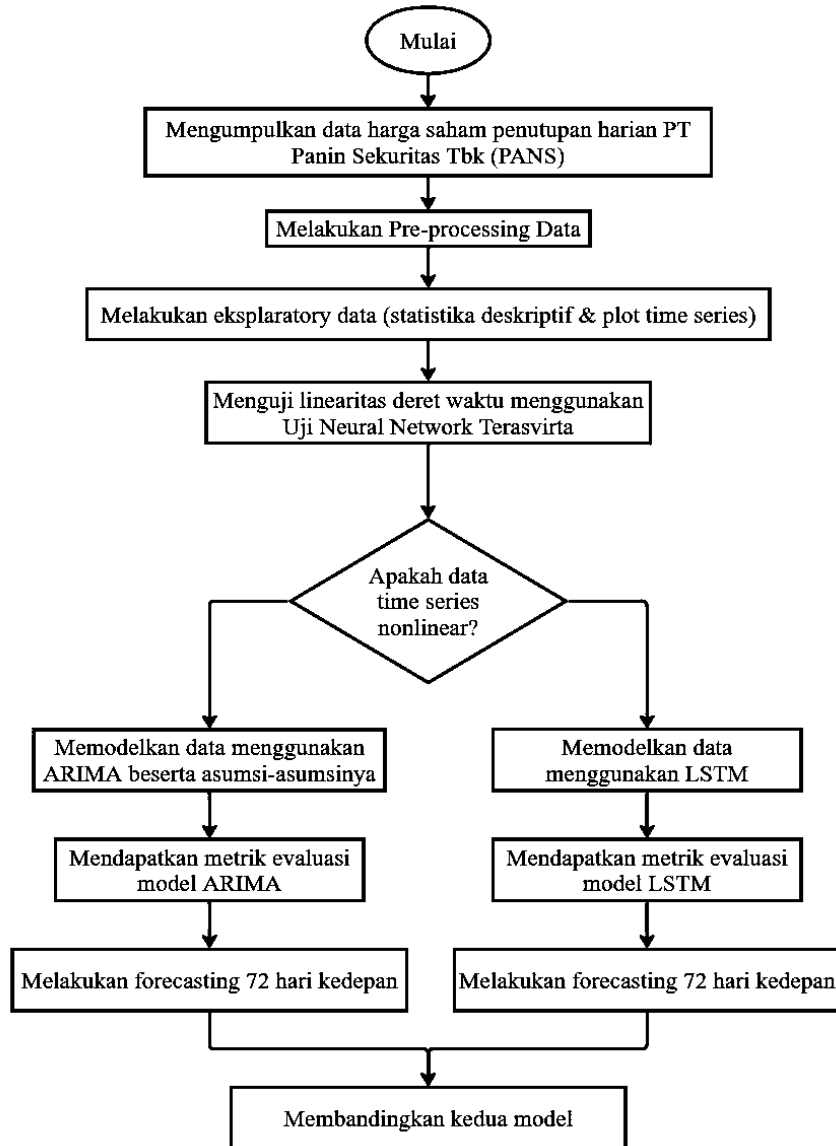
Observasi ke-	Tanggal	Harga Penutupan Harian
1	18/06/2025	1.595
2	17/06/2025	1.595
3	16/06/2025	1.580
⋮	⋮	⋮
1299	21/01/2020	1.360
1300	20/01/2020	1.310

3.2 Langkah Analisis

Langkah analisis dalam penelitian ini meliputi tahapan berikut:

1. Mengumpulkan data harga penutupan harian saham PT Panin Sekuritas Tbk (PANS) dari *investing.com* untuk periode 20 Januari 2020 hingga 18 Juni 2025.
2. Melakukan pra-pemrosesan data dengan menyesuaikan format dan tipe data.
3. Menguji nonlinieritas deret waktu menggunakan Uji *Neural Network* Terasvirta.
4. Menerapkan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)
5. Menerapkan model *Long Short-Term Memory* (LSTM)
6. Mengevaluasi dan membandingkan kinerja kedua model (ARIMA dan LSTM) menggunakan metrik Root Mean Squared Error (RMSE) , Mean Absolute Error (MAE) , dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Diagram alir berdasarkan langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Langkah Analisis Metode Linier (ARIMA)

Proses analisis dimulai dengan pengecekan plot time series untuk memahami pola pergerakan data. Data kemudian dibagi dengan mempertahankan pola tren terakhir, apakah naik atau turun. Selanjutnya, dilakukan uji *Box-Cox* untuk menguji kestasioneran terhadap varians dan dilanjutkan transformasi jika diperlukan. Setelah itu, kestasioneran terhadap mean diperiksa menggunakan plot ACF; jika belum stasioner, dilakukan *differencing*. Hasil *differencing* divisualisasikan, dan jika fluktuasi berkisar di sekitar nol, maka data dianggap stasioner terhadap mean. Langkah berikutnya adalah melihat pola ACF dan PACF untuk menentukan model ARIMA yang sesuai. Setelah model diperoleh, dicek signifikansi parameter dan asumsi *white noise*. Jika tidak terpenuhi, dilakukan

pemodelan subset ARIMA berdasarkan lag residual ACF yang signifikan. Model subset kemudian diestimasi di SAS dan diuji ulang terhadap asumsi signifikansi, *white noise*, dan normalitas residual. Jika semua asumsi terpenuhi, dilakukan plot antara data saham aktual, hasil fitting, dan forecasting untuk menilai performa model menggunakan MAPE contohnya.

3.4 Langkah Analisis Metode LSTM (Nonlinier)

Proses ini dimulai dengan membagi data deret waktu secara kronologis menjadi *training set* dan *testing set* guna mempersiapkan tahapan testing dan pengujian yang valid. Selanjutnya yaitu menormalisasi data menjadi skala yang seragam untuk mengoptimalkan kinerja *neural network*, sekaligus membentuk urutan input-output (*sequencing data*) yang khusus dirancang agar LSTM mampu belajar dari dependensi temporal. Kemudian, mengonstruksi arsitektur model LSTM secara tepat yang mencakup penentuan jumlah lapisan, unit neuron, serta implementasi *dropout* untuk mencegah *overfitting*. Model yang telah tersusun dikompilasi dengan memilih *optimizer* dan *loss function* yang sesuai dengan tujuan peramalan regresi. Setelah itu, melatih model LSTM menggunakan *training set* sambil memonitor kinerjanya pada data validasi di setiap *epoch* untuk memastikan konvergensi yang baik. Terakhir, melakukan peramalan harga saham pada *testing set* menggunakan model LSTM yang telah terlatih, sehingga menghasilkan prediksi untuk dievaluasi.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pra-pemrosesan Data (Pre-processing)

Pada tahap ini, data harga saham PT Panin Sekuritas Tbk (PANS) yang diperoleh dari Investing.com memiliki format awal yang perlu disesuaikan. Kolom 'Tanggal' yang semula berformat objek diubah menjadi tipe data *datetime* agar memungkinkan analisis deret waktu secara tepat. Selain itu, kolom 'Terakhir' yang merepresentasikan harga penutupan saham diubah dari format objek (*string* dengan koma sebagai pemisah desimal) menjadi tipe data numerik (*float*) untuk keperluan perhitungan matematis dalam pemodelan. Selanjutnya, kolom 'Date' dijadikan indeks DataFrame, mengubah struktur data menjadi *time series* yang rapi.

	Terakhir	Pembukaan	Tertinggi	Terendah	Vol.	Perubahan%
Tanggal						
2025-06-12	1560	1565	1570	1555	339,10K	0,65%
2025-06-13	1560	1565	1570	1550	353,10K	0,00%
2025-06-16	1580	1560	1590	1555	155,60K	1,28%
2025-06-17	1595	1580	1600	1580	276,00K	0,95%
2025-06-18	1595	1600	1605	1590	189,60K	0,00%

Gambar 4.1 Dataframe Setelah Dilakukan Pre-Processing

Setelah konversi tipe data, data juga dicek keberadaan *missing values*. Pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak terdapat *missing values* dalam kolom 'Terakhir', yang mengindikasikan kelengkapan data untuk analisis selanjutnya. Hal ini penting untuk menghindari *bias* atau error dalam proses pemodelan.

```
Tanggal      0
Terakhir     0
Pembukaan    0
Tertinggi    0
Terendah     0
Vol.         0
Perubahan%   0
dtype: int64
```

Gambar 4.2 Hasil Cek Missing Values

4.2 Eksplorasi Data

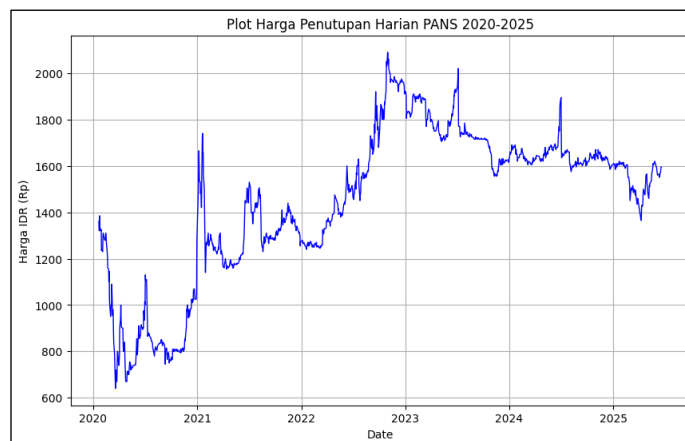
Statistika deskriptif memberikan ringkasan kuantitatif mengenai distribusi data harga penutupan saham PANS selama periode penelitian. Ringkasan ini mencakup ukuran pemusatan seperti *mean* dan *median*, serta ukuran penyebaran seperti standar deviasi, nilai minimum, dan nilai maksimum. Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi rentang harga, volatilitas, dan kecenderungan umum data.

	Terakhir	Pembukaan	Tertinggi	Terendah
count	1300.000000	1300.000000	1300.000000	1300.000000
mean	1451.150000	1453.650000	1471.192308	1434.146154
std	326.155264	325.139996	323.997776	326.563395
min	640.000000	625.000000	680.000000	625.000000
25%	1265.000000	1270.000000	1285.000000	1250.000000
50%	1555.000000	1552.500000	1570.000000	1535.000000
75%	1670.000000	1670.000000	1685.000000	1655.000000
max	2090.000000	2130.000000	2190.000000	2050.000000

Gambar 4.3 Statistika Deskriptif Data

Harga penutupan harian saham PANS selama periode pengamatan memiliki rata-rata harga sebesar 1451.15 dengan standar deviasi 326.155. Nilai standar deviasi yang cukup besar relatif terhadap rata-rata mengindikasikan adanya volatilitas atau fluktuasi harga yang signifikan. Harga terendah yang tercatat adalah 640, sedangkan harga tertinggi (max) mencapai 2090, menunjukkan rentang pergerakan harga yang lebar selama periode data.

Selanjutnya juga dilakukan visualisasi deret waktu harga penutupan saham PANS untuk mengidentifikasi pola, tren, siklus, atau komponen musiman yang mungkin ada dalam data. Plot ini akan membantu untuk mengamati pergerakan harga dari waktu ke waktu secara intuitif, serta mendeteksi adanya anomali atau perubahan struktural. Plot deret waktu dari harga penutupan PANS dari rentang waktu tersebut adalah sebagai berikut.



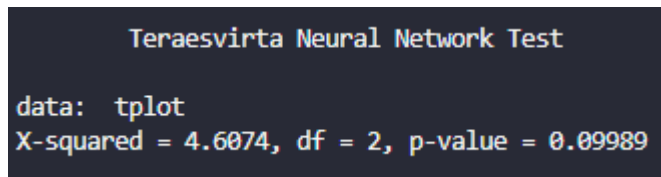
Gambar 4.4 Plot Time Series Harga Penutupan Harian PANS

Dari plot deret waktu tersebut, terlihat bahwa harga penutupan harian saham PANS menunjukkan fluktuasi yang signifikan sepanjang periode pengamatan. Teridentifikasi adanya tren penurunan yang cukup jelas di awal periode, diikuti oleh periode stabilitas relatif, kemudian kenaikan tajam yang diikuti penurunan kembali, dan diakhiri dengan pergerakan yang cenderung stabil namun masih menunjukkan volatilitas. Pola musiman tidak teridentifikasi secara jelas, namun terdapat beberapa

segmen dengan volatilitas tinggi dan rendah yang menunjukkan perubahan kondisi pasar.

4.3 Uji Nonlinieritas Deret Waktu (Uji Terasvirta)

Untuk menentukan apakah model nonlinier lebih tepat untuk meramalkan harga saham PANS dibandingkan dengan model linier, dilakukan uji nonlinieritas deret waktu menggunakan Uji *Neural Network* Terasvirta. Uji ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan dependensi nonlinier dalam data, yang jika terbukti ada, akan memperkuat argumen penggunaan model nonlinier seperti LSTM. Uji Terasvirta menguji hipotesis nol (H_0) bahwa deret waktu bersifat linier, melawan hipotesis alternatif (H_1) bahwa deret waktu bersifat nonlinier. Tingkat signifikansi (α) yang digunakan dalam pengujian ini adalah 10% (0.10).



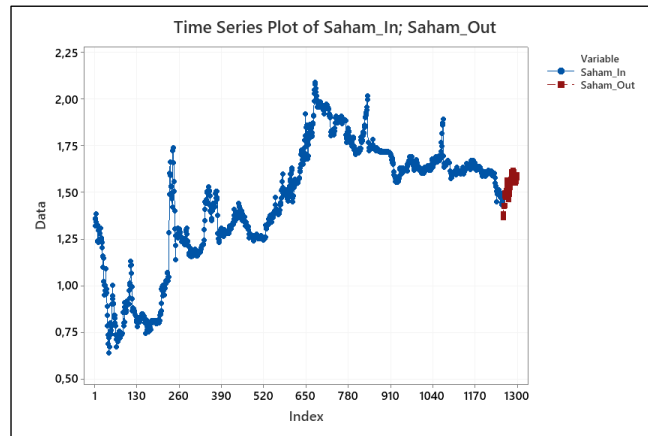
```
Teraesvirta Neural Network Test
data: tplot
X-squared = 4.6074, df = 2, p-value = 0.09989
```

Gambar 4.5 Hasil Uji Terasvirta

Hasil Uji Terasvirta menunjukkan nilai p-value sebesar 0.09989 (9,99%). Mengingat nilai p-value ini jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha=0.10$, maka kita menolak hipotesis nol (H_0). Penolakan H_0 mengindikasikan bahwa terdapat bukti kuat adanya nonlinieritas yang signifikan dalam deret waktu harga saham PANS. Temuan ini mendukung penggunaan model nonlinier seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang mampu menangkap pola kompleks dan hubungan nonlinier dalam data, namun tetap akan dilakukan perbandingan dengan model linier menggunakan ARIMA.

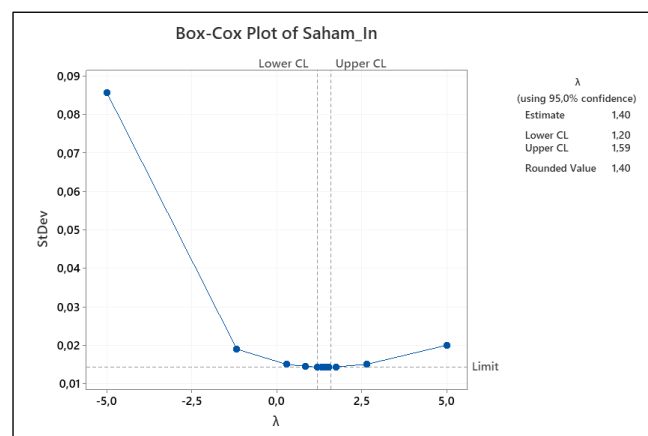
4.4 Penerapan Model ARIMA (Linier)

Dalam penerapan model ARIMA, langkah awal yang dilakukan adalah memvisualisasikan data *time series* yang telah dibagi menjadi data *training* dan data *test*. Tujuannya adalah untuk menentukan model ARIMA berdasarkan data *training* yang nantinya akan dilakukan pengujian pada data *test*. Berikut ini disajikan hasil visualisasi plot data *time series* harga saham Panin Sekuritas Tbk.



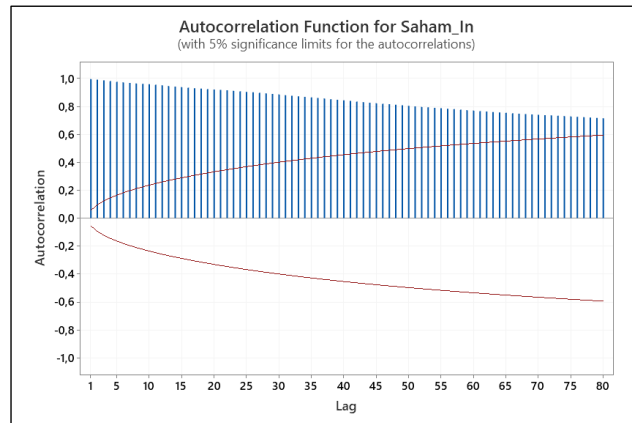
Gambar 4.6 Plot *Time Series* Saham Panis Sekuritas Tbk

Berdasarkan gambar yang ditampilkan, plot *time series* menunjukkan pola yang fluktuatif dengan kecenderungan meningkat di awal dan perlahan menurun di periode selanjutnya. Untuk langkah selanjutnya, akan dilakukan uji *Box-Cox* pada data *training* guna mengevaluasi apakah data tersebut telah stasioner terhadap varians atau masih memerlukan transformasi lebih lanjut. Berikut merupakan hasil *Box-Cox* pada data saham tersebut.



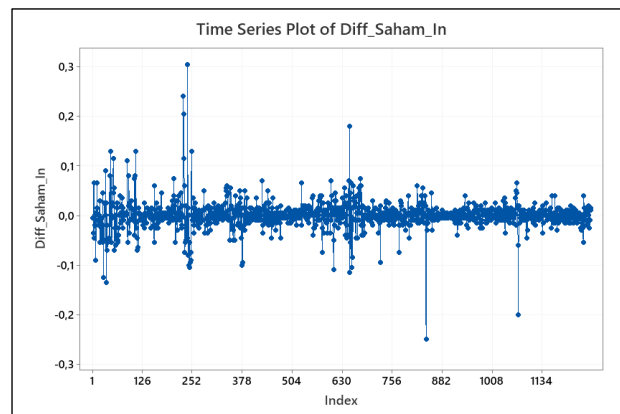
Gambar 4.7 Hasil Box-Cox

Dapat dilihat bahwa nilai pembulatan (*rounded value*) dari hasil transformasi Box-Cox adalah 1,40 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut tidak memerlukan transformasi lebih lanjut dan akan dilihat kedepannya apakah hasilnya sesuai atau tidak. Selanjutnya, dilakukan pengecekan *Autocorrelation Function* (ACF) pada data untuk mengidentifikasi apakah data tersebut telah stasioner terhadap mean. Jika nilai autokorelasi menunjukkan penurunan yang lambat menuju nol, maka dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner terhadap mean. Berikut merupakan hasil pengecekan *Autocorrelation Function* (ACF) pada data.



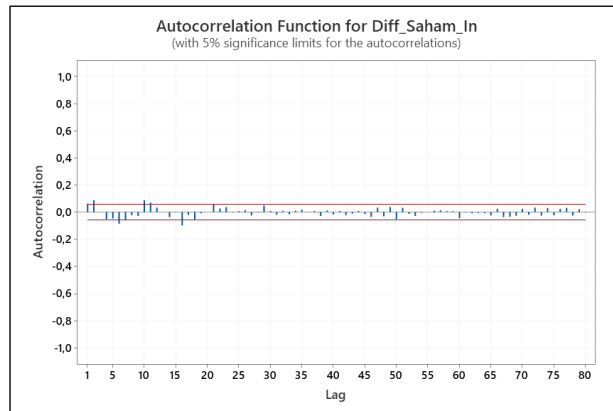
Gambar 4.8 Hasil ACF Data Saham

Karena hasil ACF pada data tersebut menunjukkan penurunan yang lambat, maka dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner terhadap *mean*. Oleh karena itu, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah *differencing* pada data guna mencapai kestasioneran terhadap *mean*. Setelah proses *differencing* dilakukan, langkah berikutnya adalah memvisualisasikan plot *time series* dari data yang telah dilakukan *differencing* untuk mengamati apakah nilai rata-ratanya telah berada di sekitar nol. Berikut ditampilkan hasil plot *time series* dari data setelah dilakukan *differencing*.

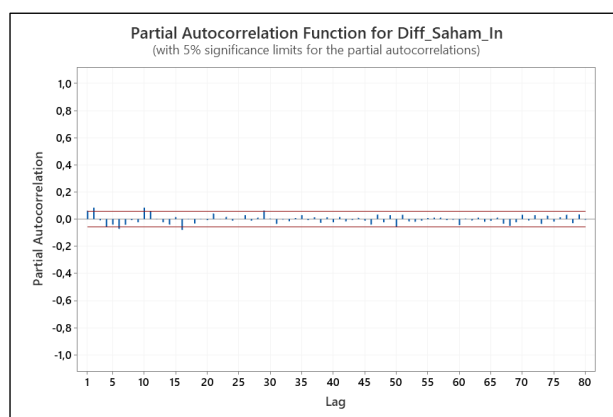


Gambar 4.9 Plot *Time Series* Data *Differencing*

Dapat diamati bahwa rata-rata data berada di sekitar angka 0, yang mengindikasikan bahwa data telah stasioner terhadap *mean*. Langkah selanjutnya adalah menentukan model ARIMA yang sesuai, yang ditentukan berdasarkan pola yang terlihat pada plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari data yang telah melalui proses *differencing*. Berikut ini hasil visualisasi plot ACF dan PACF tersebut.



Gambar 4.10 Hasil Plot ACF Data *Differencing*



Gambar 4.11 Hasil Plot PACF Data *Differencing*

Setelah dilakukan identifikasi terhadap plot ACF dan PACF, terlihat bahwa keduanya menunjukkan pola *dies down* sinusoidal. Berdasarkan hasil tersebut, model ARIMA yang dipilih adalah ARIMA(1,1,1). Selanjutnya, dilakukan proses pemodelan ARIMA dan peramalan (*forecasting*) sebanyak 44 data ke depan. Adapun hasil dari pemodelan ARIMA tersebut disajikan sebagai berikut.

Final Estimates of Parameters					
Type		Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR	1	0,440	0,292	1,50	0,133
MA	1	0,367	0,303	1,21	0,226

Gambar 4.12 Estrimasi Parameter ARIMA(1,1,1)

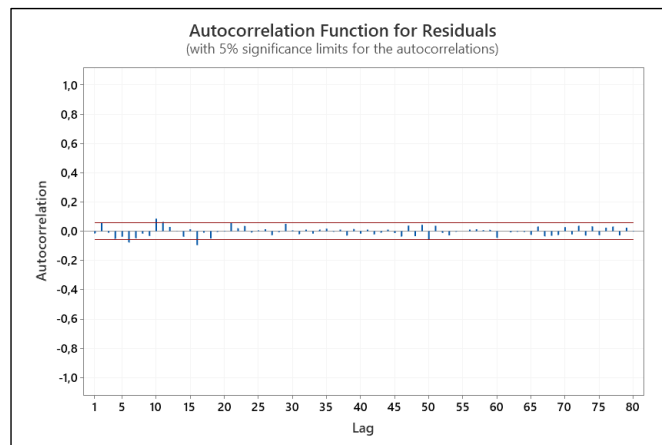
Dapat dilihat bahwa setiap parameter dalam model memiliki nilai p-value di atas taraf signifikan yang digunakan, yaitu 0,1. Hal tersebut menunjukkan bahwa seluruh parameter tersebut belum signifikan secara statistik. Selanjutnya, untuk memastikan bahwa residual dari model tidak mengandung autokorelasi (*white noise*), dilakukan pengujian menggunakan uji *Ljung-Box* sebagai berikut.

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	38,00	61,12	67,21	75,73
DF	10	22	34	46
P-Value	0,000	0,000	0,001	0,004

Gambar 4.13 Test Ljung-Box

Hasil uji *Ljung-Box* menunjukkan bahwa nilai p-value pada setiap lag kurang dari 0,1. Sehingga hal tersebut menandakan bahwa residual model tidak memenuhi asumsi *white noise*. Dengan demikian, model ARIMA yang dibangun belum sesuai. Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan subset ARIMA yang akan menggunakan *software* SAS yang berlandaskan hasil ACF dari residual yang signifikan. Adapun hasil dari ACF residual dari model ARIMA yang telah dibangun adalah sebagai berikut.



Gambar 4.14 Hasil ACF Residual

Diketahui dari hasil plot di atas, lag yang menunjukkan signifikan berada pada lag ke 2, 6, 10, dan 16. Mengikuti aturan subset ARIMA, maka lag yang masuk ke model non seasonal MA adalah lag yang kurang dari 10 dan lag yang masuk ke model non seasonal AR adalah lag yang lebih dari sama dengan 10. Maka, hasil model subset ARIMA yang dihasilkan adalah ARIMA([1 10 16], 1, [1 2 6]). Setelah itu dilakukan model subset ARIMA tersebut pada data *training* dan data *test* yang menghasilkan signifikansi parameter dan hasil residual sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Signifikansi Parameter Data Training Model Subset ARIMA

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard	t Value	Approx	Lag
		Error		Pr > t	
MA1,1	0.33984	0.14505	2.34	0.0193	1
MA1,2	-0.05006	0.02983	-1.68	0.0936	2
MA1,3	0.07027	0.02686	2.62	0.0090	6
AR1,1	0.38836	0.14352	2.71	0.0069	1

AR1,2	0.08525	0.02643	3.23	0.0013	10
AR1,3	-0.07786	0.02638	-2.95	0.0032	16

Tabel 4.2 Hasil Signifikansi Paramater Data Test Model Subset ARIMA

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard	t Value	Approx	Lag
		Error		Pr > t	
MA1,1	0.31553	0.21197	1.49	0.1451	1
MA1,2	0.45531	0.16712	2.72	0.0098	2
MA1,3	-0.19400	0.14575	-1.33	0.1913	6
AR1,1	0.76903	0.16313	4.71	<.0001	1
AR1,2	-0.14721	0.10244	-1.44	0.1591	10
AR1,3	0.26263	0.09990	2.63	0.0124	16

Didapatkan pada kolom Approx Pr > |t|, bahwasanya setiap parameter signifikansi pada data *training* telah memenuhi syarat signifikansi parameter, yaitu nilainya di bawah taraf signifikansi, yaitu 0.1. Untuk data *testing* terdapat 2 paramater yang tidak memenuhi signifikansi parameter pada MA1,1, MA1,3, dan AR1,3. Setelah itu dilakukan pengecekan asumsi *white noise* apakah telah memenuhi atau tidak. Berikut merupakan hasil dari pengecekan asumsi *white noise* pada data *training* dan data *test*.

Tabel 4.3 Pengecekan Asumsi White Noise pada Data Training

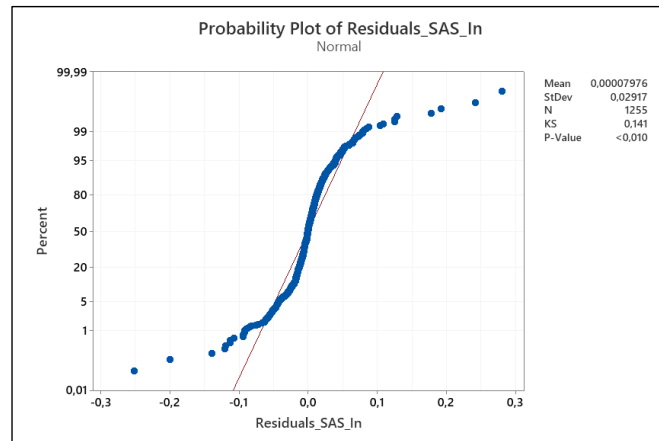
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	Autocorrelations					
6	.	0	.	0.000	0.013	-0.020	-0.042	-0.023	0.010
12	7.12	6	0.3102	-0.022	-0.017	-0.036	-0.009	0.022	0.005
18	11.36	12	0.4983	-0.012	-0.034	0.014	-0.010	0.028	-0.031
24	16.07	18	0.5876	-0.004	-0.010	0.046	0.010	0.034	-0.016
30	21.71	24	0.5967	-0.004	0.023	-0.018	0.009	0.059	0.005
36	23.99	30	0.7725	-0.026	-0.002	-0.024	0.000	0.023	-0.004
42	26.06	36	0.8889	0.008	-0.025	0.009	-0.014	0.014	-0.021
48	30.91	42	0.8967	-0.007	0.003	-0.012	-0.040	0.032	-0.030

Tabel 4.4 Pengecekan Asumsi White Noise pada Data Test

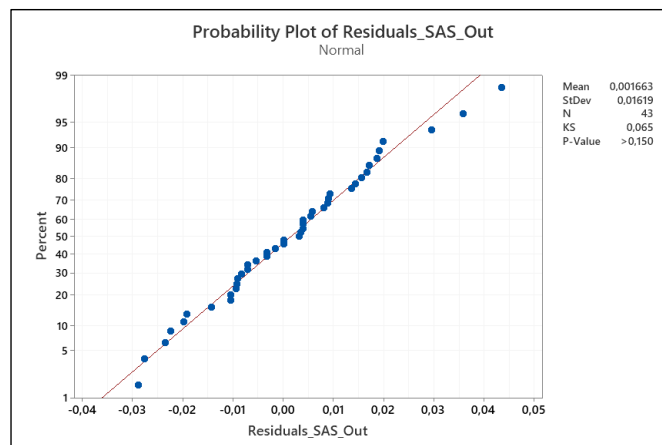
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	Autocorrelations					
6	.	0	.	-0.036	-0.016	0.075	-0.066	0.051	-0.044
12	4.85	6	0.5638	0.088	0.037	-0.094	-0.003	0.109	-0.193
18	9.11	12	0.6933	0.176	0.014	-0.172	0.003	-0.031	0.044
24	11.12	18	0.8893	0.020	0.067	0.076	-0.060	-0.045	0.074
30	12.88	24	0.9680	-0.106	-0.048	-0.004	-0.032	0.001	0.032

36	18.19	30	0.9553	-0.033	0.045	-0.137	0.011	0.055	-0.038
42	25.39	36	0.9064	0.029	-0.100	0.026	0.019	-0.045	-0.017

Dapat dilihat pada kolom $Pr > \chi^2$ pada data *training* dan data *testing* bahwa memenuhi asumsi *white noise* dikarenakan nilainya di atas taraf signifikansi, yaitu 0,1. Lalu langkah asumsi terakhir, dilakukan pengecekan apakah residual yang dihasilkan memenuhi normalitas atau tidak sebagai berikut.

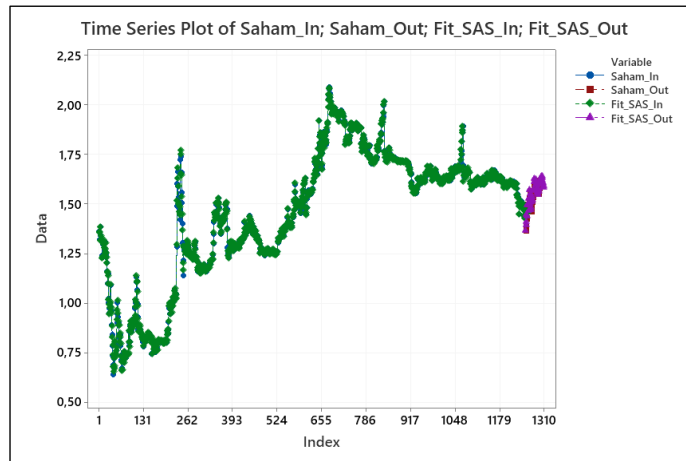


Gambar 4.15 Uji Normalitas pada Data *Training*



Gambar 4.16 Uji Normalitas pada Data *Test*

Pada data *training* terlihat bahwa tidak memenuhi asumsi normalitas pada residualnya dikarenakan nilai p-valuenya kurang dari, sedangkan pada data *test* memenuhi asumsi normalitas pada residualnya dikarenakan nilai p-valuenya lebih dari. Sebagai langkah akhir, dilakukan visualisasi plot time series yang membandingkan antara data aktual, nilai *fitted*, dan hasil *forecasting* untuk melihat sejauh mana model mampu merepresentasikan pola data sebenarnya.



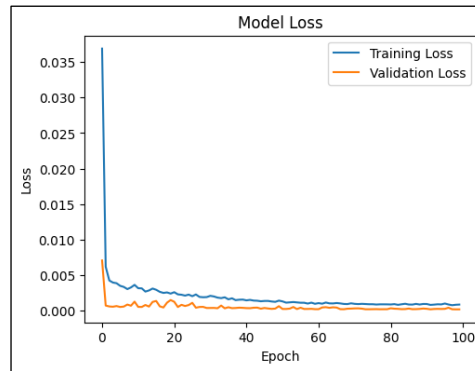
Gambar 4.17 Plot Time Series Data Asli, *Fits*, dan *Forecasting*

Dengan hasil *fits* dan *forecasting* seperti pada gambar, didapatkan nilai MAPE sebesar 0,236 pada data *training* dan 0,649 pada data *test*.

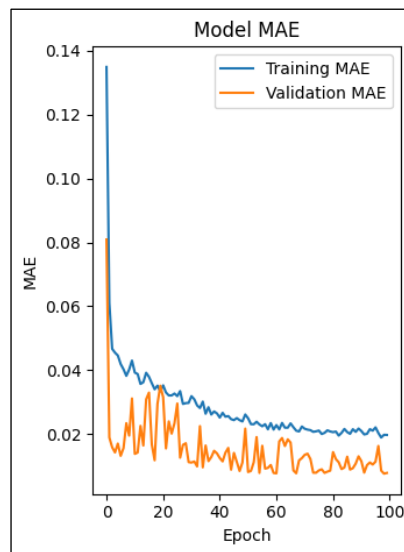
4.5 Penerapan Model LSTM (Non Linier)

Model LSTM yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk menangkap pola deret waktu harga saham dengan arsitektur yang cukup kompleks. Arsitektur model terdiri atas dua lapisan LSTM bertingkat, masing-masing dengan 100 unit. Lapisan pertama menggunakan `return_sequences=True` agar dapat meneruskan urutan keluaran ke lapisan LSTM berikutnya. Setelah masing-masing lapisan LSTM, ditambahkan dropout sebesar 0,2 untuk mengurangi kemungkinan overfitting. Output dari lapisan LSTM kedua diteruskan ke dua buah lapisan Dense, dengan jumlah unit berturut-turut sebanyak 32 dan 1, di mana lapisan terakhir bertugas menghasilkan nilai prediksi harga.

Model ini dikompilasi menggunakan algoritma optimisasi “Adam” dengan learning rate sebesar 0,001 agar konvergensi lebih cepat dan stabil. Loss function yang digunakan adalah Mean Squared Error (MSE), yang umum digunakan dalam permasalahan regresi, sedangkan Mean Absolute Error (MAE) digunakan sebagai metrik tambahan untuk mengevaluasi kinerja model. Proses testing model dilakukan selama 100 epoch (iterasi penuh terhadap data train) dengan ukuran jumlah sampel dalam 1 batch training (batch size) sebesar 32. Sebanyak 10% dari data testing dipisahkan sebagai data validasi guna memantau performa model secara objektif terhadap data yang tidak dilatih secara langsung.



Gambar 4.18 Plot Loss (MSE) Selama Proses *Training*



Gambar 4.19 Plot MAE Selama Proses *Training*

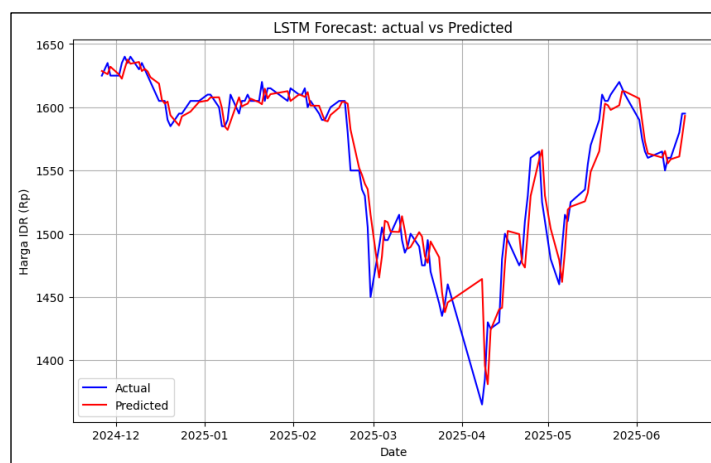
Selama proses testing, grafik MSE dan MAE untuk data testing dan validasi menunjukkan tren penurunan yang stabil. Baik nilai *loss* maupun MAE pada data validasi mengikuti pola yang serupa dengan data testing tanpa perbedaan mencolok. Hal ini menunjukkan bahwa model mengalami konvergensi yang baik dan tidak mengalami gejala *overfitting*. Tidak terlihat pola naik-turun ekstrem yang biasanya menandakan *underfitting* atau *overfitting* pada grafik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa parameter testing yang digunakan telah sesuai dan model mampu belajar dari data secara efektif.

Untuk mengukur akurasi peramalan model LSTM pada data uji, digunakan beberapa metrik evaluasi seperti RMSE, MAE, dan MAPE. Berdasarkan hasil komputasi, model LSTM menunjukkan nilai metrik evaluasi sebagai berikut.

Tabel 4.5 Metrik Evaluasi Model LSTM

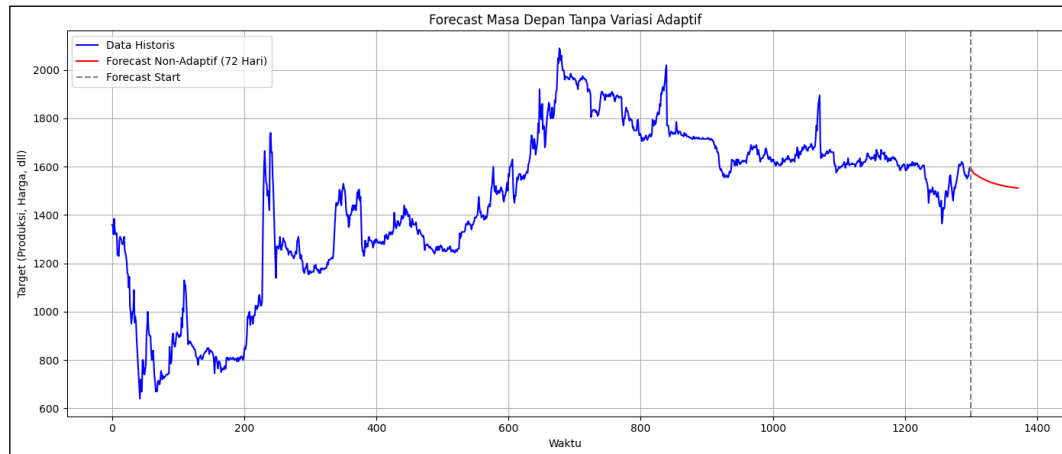
	RMSE	MAE	MAPE (%)
Training	30.878	19.103	1.472%
Testing	18.775	12.917	0.851%

Penurunan nilai RMSE dan MAE pada data testing dibandingkan training menunjukkan kemampuan generalisasi model yang sangat baik, artinya model tidak mengalami *overfitting* pada data testing dan mampu membuat prediksi akurat pada data baru. Nilai MAPE di bawah 1% pada data testing (0.851%) secara spesifik menegaskan bahwa prediksi model sangat dekat dengan harga saham aktual, dengan rata-rata kesalahan relatif kurang dari satu persen. Ini menandakan bahwa model memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam memprediksi harga saham PNSE. Nilai-nilai ini, nantinya akan dibandingkan dengan metrik serupa dari model ARIMA yang akan dibahas pada sub-bab perbandingan evaluasi kinerja model. Disajikan juga hasil prediksi model LSTM dibandingkan dengan nilai aktual pada data *testing* sebagai berikut.

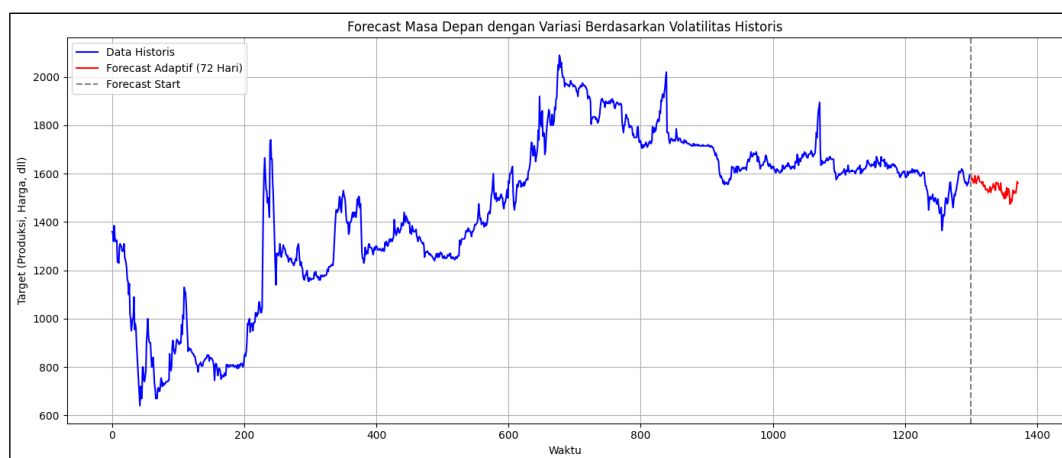


Gambar 4.20 Perbandingan Prediksi dan Nilai Aktual pada Data *Testing*

Model LSTM menunjukkan mampu belajar dengan baik pada data *training* sehingga mampu menggeneralisasikan kepada data *testing*. Hal tersebut menunjukkan indikasi yang baik sehingga model LSTM sudah dikatakan sangat baik untuk menggambarkan pola data *time series* tepatnya data saham harian PT Panin Sekuritas Tbk. Selanjutnya akan dilakukan forecasting ke 72 hari kedepan sehingga mampu digunakan untuk pertimbangan pengambilan keputusan hingga akhir agustus.



Gambar 4.21 Hasil *Forecast* LSTM Non-Adaptif (Tanpa Volatilitas)



Gambar 4.22 Hasil *Forecast* LSTM Adaptif (Mempertimbangkan Volatilitas)

Berdasarkan dua grafik hasil prediksi, terlihat bahwa pendekatan forecast adaptif yang mempertimbangkan variasi volatilitas historis menghasilkan pola prediksi yang lebih responsif terhadap dinamika harga saham, terutama saat menghadapi fluktuasi tajam. Model ini mampu mengikuti arah tren penurunan dengan lebih tajam dan realistis dalam 72 hari ke depan, dibandingkan dengan model non-adaptif yang cenderung menghasilkan prediksi lebih halus dan konservatif tanpa menyesuaikan tingkat volatilitas masa lalu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan mempertimbangkan karakteristik volatilitas, model mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan adaptif terhadap kondisi pasar yang berubah-ubah, khususnya dalam periode harga yang tidak stabil. Sementara pendekatan non-adaptif masih relevan untuk situasi pasar yang cenderung stabil, pendekatan adaptif terbukti lebih sensitif dalam merespons dinamika yang cepat dan kompleks.

4.5 Perbandingan Evaluasi Kinerja Model

Perbandingan evaluasi kinerja model sangat krusial untuk menentukan model mana yang lebih akurat dan relevan dalam menangani karakteristik deret waktu harga saham khususnya harga penutupan harian PANS. Metrik utama yang

digunakan untuk perbandingan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), karena metrik ini memberikan ukuran kesalahan prediksi dalam bentuk persentase, sehingga lebih mudah diinterpretasikan dan dibandingkan lintas skala.

Tabel 4.6 Perbandingan Metrik Evaluasi MAPE Kedua Model

Model	MAPE (%)
ARIMA	0.649
LSTM	0.851

Meskipun model ARIMA dalam evaluasi awal menunjukkan nilai MAPE yang lebih rendah, hasil *Long Short-Term Memory* (LSTM) menunjukkan model yang lebih unggul, terutama mengingat karakteristik nonlinier pada data harga penutupan harian PANS. Keunggulan teoritis LSTM dalam menangani dependensi kompleks dan pola nonlinier adalah faktor kunci, yang membuatnya lebih adaptif terhadap dinamika deret waktu yang tidak dapat dijelaskan sepenuhnya oleh asumsi linier model ARIMA. Performa ARIMA yang tampak lebih baik ini kemungkinan besar merupakan pengaruh dari komponen linier yang dominan atau faktor kebetulan pada set data pengujian yang spesifik. Selain itu, adanya parameter ARIMA yang tidak signifikan juga mengindikasikan adanya batasan atau kelemahan struktural model tersebut dalam sepenuhnya menangkap kompleksitas sebenarnya dari data nonlinier.

Dengan mempertimbangkan bahwa parameter LSTM telah dioptimalkan, model ini secara intrinsik memiliki potensi yang lebih besar untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan pola nonlinier yang lebih halus dan tersembunyi, yang tidak dapat diakomodasi oleh ARIMA. Oleh karena itu, terlepas dari hasil MAPE awal, potensi LSTM dalam memodelkan data nonlinier menjadikannya pilihan strategis yang lebih prospektif untuk mencapai akurasi peramalan yang berkelanjutan dan robust, terutama saat menghadapi pergeseran atau evolusi pola dalam deret waktu di masa mendatang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Evaluasi kinerja model *Time Series Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi data deret waktu, khususnya yang memiliki sifat nonlinier, menunjukkan bahwa meskipun *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) awal mungkin lebih rendah pada model ARIMA, model LSTM secara strategis lebih unggul. Data dengan pola nonlinier dan kompleksitas inherent tidak sepenuhnya dapat ditangkap oleh asumsi linier ARIMA. Keberadaan parameter yang tidak signifikan pada model ARIMA mengindikasikan keterbatasan strukturalnya dalam merepresentasikan dinamika data yang sebenarnya. Ini menunjukkan bahwa kinerja ARIMA yang tampak superior kemungkinan besar bersifat kebetulan atau hanya efektif pada komponen linier data yang dominan pada periode pengujian tertentu. Di sisi lain, model LSTM, dengan arsitekturnya yang mampu mempelajari dependensi jangka panjang dan pola nonlinier secara otomatis, telah dioptimalkan parameternya untuk secara lebih akurat merepresentasikan dan memprediksi fluktuasi data yang tidak beraturan. Oleh karena itu, terlepas dari hasil MAPE awal, potensi intrinsik dan kemampuan adaptif LSTM terhadap data nonlinier menjadikannya model yang lebih robust dan prospektif untuk peramalan data deret waktu di masa mendatang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya:

- a. Disarankan untuk memperluas cakupan data dan menambahkan variabel eksternal yang relevan guna meningkatkan kemampuan model LSTM menangkap pola.
- b. Mempertimbangkan penggunaan arsitektur LSTM yang lebih kompleks seperti *stacked* atau *Bidirectional LSTM* untuk ekstraksi fitur yang lebih beragam.
- c. Dianjurkan penggunaan validasi silang deret waktu guna mendapatkan estimasi kinerja model yang lebih stabil.
- d. Penting untuk mengevaluasi kemampuan model dalam memberikan interval prediksi atau estimasi risiko untuk informasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. & Syamsuddin, S., 2021. *Model Wavelet Neural Network untuk Pemodelan Polusi Udara di Kota Mataram Lombok Nusa Tenggara Barat Indonesia*. SNMSA. <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/SNMSA/article/view/526>
- Bharmawan, A.S. & Hanif, N., 2022. *Manajemen Pemasaran Jasa: Strategi, Mengukur Kepuasan dan Loyalitas Pelanggan*. Edisi ke-1. Scopindo Media Pustaka.
- Buana, P.W. & Lattifia, T., 2022. *Model Prediksi Cuaca Menggunakan Metode LSTM*. JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Terapan. <https://pdfs.semanticscholar.org/0927/69fd03103131c5330a343958b28bb0fa9dce.pdf>
- Cahyo, E.N. & Susanti, E., 2022. *Analisis Time Series untuk Deep Learning dan Prediksi Data Spasial Seismik: Studi Literatur*. Jurnal Teknologi. Available at: <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/download/3581/3002>
- Daniel, W.W., 1990. *Applied Nonparametric Statistics*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Febriani, K. & Fatichah, C., 2024. *Coal Demand Prediction Model Using Machine Learning Methods*. JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi. <http://juti.if.its.ac.id/index.php/juti/article/view/1209>
- Hidayat, R., 2019. *Analisis Perbedaan Abnormal Return Sebelum dan Sesudah Peristiwa Politik pada Saham Perusahaan LQ-45 di BEI*. Jurnal Ilmu Manajemen. https://jurnal.um-palembang.ac.id/ilmu_manajemen/article/view/1569
- Juanda, R.A. & Jondri, J., 2020. *Prediksi Harga Bitcoin dengan Menggunakan Recurrent Neural Network*. eProceedings of Engineering. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6772>
- Orlando, T., 2016. *Pengaruh Debt to Asset Ratio dan Return on Assets terhadap Nilai Perusahaan PT Panin Sekuritas Tbk dan Entitas Anak*. FIN-ACC (Finance Accounting). <http://journal.widyadharma.ac.id/index.php/finacc/article/view/281>
- Qamara, L.N. & Wahyuningsih, S., 2020. *Peramalan Harga Minyak Mentah Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average Neural Network (ARIMA-NN)*. Jurnal Eksponensial, 11(2), pp.98–107.
- Ridla, M.A., Azise, N. & Rahman, M., 2023. *Perbandingan Model Time Series Forecasting dalam Memprediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan dan*

- Penumpang Airport*. Jurnal Sistem Informasi dan Komputer. <https://ejurnal.stmikbinsa.ac.id/index.php/simkom/article/view/103>
- Santri, I.R., 2024. *Analisis Keputusan Berinvestasi di Pasar Modal Syariah dengan Pendekatan Model Theory of Planned Behavior (TPB)*. Repository Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/65845/2/BAB%201.pdf>
- Susilo, J.H., 2025. *Buku Ajar EKONOMETRIKA*. Insight Mediatama. <https://www.repository.insightmediatama.co.id/books/article/download/137/120>
- Syahputra, M.A.M., Suharsono, A. & Susilo, D., 2025. *Peramalan Harga Nikel Indonesia Menggunakan Metode Fuzzy Time Series dan Support Vector Regression*. Jurnal Sains dan Seni ITS, 14(1), pp.22–28.
- Tandelilin, E., 2017. *Pasar Modal: Manajemen Portofolio dan Investasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Utami, S.W., Nur, I.M. & Al Haris, M., 2022. *Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Fuzzy Time Series Berbasis Algoritma Novel*. Jurnal Statistika. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jstatistika/article/view/5423>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Saham PT Panin Sekuritas Tbk (PANS)

Tanggal	Terakhir	Pembukaan	Tertinggi	Terendah	Vol.	Perubahan%
18/06/2025	1.595	1.600	1.605	1.590	189,60K	0,00%
17/06/2025	1.595	1.580	1.600	1.580	276,00K	0,95%
16/06/2025	1.580	1.560	1.590	1.555	155,60K	1,28%
13/06/2025	1.560	1.565	1.570	1.550	353,10K	0,00%
12/06/2025	1.560	1.565	1.570	1.555	339,10K	0,65%
11/06/2025	1.550	1.565	1.565	1.550	312,10K	-0,96%
10/06/2025	1.565	1.595	1.595	1.555	308,70K	0,32%
05/06/2025	1.560	1.580	1.605	1.560	161,30K	-0,32%
04/06/2025	1.565	1.580	1.585	1.560	79,10K	-0,63%
03/06/2025	1.575	1.590	1.590	1.570	200,80K	-0,94%
02/06/2025	1.590	1.615	1.615	1.575	231,40K	-1,24%
28/05/2025	1.610	1.610	1.615	1.590	166,50K	-0,31%
27/05/2025	1.615	1.625	1.625	1.610	76,80K	-0,31%
26/05/2025	1.620	1.615	1.625	1.610	48,40K	0,62%
23/05/2025	1.610	1.605	1.615	1.605	44,90K	0,31%
22/05/2025	1.605	1.605	1.615	1.600	96,60K	0,00%
21/05/2025	1.605	1.610	1.625	1.600	42,90K	-0,31%
20/05/2025	1.610	1.600	1.625	1.600	65,60K	1,26%
19/05/2025	1.590	1.570	1.745	1.570	568,20K	1,27%
16/05/2025	1.570	1.555	1.570	1.545	134,30K	0,96%
15/05/2025	1.555	1.535	1.560	1.530	148,40K	1,30%
14/05/2025	1.535	1.530	1.540	1.520	181,70K	0,66%
09/05/2025	1.525	1.495	1.525	1.485	121,50K	0,99%
08/05/2025	1.510	1.515	1.550	1.485	84,70K	-0,33%
07/05/2025	1.515	1.475	1.515	1.475	84,60K	1,68%
06/05/2025	1.490	1.465	1.495	1.465	38,80K	2,05%
05/05/2025	1.460	1.480	1.510	1.445	404,10K	-1,35%
02/05/2025	1.480	1.510	1.525	1.460	505,30K	-1,99%
30/04/2025	1.510	1.525	1.525	1.495	50,80K	-0,98%
29/04/2025	1.525	1.525	1.530	1.490	256,90K	-2,56%
28/04/2025	1.565	1.565	1.595	1.535	76,80K	0,32%
25/04/2025	1.560	1.550	1.560	1.530	51,80K	1,96%
24/04/2025	1.530	1.500	1.555	1.500	54,30K	1,32%
23/04/2025	1.510	1.480	1.510	1.475	96,70K	2,03%
22/04/2025	1.480	1.500	1.500	1.480	67,60K	0,34%
21/04/2025	1.475	1.495	1.505	1.450	56,60K	-1,34%
17/04/2025	1.495	1.500	1.500	1.480	15,40K	-0,33%
16/04/2025	1.500	1.415	1.500	1.400	60,70K	1,35%
15/04/2025	1.480	1.440	1.495	1.440	66,80K	3,50%
14/04/2025	1.430	1.425	1.470	1.410	97,40K	0,35%

11/04/2025	1.425	1.430	1.435	1.400	16,00K	-0,35%
10/04/2025	1.430	1.385	1.430	1.385	15,40K	3,25%
09/04/2025	1.385	1.365	1.405	1.355	90,20K	1,47%
08/04/2025	1.365	1.435	1.440	1.350	162,10K	-6,51%
27/03/2025	1.460	1.465	1.485	1.455	34,60K	1,04%
26/03/2025	1.445	1.435	1.490	1.410	141,30K	0,70%
25/03/2025	1.435	1.445	1.445	1.430	33,90K	-0,69%
24/03/2025	1.445	1.505	1.505	1.430	55,90K	-1,70%
21/03/2025	1.470	1.500	1.500	1.450	49,50K	-1,67%
20/03/2025	1.495	1.480	1.525	1.480	3,40K	1,36%
19/03/2025	1.475	1.475	1.480	1.440	25,70K	0,00%
18/03/2025	1.475	1.485	1.500	1.445	105,80K	-1,01%
17/03/2025	1.490	1.500	1.510	1.485	26,20K	-0,67%
14/03/2025	1.500	1.495	1.505	1.485	7,20K	0,67%
13/03/2025	1.490	1.490	1.530	1.490	53,70K	0,34%
12/03/2025	1.485	1.500	1.500	1.475	26,70K	-0,67%
11/03/2025	1.495	1.505	1.505	1.495	7,10K	-1,32%
10/03/2025	1.515	1.525	1.535	1.510	9,50K	1,00%
07/03/2025	1.500	1.530	1.530	1.495	59,70K	0,33%
06/03/2025	1.495	1.505	1.505	1.490	16,20K	0,00%
05/03/2025	1.495	1.505	1.505	1.480	32,30K	-0,66%
04/03/2025	1.505	1.510	1.510	1.480	24,10K	1,01%
03/03/2025	1.490	1.465	1.525	1.445	112,00K	2,76%
28/02/2025	1.450	1.505	1.510	1.450	209,20K	-3,65%
27/02/2025	1.505	1.525	1.525	1.500	60,90K	-1,63%
26/02/2025	1.530	1.535	1.540	1.510	48,50K	-0,33%
25/02/2025	1.535	1.550	1.550	1.535	49,60K	-0,97%
24/02/2025	1.550	1.545	1.565	1.520	66,40K	0,00%
21/02/2025	1.550	1.580	1.580	1.530	325,90K	-1,90%
20/02/2025	1.580	1.620	1.620	1.575	178,10K	-1,56%
19/02/2025	1.605	1.605	1.615	1.600	11,60K	0,00%
18/02/2025	1.605	1.615	1.620	1.605	115,80K	0,00%
17/02/2025	1.605	1.600	1.605	1.595	9,50K	0,31%
14/02/2025	1.600	1.600	1.600	1.585	30,70K	0,31%
13/02/2025	1.595	1.595	1.605	1.590	6,00K	0,31%
12/02/2025	1.590	1.590	1.590	1.580	22,60K	0,00%
11/02/2025	1.590	1.595	1.605	1.580	64,80K	-0,31%
10/02/2025	1.595	1.605	1.605	1.595	41,80K	-0,62%
07/02/2025	1.605	1.600	1.605	1.600	14,20K	0,31%
06/02/2025	1.600	1.620	1.620	1.600	44,40K	-0,93%
05/02/2025	1.615	1.615	1.615	1.605	114,00K	0,31%
04/02/2025	1.610	1.615	1.615	1.605	15,00K	0,00%
03/02/2025	1.610	1.615	1.620	1.610	72,80K	-0,31%
31/01/2025	1.615	1.610	1.615	1.610	71,80K	0,62%

30/01/2025	1.605	1.615	1.615	1.605	38,10K	-0,62%
24/01/2025	1.615	1.610	1.615	1.605	16,50K	0,00%
23/01/2025	1.615	1.610	1.620	1.610	20,40K	0,62%
22/01/2025	1.605	1.620	1.620	1.600	78,10K	-0,93%
21/01/2025	1.620	1.605	1.620	1.605	11,50K	0,93%
20/01/2025	1.605	1.610	1.620	1.595	128,20K	0,00%
17/01/2025	1.605	1.620	1.620	1.600	16,20K	-0,31%
16/01/2025	1.610	1.605	1.620	1.600	24,00K	0,31%
15/01/2025	1.605	1.620	1.620	1.590	44,30K	0,00%
14/01/2025	1.605	1.600	1.605	1.575	66,30K	0,63%
13/01/2025	1.595	1.620	1.620	1.585	69,60K	-0,93%
10/01/2025	1.610	1.590	1.620	1.590	26,60K	1,26%
09/01/2025	1.590	1.595	1.595	1.585	11,70K	0,32%
08/01/2025	1.585	1.590	1.595	1.585	73,50K	0,00%
07/01/2025	1.585	1.600	1.610	1.580	149,80K	-0,94%
06/01/2025	1.600	1.610	1.615	1.590	53,20K	-0,62%
03/01/2025	1.610	1.615	1.615	1.605	13,60K	0,00%
02/01/2025	1.610	1.605	1.615	1.600	34,20K	0,31%
30/12/2024	1.605	1.605	1.605	1.590	28,40K	0,00%
27/12/2024	1.605	1.600	1.605	1.585	24,70K	0,63%
24/12/2024	1.595	1.590	1.600	1.590	27,10K	0,00%
23/12/2024	1.595	1.585	1.600	1.585	21,30K	0,63%
20/12/2024	1.585	1.590	1.590	1.580	80,40K	-0,31%
19/12/2024	1.590	1.605	1.605	1.555	249,50K	-0,93%
18/12/2024	1.605	1.605	1.625	1.575	390,30K	0,00%
17/12/2024	1.605	1.610	1.635	1.605	38,60K	0,00%
16/12/2024	1.605	1.620	1.625	1.605	371,60K	-0,93%
13/12/2024	1.620	1.635	1.635	1.620	56,90K	-0,31%
12/12/2024	1.625	1.635	1.635	1.620	14,10K	-0,31%
11/12/2024	1.630	1.640	1.640	1.620	124,00K	-0,31%
10/12/2024	1.635	1.630	1.635	1.625	33,10K	0,31%
09/12/2024	1.630	1.635	1.640	1.625	54,00K	-0,61%
06/12/2024	1.640	1.630	1.640	1.630	20,50K	0,31%
05/12/2024	1.635	1.640	1.640	1.625	18,20K	-0,30%
04/12/2024	1.640	1.640	1.645	1.635	34,60K	0,31%
03/12/2024	1.635	1.620	1.635	1.620	52,70K	0,62%
02/12/2024	1.625	1.640	1.640	1.620	40,80K	0,00%
29/11/2024	1.625	1.625	1.630	1.620	53,50K	-0,61%
28/11/2024	1.635	1.630	1.640	1.625	33,80K	0,62%
26/11/2024	1.625	1.635	1.635	1.625	29,30K	-0,61%
25/11/2024	1.635	1.625	1.645	1.620	32,10K	0,93%
22/11/2024	1.620	1.635	1.645	1.620	201,70K	-0,92%
21/11/2024	1.635	1.650	1.650	1.630	89,40K	-0,61%
20/11/2024	1.645	1.645	1.645	1.630	88,60K	0,00%

19/11/2024	1.645	1.630	1.655	1.630	82,80K	0,92%
18/11/2024	1.630	1.660	1.660	1.630	218,80K	-1,81%
15/11/2024	1.660	1.650	1.660	1.635	349,70K	0,61%
14/11/2024	1.650	1.655	1.655	1.640	290,50K	-0,30%
13/11/2024	1.655	1.655	1.655	1.640	201,90K	0,00%
12/11/2024	1.655	1.655	1.665	1.630	252,50K	0,00%
11/11/2024	1.655	1.670	1.670	1.625	302,80K	-0,90%
08/11/2024	1.670	1.635	1.670	1.625	563,90K	2,45%
07/11/2024	1.630	1.645	1.655	1.630	161,90K	-0,91%
06/11/2024	1.645	1.640	1.665	1.640	430,90K	0,30%
05/11/2024	1.640	1.650	1.660	1.640	92,90K	0,00%
04/11/2024	1.640	1.655	1.660	1.640	140,20K	-0,91%
01/11/2024	1.655	1.670	1.670	1.620	248,90K	-0,30%
31/10/2024	1.660	1.670	1.680	1.650	140,20K	-0,60%
30/10/2024	1.670	1.625	1.685	1.625	601,70K	2,45%
29/10/2024	1.630	1.625	1.645	1.625	86,10K	0,31%
28/10/2024	1.625	1.650	1.650	1.625	227,00K	-1,52%
25/10/2024	1.650	1.635	1.655	1.635	124,90K	0,92%
24/10/2024	1.635	1.640	1.650	1.635	18,80K	0,00%
23/10/2024	1.635	1.640	1.650	1.630	52,50K	0,00%
22/10/2024	1.635	1.645	1.645	1.630	70,10K	-0,30%
21/10/2024	1.640	1.650	1.650	1.630	74,80K	0,61%
18/10/2024	1.630	1.635	1.650	1.630	27,00K	-0,31%
17/10/2024	1.635	1.635	1.640	1.615	27,00K	0,00%
16/10/2024	1.635	1.640	1.640	1.615	50,60K	-0,30%
15/10/2024	1.640	1.645	1.660	1.630	47,00K	-0,30%
14/10/2024	1.645	1.655	1.660	1.635	29,30K	-0,60%
11/10/2024	1.655	1.655	1.665	1.645	159,70K	0,00%
10/10/2024	1.655	1.635	1.660	1.630	255,30K	1,53%
09/10/2024	1.630	1.630	1.635	1.620	109,20K	0,00%
08/10/2024	1.630	1.625	1.630	1.610	99,00K	0,62%
07/10/2024	1.620	1.620	1.625	1.615	170,00K	0,00%
04/10/2024	1.620	1.620	1.620	1.605	45,60K	0,00%
03/10/2024	1.620	1.625	1.625	1.610	40,10K	0,31%
02/10/2024	1.615	1.610	1.625	1.610	67,70K	0,31%
01/10/2024	1.610	1.620	1.625	1.600	166,20K	0,31%
30/09/2024	1.605	1.620	1.620	1.600	133,80K	-0,93%
27/09/2024	1.620	1.610	1.620	1.610	283,50K	1,25%
26/09/2024	1.600	1.635	1.640	1.600	566,50K	-2,14%
25/09/2024	1.635	1.625	1.640	1.625	352,90K	0,62%
24/09/2024	1.625	1.620	1.630	1.620	102,30K	0,31%
23/09/2024	1.620	1.625	1.625	1.610	111,80K	-0,31%
20/09/2024	1.625	1.620	1.630	1.615	145,90K	0,31%
19/09/2024	1.620	1.620	1.620	1.605	113,30K	0,31%

18/09/2024	1.615	1.605	1.620	1.605	210,50K	0,31%
17/09/2024	1.610	1.595	1.615	1.595	136,90K	0,63%
13/09/2024	1.600	1.610	1.620	1.595	407,50K	-0,62%
12/09/2024	1.610	1.610	1.620	1.595	421,10K	0,00%
11/09/2024	1.610	1.615	1.615	1.605	138,50K	0,00%
10/09/2024	1.610	1.620	1.620	1.605	79,50K	0,00%
09/09/2024	1.610	1.605	1.615	1.605	86,40K	-0,31%
06/09/2024	1.615	1.610	1.625	1.605	118,70K	0,31%
05/09/2024	1.610	1.610	1.620	1.605	45,70K	0,00%
04/09/2024	1.610	1.610	1.610	1.600	58,00K	0,00%
03/09/2024	1.610	1.605	1.620	1.605	212,40K	0,31%
02/09/2024	1.605	1.615	1.620	1.605	427,00K	-0,62%
30/08/2024	1.615	1.650	1.650	1.615	533,00K	-1,22%
29/08/2024	1.635	1.625	1.660	1.625	727,80K	1,55%
28/08/2024	1.610	1.620	1.620	1.610	78,20K	-0,31%
27/08/2024	1.615	1.610	1.620	1.605	67,10K	0,31%
26/08/2024	1.610	1.600	1.620	1.600	246,70K	0,94%
23/08/2024	1.595	1.615	1.630	1.595	703,80K	-0,93%
22/08/2024	1.610	1.620	1.620	1.600	150,50K	-0,62%
21/08/2024	1.620	1.615	1.630	1.615	100,50K	0,62%
20/08/2024	1.610	1.610	1.615	1.605	108,50K	0,31%
19/08/2024	1.605	1.605	1.610	1.600	64,30K	0,00%
16/08/2024	1.605	1.600	1.605	1.595	77,20K	0,31%
15/08/2024	1.600	1.600	1.605	1.595	72,00K	0,00%
14/08/2024	1.600	1.600	1.605	1.595	58,50K	0,31%
13/08/2024	1.595	1.600	1.600	1.590	120,20K	0,00%
12/08/2024	1.595	1.600	1.605	1.590	83,60K	-0,31%
09/08/2024	1.600	1.590	1.605	1.590	86,20K	0,63%
08/08/2024	1.590	1.585	1.600	1.585	51,80K	0,32%
07/08/2024	1.585	1.580	1.585	1.580	95,60K	0,32%
06/08/2024	1.580	1.575	1.600	1.560	180,50K	0,32%
05/08/2024	1.575	1.605	1.605	1.565	515,30K	-1,87%
02/08/2024	1.605	1.605	1.610	1.600	146,30K	0,00%
01/08/2024	1.605	1.625	1.625	1.575	295,90K	-0,62%
31/07/2024	1.615	1.660	1.665	1.570	1,86M	-2,71%
30/07/2024	1.660	1.665	1.670	1.655	125,10K	0,00%
29/07/2024	1.660	1.660	1.670	1.645	207,50K	0,00%
26/07/2024	1.660	1.665	1.665	1.655	221,50K	0,00%
25/07/2024	1.660	1.670	1.670	1.655	342,60K	0,00%
24/07/2024	1.660	1.670	1.670	1.655	181,90K	-0,60%
23/07/2024	1.670	1.670	1.675	1.665	140,70K	0,00%
22/07/2024	1.670	1.660	1.670	1.660	315,90K	0,60%
19/07/2024	1.660	1.660	1.665	1.655	173,40K	0,30%
18/07/2024	1.655	1.665	1.665	1.650	199,00K	0,00%

17/07/2024	1.655	1.665	1.670	1.655	198,90K	-0,60%
16/07/2024	1.665	1.655	1.670	1.655	133,10K	0,60%
15/07/2024	1.655	1.655	1.665	1.650	257,70K	0,00%
12/07/2024	1.655	1.650	1.660	1.640	153,60K	0,61%
11/07/2024	1.645	1.645	1.655	1.640	291,20K	0,00%
10/07/2024	1.645	1.645	1.655	1.635	196,80K	0,00%
09/07/2024	1.645	1.660	1.660	1.610	627,30K	-0,30%
08/07/2024	1.650	1.645	1.660	1.635	422,90K	0,61%
05/07/2024	1.640	1.660	1.665	1.635	637,90K	-0,91%
04/07/2024	1.655	1.630	1.680	1.615	1,19M	1,22%
03/07/2024	1.635	1.700	1.700	1.630	1,48M	-3,54%
02/07/2024	1.695	1.765	1.765	1.680	2,34M	-10,55%
01/07/2024	1.895	1.880	1.900	1.875	3,20M	1,07%
28/06/2024	1.875	1.860	1.900	1.860	1,72M	0,81%
27/06/2024	1.860	1.820	1.870	1.820	1,59M	2,48%
26/06/2024	1.815	1.750	1.815	1.750	1,19M	3,71%
25/06/2024	1.750	1.760	1.775	1.740	224,80K	-1,13%
24/06/2024	1.770	1.725	1.800	1.725	893,30K	2,91%
21/06/2024	1.720	1.685	1.730	1.685	847,10K	2,08%
20/06/2024	1.685	1.680	1.685	1.675	35,00K	0,30%
19/06/2024	1.680	1.675	1.685	1.660	188,10K	0,00%
14/06/2024	1.680	1.670	1.690	1.660	222,10K	0,60%
13/06/2024	1.670	1.675	1.680	1.665	16,00K	-0,30%
12/06/2024	1.675	1.690	1.690	1.660	200,90K	-0,89%
11/06/2024	1.690	1.695	1.695	1.670	113,20K	-0,29%
10/06/2024	1.695	1.690	1.695	1.670	122,30K	0,59%
07/06/2024	1.685	1.690	1.695	1.680	64,60K	0,30%
06/06/2024	1.680	1.680	1.690	1.675	61,10K	0,00%
05/06/2024	1.680	1.695	1.695	1.675	62,40K	0,00%
04/06/2024	1.680	1.670	1.695	1.665	143,70K	0,90%
03/06/2024	1.665	1.675	1.695	1.660	98,90K	-0,30%
31/05/2024	1.670	1.685	1.700	1.670	52,30K	0,00%
30/05/2024	1.670	1.685	1.685	1.660	111,70K	-0,89%
29/05/2024	1.685	1.690	1.690	1.670	103,60K	0,30%
28/05/2024	1.680	1.690	1.700	1.675	144,10K	-0,59%
27/05/2024	1.690	1.685	1.700	1.670	382,80K	0,60%
22/05/2024	1.680	1.670	1.690	1.665	77,10K	0,60%
21/05/2024	1.670	1.680	1.685	1.670	36,20K	-0,60%
20/05/2024	1.680	1.665	1.685	1.665	116,40K	0,90%
17/05/2024	1.665	1.675	1.675	1.660	12,20K	0,00%
16/05/2024	1.665	1.670	1.675	1.655	114,50K	0,91%
15/05/2024	1.650	1.670	1.675	1.650	53,50K	-0,60%
14/05/2024	1.660	1.670	1.680	1.650	42,00K	0,00%
13/05/2024	1.660	1.635	1.660	1.630	78,30K	1,53%

08/05/2024	1.635	1.685	1.685	1.625	93,90K	-2,10%
07/05/2024	1.670	1.680	1.680	1.660	34,70K	-0,60%
06/05/2024	1.680	1.645	1.680	1.645	109,30K	2,13%
03/05/2024	1.645	1.650	1.655	1.645	142,70K	-0,30%
02/05/2024	1.650	1.650	1.660	1.630	297,80K	0,00%
30/04/2024	1.650	1.625	1.650	1.620	192,60K	1,85%
29/04/2024	1.620	1.640	1.640	1.615	46,50K	-0,61%
26/04/2024	1.630	1.635	1.645	1.630	86,20K	0,00%
25/04/2024	1.630	1.630	1.635	1.625	5,10K	0,31%
24/04/2024	1.625	1.625	1.640	1.625	29,30K	-0,31%
23/04/2024	1.630	1.625	1.640	1.625	116,90K	0,62%
22/04/2024	1.620	1.620	1.640	1.620	66,30K	0,00%
19/04/2024	1.620	1.630	1.635	1.620	224,20K	-0,61%
18/04/2024	1.630	1.630	1.630	1.625	48,20K	0,00%
17/04/2024	1.630	1.640	1.640	1.625	33,40K	-0,61%
16/04/2024	1.640	1.645	1.645	1.620	54,60K	-0,30%
05/04/2024	1.645	1.630	1.650	1.630	34,70K	0,92%
04/04/2024	1.630	1.635	1.640	1.625	349,20K	-0,31%
03/04/2024	1.635	1.640	1.640	1.630	42,80K	0,31%
02/04/2024	1.630	1.630	1.650	1.625	143,00K	0,00%
01/04/2024	1.630	1.620	1.645	1.620	119,40K	0,62%
28/03/2024	1.620	1.625	1.630	1.620	141,80K	-0,31%
27/03/2024	1.625	1.625	1.630	1.620	143,50K	0,31%
26/03/2024	1.620	1.635	1.635	1.610	1,11M	-0,92%
25/03/2024	1.635	1.610	1.650	1.610	973,30K	1,55%
22/03/2024	1.610	1.615	1.655	1.610	97,50K	-0,31%
21/03/2024	1.615	1.605	1.615	1.600	93,60K	0,62%
20/03/2024	1.605	1.605	1.615	1.600	103,60K	0,00%
19/03/2024	1.605	1.605	1.620	1.600	70,60K	0,00%
18/03/2024	1.605	1.610	1.625	1.605	44,00K	-0,31%
15/03/2024	1.610	1.615	1.615	1.605	91,20K	-0,31%
14/03/2024	1.615	1.615	1.620	1.605	66,40K	0,00%
13/03/2024	1.615	1.620	1.630	1.615	121,90K	-0,31%
08/03/2024	1.620	1.610	1.625	1.605	157,60K	0,93%
07/03/2024	1.605	1.605	1.620	1.600	92,90K	0,00%
06/03/2024	1.605	1.610	1.620	1.595	116,40K	-0,62%
05/03/2024	1.615	1.625	1.630	1.615	106,10K	-0,31%
04/03/2024	1.620	1.630	1.635	1.615	39,40K	-0,61%
01/03/2024	1.630	1.625	1.630	1.620	46,10K	0,31%
29/02/2024	1.625	1.625	1.630	1.625	27,80K	-0,31%
28/02/2024	1.630	1.625	1.630	1.620	60,60K	0,62%
27/02/2024	1.620	1.630	1.630	1.615	50,90K	-0,61%
26/02/2024	1.630	1.640	1.640	1.620	37,40K	-0,61%
23/02/2024	1.640	1.645	1.645	1.625	16,30K	0,00%

22/02/2024	1.640	1.630	1.640	1.620	54,50K	0,61%
21/02/2024	1.630	1.635	1.645	1.620	124,40K	-0,31%
20/02/2024	1.635	1.650	1.650	1.620	116,40K	-0,91%
19/02/2024	1.650	1.670	1.690	1.650	112,80K	-0,60%
16/02/2024	1.660	1.675	1.700	1.645	135,70K	-0,90%
15/02/2024	1.675	1.675	1.705	1.670	164,20K	0,00%
13/02/2024	1.675	1.650	1.675	1.650	71,40K	1,52%
12/02/2024	1.650	1.650	1.655	1.635	25,80K	0,00%
07/02/2024	1.650	1.645	1.650	1.630	31,30K	0,30%
06/02/2024	1.645	1.635	1.645	1.630	25,10K	0,61%
05/02/2024	1.635	1.635	1.655	1.625	61,40K	0,00%
02/02/2024	1.635	1.635	1.640	1.630	84,00K	0,00%
01/02/2024	1.635	1.630	1.670	1.630	88,20K	0,31%
31/01/2024	1.630	1.620	1.650	1.620	159,90K	0,62%
30/01/2024	1.620	1.645	1.650	1.620	329,70K	-1,52%
29/01/2024	1.645	1.655	1.670	1.645	75,70K	-0,60%
26/01/2024	1.655	1.670	1.670	1.650	56,20K	-0,90%
25/01/2024	1.670	1.650	1.700	1.645	73,30K	1,21%
24/01/2024	1.650	1.675	1.675	1.645	105,60K	-1,49%
23/01/2024	1.675	1.690	1.690	1.675	68,40K	-0,89%
22/01/2024	1.690	1.685	1.695	1.675	57,70K	0,60%
19/01/2024	1.680	1.670	1.680	1.670	89,40K	0,00%
18/01/2024	1.680	1.675	1.680	1.670	50,50K	0,00%
17/01/2024	1.680	1.690	1.690	1.675	76,40K	-0,30%
16/01/2024	1.685	1.675	1.690	1.670	223,50K	0,60%
15/01/2024	1.675	1.670	1.675	1.665	71,80K	0,30%
12/01/2024	1.670	1.670	1.680	1.665	67,30K	-0,30%
11/01/2024	1.675	1.690	1.690	1.665	82,50K	-0,89%
10/01/2024	1.690	1.670	1.695	1.670	38,60K	1,20%
09/01/2024	1.670	1.665	1.675	1.650	92,00K	0,60%
08/01/2024	1.660	1.650	1.665	1.645	91,30K	0,61%
05/01/2024	1.650	1.660	1.660	1.650	79,00K	-0,60%
04/01/2024	1.660	1.650	1.660	1.635	115,40K	0,61%
03/01/2024	1.650	1.640	1.650	1.630	154,50K	0,61%
02/01/2024	1.640	1.630	1.640	1.615	113,00K	1,55%
29/12/2023	1.615	1.630	1.635	1.615	81,60K	-0,62%
28/12/2023	1.625	1.630	1.630	1.620	39,60K	0,00%
27/12/2023	1.625	1.625	1.635	1.620	54,60K	0,00%
22/12/2023	1.625	1.620	1.635	1.615	45,90K	0,31%
21/12/2023	1.620	1.625	1.630	1.615	757,80K	-0,31%
20/12/2023	1.625	1.625	1.630	1.620	99,00K	0,00%
19/12/2023	1.625	1.610	1.625	1.610	74,50K	0,31%
18/12/2023	1.620	1.615	1.630	1.615	68,00K	0,31%
15/12/2023	1.615	1.610	1.620	1.600	24,80K	0,00%

14/12/2023	1.615	1.600	1.620	1.600	80,00K	0,31%
13/12/2023	1.610	1.615	1.615	1.590	192,50K	-0,62%
12/12/2023	1.620	1.630	1.630	1.600	55,90K	-0,61%
11/12/2023	1.630	1.630	1.630	1.600	25,40K	0,00%
08/12/2023	1.630	1.625	1.630	1.600	92,90K	1,56%
07/12/2023	1.605	1.635	1.635	1.560	45,70K	-1,53%
06/12/2023	1.630	1.620	1.630	1.615	474,20K	0,62%
05/12/2023	1.620	1.615	1.625	1.605	36,20K	0,93%
04/12/2023	1.605	1.615	1.615	1.540	567,40K	0,00%
01/12/2023	1.605	1.625	1.640	1.605	676,70K	-1,23%
30/11/2023	1.625	1.625	1.640	1.620	94,50K	0,00%
29/11/2023	1.625	1.630	1.640	1.625	130,20K	0,00%
28/11/2023	1.625	1.630	1.635	1.615	115,10K	-0,31%
27/11/2023	1.630	1.590	1.635	1.590	165,20K	2,52%
24/11/2023	1.590	1.575	1.600	1.575	125,50K	0,95%
23/11/2023	1.575	1.580	1.595	1.570	163,40K	-0,32%
22/11/2023	1.580	1.575	1.590	1.555	194,20K	0,32%
21/11/2023	1.575	1.560	1.585	1.555	96,00K	0,96%
20/11/2023	1.560	1.555	1.570	1.555	75,50K	0,32%
17/11/2023	1.555	1.560	1.570	1.555	83,10K	-0,32%
16/11/2023	1.560	1.540	1.570	1.515	78,30K	-0,32%
15/11/2023	1.565	1.560	1.590	1.555	84,10K	0,32%
14/11/2023	1.560	1.560	1.565	1.550	139,00K	0,00%
13/11/2023	1.560	1.560	1.570	1.560	75,30K	0,32%
10/11/2023	1.555	1.570	1.570	1.555	97,60K	-0,96%
09/11/2023	1.570	1.565	1.575	1.560	57,30K	0,64%
08/11/2023	1.560	1.575	1.575	1.555	211,70K	-0,95%
07/11/2023	1.575	1.580	1.595	1.550	108,40K	-0,32%
06/11/2023	1.580	1.595	1.595	1.580	217,10K	-0,63%
03/11/2023	1.590	1.585	1.595	1.565	168,80K	0,32%
02/11/2023	1.585	1.595	1.615	1.580	441,70K	-0,63%
01/11/2023	1.595	1.610	1.620	1.590	438,00K	-0,93%
31/10/2023	1.610	1.650	1.650	1.590	215,60K	-2,42%
30/10/2023	1.650	1.660	1.675	1.645	124,30K	-0,60%
27/10/2023	1.660	1.665	1.675	1.655	159,40K	0,00%
26/10/2023	1.660	1.680	1.715	1.650	133,60K	-0,90%
25/10/2023	1.675	1.685	1.685	1.670	80,90K	-0,59%
24/10/2023	1.685	1.680	1.685	1.670	68,90K	0,60%
23/10/2023	1.675	1.690	1.690	1.665	222,10K	-0,89%
20/10/2023	1.690	1.700	1.700	1.690	201,90K	-0,29%
19/10/2023	1.695	1.705	1.705	1.680	390,30K	-0,59%
18/10/2023	1.705	1.695	1.715	1.695	570,30K	-0,29%
17/10/2023	1.710	1.710	1.715	1.705	293,30K	0,00%
16/10/2023	1.710	1.715	1.720	1.710	69,00K	-0,29%

13/10/2023	1.715	1.715	1.720	1.710	64,70K	0,00%
12/10/2023	1.715	1.715	1.720	1.710	406,40K	0,29%
11/10/2023	1.710	1.710	1.720	1.710	431,00K	-0,29%
10/10/2023	1.715	1.725	1.725	1.710	316,00K	0,00%
09/10/2023	1.715	1.720	1.725	1.715	427,10K	-0,29%
06/10/2023	1.720	1.715	1.725	1.715	187,80K	0,29%
05/10/2023	1.715	1.715	1.720	1.715	768,80K	0,00%
04/10/2023	1.715	1.715	1.720	1.710	351,70K	0,00%
03/10/2023	1.715	1.720	1.725	1.715	163,00K	0,00%
02/10/2023	1.715	1.715	1.725	1.715	251,20K	0,00%
29/09/2023	1.715	1.720	1.725	1.715	156,60K	0,00%
27/09/2023	1.715	1.715	1.725	1.715	65,90K	0,00%
26/09/2023	1.715	1.715	1.725	1.715	246,10K	-0,29%
25/09/2023	1.720	1.720	1.725	1.715	292,00K	0,29%
22/09/2023	1.715	1.705	1.725	1.705	154,80K	0,00%
21/09/2023	1.715	1.720	1.720	1.715	81,30K	0,00%
20/09/2023	1.715	1.715	1.720	1.710	329,90K	0,00%
19/09/2023	1.715	1.710	1.720	1.710	208,00K	0,00%
18/09/2023	1.715	1.715	1.720	1.710	193,30K	-0,29%
15/09/2023	1.720	1.725	1.725	1.715	185,40K	0,00%
14/09/2023	1.720	1.710	1.725	1.710	200,10K	0,29%
13/09/2023	1.715	1.725	1.730	1.715	145,70K	-0,29%
12/09/2023	1.720	1.710	1.730	1.710	161,40K	0,00%
11/09/2023	1.720	1.720	1.730	1.720	315,10K	0,00%
08/09/2023	1.720	1.715	1.725	1.715	194,80K	0,29%
07/09/2023	1.715	1.720	1.725	1.715	188,80K	-0,29%
06/09/2023	1.720	1.715	1.730	1.715	118,40K	-0,29%
05/09/2023	1.725	1.710	1.725	1.705	179,10K	0,58%
04/09/2023	1.715	1.715	1.725	1.715	177,00K	0,00%
01/09/2023	1.715	1.720	1.725	1.715	174,40K	0,00%
31/08/2023	1.715	1.725	1.725	1.715	152,50K	-0,29%
30/08/2023	1.720	1.720	1.725	1.720	189,30K	0,00%
29/08/2023	1.720	1.715	1.725	1.715	97,80K	0,00%
28/08/2023	1.720	1.720	1.735	1.715	79,90K	-0,29%
25/08/2023	1.725	1.725	1.725	1.715	97,40K	0,00%
24/08/2023	1.725	1.725	1.730	1.720	317,70K	0,00%
23/08/2023	1.725	1.725	1.740	1.720	339,40K	0,00%
22/08/2023	1.725	1.735	1.735	1.725	201,00K	-0,58%
21/08/2023	1.735	1.730	1.735	1.725	165,50K	0,29%
18/08/2023	1.730	1.735	1.735	1.720	138,90K	-0,29%
16/08/2023	1.735	1.740	1.745	1.730	92,30K	-0,29%
15/08/2023	1.740	1.725	1.740	1.720	248,70K	0,87%
14/08/2023	1.725	1.725	1.735	1.720	248,70K	-0,29%
11/08/2023	1.730	1.735	1.735	1.725	61,50K	0,00%

10/08/2023	1.730	1.730	1.735	1.720	295,50K	0,00%
09/08/2023	1.730	1.740	1.740	1.725	220,40K	-0,29%
08/08/2023	1.735	1.745	1.745	1.735	247,20K	-0,57%
07/08/2023	1.745	1.745	1.750	1.730	265,10K	0,00%
04/08/2023	1.745	1.745	1.750	1.735	46,30K	0,00%
03/08/2023	1.745	1.735	1.755	1.735	121,20K	0,58%
02/08/2023	1.735	1.745	1.745	1.725	235,10K	-0,57%
01/08/2023	1.745	1.755	1.755	1.720	579,20K	-0,57%
31/07/2023	1.755	1.785	1.785	1.750	410,90K	-1,68%
28/07/2023	1.785	1.750	1.800	1.725	2,47M	2,59%
27/07/2023	1.740	1.740	1.760	1.735	389,40K	0,29%
26/07/2023	1.735	1.745	1.745	1.730	263,00K	-0,29%
25/07/2023	1.740	1.740	1.750	1.735	251,60K	0,00%
24/07/2023	1.740	1.740	1.750	1.735	343,90K	0,29%
21/07/2023	1.735	1.740	1.760	1.730	379,70K	-0,29%
20/07/2023	1.740	1.750	1.765	1.735	388,00K	-0,29%
18/07/2023	1.745	1.745	1.775	1.740	413,30K	0,00%
17/07/2023	1.745	1.725	1.745	1.725	223,50K	0,58%
14/07/2023	1.735	1.725	1.735	1.710	193,80K	0,58%
13/07/2023	1.725	1.740	1.755	1.705	545,70K	-0,86%
12/07/2023	1.740	1.770	1.770	1.740	811,70K	-1,69%
11/07/2023	1.770	1.755	1.775	1.750	470,30K	0,00%
10/07/2023	1.770	1.780	1.810	1.760	1,18M	0,00%
07/07/2023	1.770	1.800	1.820	1.760	2,65M	-12,38%
06/07/2023	2.020	2.000	2.040	1.980	3,88M	1,00%
05/07/2023	2.000	1.960	2.020	1.960	4,03M	2,04%
04/07/2023	1.960	1.955	1.965	1.940	1,31M	1,03%
03/07/2023	1.940	1.950	1.955	1.925	1,30M	1,31%
27/06/2023	1.915	1.930	1.940	1.915	298,30K	-0,78%
26/06/2023	1.930	1.925	1.945	1.910	766,20K	0,26%
23/06/2023	1.925	1.900	2.010	1.900	2,47M	1,32%
22/06/2023	1.900	1.905	1.905	1.870	572,80K	-0,26%
21/06/2023	1.905	1.850	1.915	1.850	513,10K	2,97%
20/06/2023	1.850	1.860	1.875	1.840	363,00K	-0,54%
19/06/2023	1.860	1.820	1.885	1.820	616,20K	2,20%
16/06/2023	1.820	1.810	1.825	1.810	188,30K	0,28%
15/06/2023	1.815	1.835	1.835	1.810	132,70K	-0,55%
14/06/2023	1.825	1.820	1.830	1.815	78,40K	0,55%
13/06/2023	1.815	1.805	1.845	1.805	425,20K	0,55%
12/06/2023	1.805	1.780	1.810	1.780	599,90K	1,40%
09/06/2023	1.780	1.775	1.790	1.775	254,90K	0,28%
08/06/2023	1.775	1.790	1.790	1.775	173,30K	-0,84%
07/06/2023	1.790	1.775	1.795	1.775	87,80K	1,13%
06/06/2023	1.770	1.780	1.780	1.760	102,60K	-0,56%

05/06/2023	1.780	1.795	1.795	1.760	200,70K	-0,84%
31/05/2023	1.795	1.735	1.890	1.730	394,10K	3,46%
30/05/2023	1.735	1.725	1.740	1.725	29,50K	0,58%
29/05/2023	1.725	1.730	1.730	1.720	92,50K	0,00%
26/05/2023	1.725	1.735	1.740	1.720	122,80K	-0,58%
25/05/2023	1.735	1.735	1.740	1.725	69,90K	0,29%
24/05/2023	1.730	1.720	1.735	1.715	168,40K	0,29%
23/05/2023	1.725	1.715	1.725	1.715	35,70K	0,58%
22/05/2023	1.715	1.700	1.715	1.690	218,80K	0,29%
19/05/2023	1.710	1.720	1.720	1.700	185,90K	-0,58%
17/05/2023	1.720	1.730	1.730	1.715	131,90K	-0,58%
16/05/2023	1.730	1.730	1.730	1.720	126,70K	0,58%
15/05/2023	1.720	1.725	1.730	1.715	142,00K	0,00%
12/05/2023	1.720	1.720	1.720	1.710	92,70K	0,58%
11/05/2023	1.710	1.715	1.720	1.700	197,80K	0,00%
10/05/2023	1.710	1.720	1.725	1.705	386,20K	-0,58%
09/05/2023	1.720	1.705	1.730	1.705	163,20K	0,88%
08/05/2023	1.705	1.715	1.725	1.700	313,20K	-0,58%
05/05/2023	1.715	1.735	1.735	1.715	179,50K	-1,15%
04/05/2023	1.735	1.735	1.745	1.730	169,60K	0,00%
03/05/2023	1.735	1.730	1.740	1.715	136,90K	0,29%
02/05/2023	1.730	1.750	1.750	1.710	412,70K	-1,14%
28/04/2023	1.750	1.770	1.795	1.740	819,40K	-2,51%
27/04/2023	1.795	1.790	1.820	1.785	358,90K	0,28%
26/04/2023	1.790	1.750	1.795	1.750	317,50K	2,29%
18/04/2023	1.750	1.750	1.765	1.745	316,10K	0,00%
17/04/2023	1.750	1.765	1.770	1.750	152,00K	0,00%
14/04/2023	1.750	1.750	1.760	1.745	111,30K	0,00%
13/04/2023	1.750	1.755	1.755	1.740	544,40K	0,00%
12/04/2023	1.750	1.770	1.770	1.750	224,90K	-0,85%
11/04/2023	1.765	1.780	1.790	1.760	109,20K	0,28%
10/04/2023	1.760	1.790	1.790	1.755	375,50K	-1,68%
06/04/2023	1.790	1.795	1.795	1.770	253,00K	-0,28%
05/04/2023	1.795	1.800	1.810	1.795	125,20K	0,00%
04/04/2023	1.795	1.800	1.800	1.785	140,10K	-0,28%
03/04/2023	1.800	1.790	1.815	1.785	210,70K	0,56%
31/03/2023	1.790	1.805	1.810	1.780	816,60K	-0,83%
30/03/2023	1.805	1.825	1.830	1.800	334,40K	-1,10%
29/03/2023	1.825	1.830	1.830	1.800	246,50K	-0,27%
28/03/2023	1.830	1.835	1.835	1.800	294,50K	-0,27%
27/03/2023	1.835	1.845	1.845	1.830	167,10K	-0,54%
24/03/2023	1.845	1.825	1.850	1.815	217,30K	1,10%
21/03/2023	1.825	1.800	1.825	1.795	55,70K	1,39%
20/03/2023	1.800	1.805	1.815	1.780	77,50K	0,00%

17/03/2023	1.800	1.800	1.800	1.780	56,20K	1,69%
16/03/2023	1.770	1.790	1.790	1.755	122,40K	-1,12%
15/03/2023	1.790	1.810	1.810	1.720	283,80K	-1,10%
14/03/2023	1.810	1.880	1.880	1.790	488,30K	-3,98%
13/03/2023	1.885	1.895	1.895	1.875	72,00K	-0,26%
10/03/2023	1.890	1.890	1.895	1.885	67,10K	0,00%
09/03/2023	1.890	1.885	1.895	1.885	40,30K	0,27%
08/03/2023	1.885	1.885	1.890	1.880	49,70K	0,00%
07/03/2023	1.885	1.890	1.890	1.885	50,10K	-0,26%
06/03/2023	1.890	1.895	1.900	1.890	65,90K	-0,26%
03/03/2023	1.895	1.910	1.910	1.895	65,90K	0,00%
02/03/2023	1.895	1.890	1.900	1.890	98,30K	0,26%
01/03/2023	1.890	1.880	1.895	1.875	57,00K	0,53%
28/02/2023	1.880	1.870	1.890	1.865	104,50K	0,53%
27/02/2023	1.870	1.880	1.895	1.860	231,60K	-0,53%
24/02/2023	1.880	1.900	1.900	1.880	181,20K	-1,05%
23/02/2023	1.900	1.900	1.900	1.890	85,40K	0,26%
22/02/2023	1.895	1.910	1.915	1.895	44,90K	-0,79%
21/02/2023	1.910	1.900	1.910	1.895	160,40K	0,53%
20/02/2023	1.900	1.910	1.915	1.900	112,70K	-0,26%
17/02/2023	1.905	1.895	1.910	1.895	324,00K	0,79%
16/02/2023	1.890	1.900	1.900	1.880	224,90K	-0,26%
15/02/2023	1.895	1.900	1.905	1.895	308,40K	-0,26%
14/02/2023	1.900	1.890	1.900	1.885	50,30K	0,53%
13/02/2023	1.890	1.895	1.895	1.880	68,50K	-0,26%
10/02/2023	1.895	1.880	1.900	1.880	33,00K	0,00%
09/02/2023	1.895	1.890	1.900	1.880	23,90K	0,26%
08/02/2023	1.890	1.895	1.900	1.890	70,00K	-0,53%
07/02/2023	1.900	1.875	1.900	1.865	53,20K	1,33%
06/02/2023	1.875	1.895	1.895	1.870	102,20K	-1,06%
03/02/2023	1.895	1.900	1.900	1.890	86,80K	0,00%
02/02/2023	1.895	1.900	1.900	1.885	84,20K	-0,26%
01/02/2023	1.900	1.915	1.920	1.890	59,90K	-0,52%
31/01/2023	1.910	1.910	1.930	1.900	47,00K	0,00%
30/01/2023	1.910	1.900	1.920	1.885	130,60K	0,53%
27/01/2023	1.900	1.870	1.905	1.870	167,40K	1,33%
26/01/2023	1.875	1.845	1.880	1.840	98,10K	1,63%
25/01/2023	1.845	1.850	1.850	1.835	47,00K	0,82%
24/01/2023	1.830	1.820	1.850	1.815	129,30K	0,83%
20/01/2023	1.815	1.815	1.825	1.810	88,00K	0,28%
19/01/2023	1.810	1.820	1.825	1.810	99,80K	-0,55%
18/01/2023	1.820	1.835	1.840	1.800	158,00K	-0,55%
17/01/2023	1.830	1.825	1.835	1.815	89,80K	0,27%
16/01/2023	1.825	1.835	1.840	1.825	35,50K	-0,54%

13/01/2023	1.835	1.840	1.845	1.820	43,70K	0,00%
12/01/2023	1.835	1.820	1.850	1.820	242,10K	0,00%
11/01/2023	1.835	1.835	1.840	1.820	29,70K	0,00%
10/01/2023	1.835	1.840	1.850	1.830	88,70K	0,27%
09/01/2023	1.830	1.830	1.845	1.810	85,10K	0,27%
06/01/2023	1.825	1.800	1.835	1.780	104,80K	1,11%
05/01/2023	1.805	1.900	1.900	1.800	514,70K	-5,00%
04/01/2023	1.900	1.915	1.915	1.900	83,00K	-0,78%
03/01/2023	1.915	1.920	1.920	1.905	35,40K	-0,26%
02/01/2023	1.920	1.925	1.950	1.900	145,00K	0,00%
30/12/2022	1.920	1.910	1.940	1.895	144,60K	0,52%
29/12/2022	1.910	1.945	1.945	1.880	385,70K	-1,80%
28/12/2022	1.945	1.950	1.950	1.930	73,00K	-0,26%
27/12/2022	1.950	1.960	1.965	1.945	42,60K	-0,51%
26/12/2022	1.960	1.965	1.965	1.940	50,00K	0,00%
23/12/2022	1.960	1.965	1.965	1.945	81,90K	-0,25%
22/12/2022	1.965	1.965	1.975	1.965	16,60K	0,00%
21/12/2022	1.965	1.975	1.975	1.955	31,60K	-0,25%
20/12/2022	1.970	1.980	1.980	1.950	119,10K	-0,25%
19/12/2022	1.975	1.960	1.975	1.920	87,60K	0,77%
16/12/2022	1.960	1.970	1.975	1.950	51,70K	-0,25%
15/12/2022	1.965	1.960	1.970	1.945	78,30K	0,00%
14/12/2022	1.965	1.960	1.965	1.950	73,10K	0,51%
13/12/2022	1.955	1.955	1.980	1.950	99,70K	0,00%
12/12/2022	1.955	1.925	1.955	1.910	137,20K	0,26%
09/12/2022	1.950	1.940	1.955	1.925	396,20K	1,56%
08/12/2022	1.920	1.940	1.945	1.915	116,50K	-1,03%
07/12/2022	1.940	1.940	1.940	1.910	235,40K	0,00%
06/12/2022	1.940	1.955	1.955	1.920	359,70K	-0,77%
05/12/2022	1.955	1.965	1.980	1.955	153,20K	-0,26%
02/12/2022	1.960	1.970	1.970	1.955	88,30K	-0,25%
01/12/2022	1.965	1.975	1.985	1.960	111,50K	0,00%
30/11/2022	1.965	1.965	1.975	1.955	106,80K	0,26%
29/11/2022	1.960	1.970	1.970	1.960	166,40K	-0,51%
28/11/2022	1.970	1.980	1.985	1.960	150,90K	0,00%
25/11/2022	1.970	1.970	2.000	1.965	122,60K	-0,25%
24/11/2022	1.975	1.990	1.990	1.965	132,40K	-0,50%
23/11/2022	1.985	1.980	1.995	1.960	150,30K	0,76%
22/11/2022	1.970	1.960	1.975	1.950	116,20K	0,51%
21/11/2022	1.960	1.965	1.975	1.955	136,80K	-0,25%
18/11/2022	1.965	1.970	1.985	1.965	170,50K	0,00%
17/11/2022	1.965	1.970	1.990	1.965	163,00K	-0,25%
16/11/2022	1.970	1.975	1.980	1.965	110,30K	0,00%
15/11/2022	1.970	1.975	1.980	1.965	114,20K	0,00%

14/11/2022	1.970	1.970	2.000	1.955	235,90K	-0,25%
11/11/2022	1.975	1.960	1.995	1.955	87,90K	0,77%
10/11/2022	1.960	1.995	1.995	1.950	184,80K	-1,75%
09/11/2022	1.995	2.000	2.020	1.985	171,80K	-0,25%
08/11/2022	2.000	1.980	2.030	1.975	258,20K	0,00%
07/11/2022	2.000	2.020	2.040	1.920	457,30K	-0,99%
04/11/2022	2.020	2.060	2.060	2.000	146,20K	-1,94%
03/11/2022	2.060	2.020	2.070	2.000	181,40K	0,98%
02/11/2022	2.040	2.130	2.150	2.010	470,80K	-1,92%
01/11/2022	2.080	2.130	2.160	2.050	527,20K	-0,48%
31/10/2022	2.090	2.030	2.100	2.000	648,40K	2,96%
28/10/2022	2.030	2.000	2.190	1.960	1,34M	-0,98%
27/10/2022	2.050	2.000	2.050	1.990	411,20K	3,02%
26/10/2022	1.990	1.875	2.090	1.850	1,09M	3,92%
25/10/2022	1.915	1.870	1.940	1.850	405,90K	0,26%
24/10/2022	1.910	1.865	1.920	1.865	595,30K	2,41%
21/10/2022	1.865	1.850	1.910	1.850	481,30K	-0,53%
20/10/2022	1.875	1.820	1.920	1.820	941,60K	3,02%
19/10/2022	1.820	1.810	1.825	1.805	538,60K	0,83%
18/10/2022	1.805	1.800	1.835	1.800	183,50K	0,28%
17/10/2022	1.800	1.845	1.850	1.800	464,60K	-2,44%
14/10/2022	1.845	1.780	1.860	1.780	555,20K	2,22%
13/10/2022	1.805	1.800	1.820	1.795	302,70K	0,28%
12/10/2022	1.800	1.810	1.815	1.775	426,70K	-0,55%
11/10/2022	1.810	1.850	1.850	1.800	637,30K	-2,43%
10/10/2022	1.855	1.850	1.865	1.805	279,60K	-0,54%
07/10/2022	1.865	1.850	1.900	1.825	613,00K	1,36%
06/10/2022	1.840	1.825	1.845	1.790	473,10K	1,10%
05/10/2022	1.820	1.745	1.845	1.745	315,80K	1,68%
04/10/2022	1.790	1.755	1.815	1.730	470,70K	1,99%
03/10/2022	1.755	1.730	1.775	1.730	559,80K	3,54%
30/09/2022	1.695	1.680	1.710	1.565	821,00K	0,89%
29/09/2022	1.680	1.775	1.775	1.650	707,00K	-4,82%
28/09/2022	1.765	1.780	1.785	1.745	413,40K	-0,28%
27/09/2022	1.770	1.755	1.785	1.750	206,00K	0,85%
26/09/2022	1.755	1.860	1.860	1.740	710,50K	-5,65%
23/09/2022	1.860	1.795	1.880	1.770	346,40K	3,62%
22/09/2022	1.795	1.850	1.855	1.795	533,60K	-2,97%
21/09/2022	1.850	1.815	1.870	1.795	285,70K	2,49%
20/09/2022	1.805	1.935	1.950	1.795	1,08M	-5,99%
19/09/2022	1.920	1.740	1.950	1.740	1,84M	10,34%
16/09/2022	1.740	1.780	1.795	1.740	543,90K	-2,25%
15/09/2022	1.780	1.720	1.790	1.715	976,70K	4,09%
14/09/2022	1.710	1.685	1.710	1.670	387,10K	1,48%

13/09/2022	1.685	1.675	1.710	1.655	278,70K	0,90%
12/09/2022	1.670	1.645	1.690	1.640	494,60K	1,21%
09/09/2022	1.650	1.695	1.710	1.650	513,50K	-2,65%
08/09/2022	1.695	1.700	1.715	1.665	152,10K	-1,17%
07/09/2022	1.715	1.675	1.720	1.675	364,10K	2,39%
06/09/2022	1.675	1.675	1.705	1.665	449,60K	0,00%
05/09/2022	1.675	1.705	1.705	1.650	382,70K	-2,33%
02/09/2022	1.715	1.730	1.750	1.710	825,30K	-0,87%
01/09/2022	1.730	1.705	1.755	1.705	918,40K	1,47%
31/08/2022	1.705	1.650	1.755	1.650	2,39M	3,33%
30/08/2022	1.650	1.630	1.650	1.625	682,00K	1,23%
29/08/2022	1.630	1.615	1.630	1.605	367,40K	0,93%
26/08/2022	1.615	1.610	1.620	1.580	725,20K	0,31%
25/08/2022	1.610	1.580	1.630	1.575	956,30K	2,22%
24/08/2022	1.575	1.585	1.590	1.555	92,70K	-0,32%
23/08/2022	1.580	1.585	1.590	1.560	721,30K	0,32%
22/08/2022	1.575	1.570	1.580	1.550	234,00K	0,32%
19/08/2022	1.570	1.550	1.570	1.540	518,70K	0,64%
18/08/2022	1.560	1.550	1.570	1.550	222,00K	0,65%
16/08/2022	1.550	1.565	1.575	1.550	194,20K	-0,96%
15/08/2022	1.565	1.550	1.580	1.550	487,40K	0,97%
12/08/2022	1.550	1.550	1.555	1.540	321,50K	0,00%
11/08/2022	1.550	1.560	1.565	1.545	209,60K	-0,64%
10/08/2022	1.560	1.545	1.565	1.535	357,50K	0,97%
09/08/2022	1.545	1.570	1.570	1.540	668,80K	-1,59%
08/08/2022	1.570	1.570	1.575	1.545	290,80K	0,00%
05/08/2022	1.570	1.570	1.590	1.570	361,70K	0,00%
04/08/2022	1.570	1.565	1.580	1.565	573,00K	0,64%
03/08/2022	1.560	1.545	1.560	1.540	672,30K	0,97%
02/08/2022	1.545	1.555	1.560	1.535	479,50K	-0,64%
01/08/2022	1.555	1.530	1.560	1.525	1,30M	1,97%
29/07/2022	1.525	1.500	1.540	1.500	1,62M	3,04%
28/07/2022	1.480	1.480	1.510	1.475	1,08M	0,00%
27/07/2022	1.480	1.450	1.500	1.445	1,43M	2,07%
26/07/2022	1.450	1.465	1.480	1.440	1,13M	-1,36%
25/07/2022	1.470	1.490	1.490	1.420	1,78M	-3,29%
22/07/2022	1.520	1.600	1.600	1.520	447,70K	-6,75%
21/07/2022	1.630	1.630	1.630	1.620	2,94M	0,62%
20/07/2022	1.620	1.610	1.630	1.605	2,09M	0,93%
19/07/2022	1.605	1.600	1.620	1.590	2,13M	0,31%
18/07/2022	1.600	1.650	1.650	1.600	2,04M	0,00%
15/07/2022	1.600	1.570	1.650	1.570	2,86M	2,56%
14/07/2022	1.560	1.580	1.600	1.545	1,02M	-0,64%
13/07/2022	1.570	1.540	1.650	1.510	3,14M	4,67%

12/07/2022	1.500	1.540	1.550	1.495	690,50K	-2,28%
11/07/2022	1.535	1.515	1.575	1.505	349,50K	1,32%
08/07/2022	1.515	1.500	1.520	1.480	488,50K	1,34%
07/07/2022	1.495	1.480	1.495	1.460	106,30K	1,01%
06/07/2022	1.480	1.450	1.495	1.450	113,70K	0,00%
05/07/2022	1.480	1.450	1.485	1.445	305,70K	1,72%
04/07/2022	1.455	1.470	1.490	1.435	231,70K	-0,68%
01/07/2022	1.465	1.500	1.500	1.455	263,40K	-2,33%
30/06/2022	1.500	1.500	1.500	1.495	71,20K	0,00%
29/06/2022	1.500	1.515	1.515	1.495	156,60K	-0,99%
28/06/2022	1.515	1.555	1.555	1.510	125,30K	0,33%
27/06/2022	1.510	1.500	1.515	1.490	169,40K	0,67%
24/06/2022	1.500	1.490	1.520	1.475	230,00K	0,67%
23/06/2022	1.490	1.505	1.505	1.480	101,10K	-0,67%
22/06/2022	1.500	1.525	1.525	1.485	189,00K	0,00%
21/06/2022	1.500	1.515	1.515	1.475	104,40K	0,67%
20/06/2022	1.490	1.520	1.520	1.470	161,70K	0,34%
17/06/2022	1.485	1.495	1.525	1.465	358,80K	-2,30%
16/06/2022	1.520	1.520	1.520	1.495	273,80K	1,67%
15/06/2022	1.495	1.545	1.545	1.465	389,80K	-0,33%
14/06/2022	1.500	1.525	1.525	1.475	377,20K	-1,64%
13/06/2022	1.525	1.600	1.610	1.490	1,57M	-4,69%
10/06/2022	1.600	1.550	1.635	1.550	1,86M	2,56%
09/06/2022	1.560	1.550	1.595	1.525	1,13M	2,63%
08/06/2022	1.520	1.520	1.530	1.480	661,90K	0,66%
07/06/2022	1.510	1.500	1.510	1.480	465,70K	2,72%
06/06/2022	1.470	1.440	1.490	1.435	356,10K	2,44%
03/06/2022	1.435	1.475	1.490	1.435	696,30K	-0,69%
02/06/2022	1.445	1.475	1.475	1.425	526,20K	0,70%
31/05/2022	1.435	1.475	1.475	1.405	295,60K	0,00%
30/05/2022	1.435	1.400	1.475	1.400	218,80K	2,14%
27/05/2022	1.405	1.400	1.420	1.385	193,20K	1,08%
25/05/2022	1.390	1.400	1.400	1.385	97,50K	0,36%
24/05/2022	1.385	1.395	1.395	1.380	109,00K	-0,72%
23/05/2022	1.395	1.400	1.400	1.380	126,70K	0,72%
20/05/2022	1.385	1.380	1.400	1.380	318,00K	0,36%
19/05/2022	1.380	1.400	1.405	1.375	445,90K	-1,43%
18/05/2022	1.400	1.395	1.410	1.390	207,90K	0,36%
17/05/2022	1.395	1.395	1.430	1.395	311,70K	0,00%
13/05/2022	1.395	1.390	1.400	1.385	75,70K	0,36%
12/05/2022	1.390	1.415	1.425	1.390	145,90K	-1,77%
11/05/2022	1.415	1.400	1.440	1.380	115,20K	0,35%
10/05/2022	1.410	1.430	1.430	1.355	286,10K	-1,74%
09/05/2022	1.435	1.490	1.500	1.430	505,70K	-2,71%

28/04/2022	1.475	1.440	1.510	1.435	669,20K	2,79%
27/04/2022	1.435	1.400	1.440	1.385	722,60K	2,50%
26/04/2022	1.400	1.395	1.400	1.385	201,20K	0,36%
25/04/2022	1.395	1.390	1.400	1.365	282,20K	0,36%
22/04/2022	1.390	1.385	1.400	1.385	104,30K	0,00%
21/04/2022	1.390	1.400	1.400	1.385	168,30K	0,00%
20/04/2022	1.390	1.390	1.410	1.375	334,70K	1,09%
19/04/2022	1.375	1.370	1.380	1.365	207,90K	0,73%
18/04/2022	1.365	1.360	1.375	1.355	77,80K	0,37%
14/04/2022	1.360	1.355	1.360	1.345	106,70K	0,00%
13/04/2022	1.360	1.340	1.390	1.330	143,50K	1,49%
12/04/2022	1.340	1.355	1.355	1.335	155,40K	-1,11%
11/04/2022	1.355	1.355	1.370	1.340	132,30K	-0,37%
08/04/2022	1.360	1.375	1.375	1.350	92,00K	-0,37%
07/04/2022	1.365	1.375	1.375	1.360	86,60K	0,00%
06/04/2022	1.365	1.375	1.380	1.355	88,40K	-0,73%
05/04/2022	1.375	1.360	1.375	1.360	38,40K	1,10%
04/04/2022	1.360	1.360	1.385	1.350	274,70K	0,00%
01/04/2022	1.360	1.365	1.370	1.350	207,10K	-0,37%
31/03/2022	1.365	1.355	1.365	1.350	224,00K	0,74%
30/03/2022	1.355	1.335	1.360	1.335	179,60K	1,50%
29/03/2022	1.335	1.330	1.340	1.330	152,30K	0,38%
28/03/2022	1.330	1.330	1.340	1.320	198,80K	0,00%
25/03/2022	1.330	1.310	1.335	1.310	74,80K	0,00%
24/03/2022	1.330	1.330	1.340	1.315	153,10K	0,00%
23/03/2022	1.330	1.330	1.335	1.315	130,30K	0,00%
22/03/2022	1.330	1.315	1.340	1.305	103,10K	1,53%
21/03/2022	1.310	1.305	1.345	1.305	366,10K	0,38%
18/03/2022	1.305	1.325	1.330	1.295	215,90K	-1,51%
17/03/2022	1.325	1.260	1.325	1.260	725,90K	5,16%
16/03/2022	1.260	1.260	1.260	1.245	95,40K	0,00%
15/03/2022	1.260	1.250	1.265	1.250	128,70K	0,00%
14/03/2022	1.260	1.250	1.260	1.245	145,30K	0,80%
11/03/2022	1.250	1.250	1.250	1.250	67,80K	-0,40%
10/03/2022	1.255	1.245	1.260	1.240	124,50K	0,00%
09/03/2022	1.255	1.245	1.255	1.245	59,30K	0,80%
08/03/2022	1.245	1.250	1.265	1.240	167,20K	0,00%
07/03/2022	1.245	1.250	1.265	1.240	427,20K	-0,40%
04/03/2022	1.250	1.255	1.260	1.235	272,90K	-0,40%
02/03/2022	1.255	1.280	1.280	1.245	175,00K	0,40%
01/03/2022	1.250	1.255	1.270	1.240	1,18M	-0,40%
25/02/2022	1.255	1.250	1.265	1.250	249,10K	0,40%
24/02/2022	1.250	1.275	1.280	1.245	297,90K	-1,57%
23/02/2022	1.270	1.270	1.290	1.260	150,10K	0,00%

22/02/2022	1.270	1.265	1.290	1.255	239,80K	0,79%
21/02/2022	1.260	1.265	1.270	1.260	33,40K	0,00%
18/02/2022	1.260	1.265	1.270	1.250	78,60K	-0,40%
17/02/2022	1.265	1.245	1.265	1.245	92,10K	0,80%
16/02/2022	1.255	1.255	1.260	1.245	126,50K	0,40%
15/02/2022	1.250	1.255	1.265	1.240	539,10K	0,00%
14/02/2022	1.250	1.250	1.260	1.245	75,20K	0,00%
11/02/2022	1.250	1.260	1.260	1.250	62,60K	-0,79%
10/02/2022	1.260	1.255	1.265	1.250	277,90K	0,40%
09/02/2022	1.255	1.250	1.265	1.250	192,60K	0,40%
08/02/2022	1.250	1.265	1.265	1.245	445,00K	-0,40%
07/02/2022	1.255	1.270	1.275	1.245	349,70K	-1,18%
04/02/2022	1.270	1.270	1.270	1.265	38,80K	0,00%
03/02/2022	1.270	1.275	1.285	1.270	149,30K	-0,39%
02/02/2022	1.275	1.265	1.275	1.260	52,70K	0,79%
31/01/2022	1.265	1.280	1.280	1.250	17,40K	0,80%
28/01/2022	1.255	1.270	1.270	1.250	92,30K	-1,18%
27/01/2022	1.270	1.255	1.270	1.250	357,20K	1,20%
26/01/2022	1.255	1.255	1.270	1.255	163,70K	0,00%
25/01/2022	1.255	1.265	1.270	1.250	433,80K	-1,18%
24/01/2022	1.270	1.265	1.275	1.260	72,20K	0,79%
21/01/2022	1.260	1.245	1.260	1.245	54,50K	0,80%
20/01/2022	1.250	1.240	1.260	1.235	92,80K	0,81%
19/01/2022	1.240	1.245	1.260	1.240	126,90K	-0,40%
18/01/2022	1.245	1.250	1.280	1.240	232,70K	-0,40%
17/01/2022	1.250	1.255	1.270	1.250	63,20K	-0,40%
14/01/2022	1.255	1.260	1.270	1.255	163,10K	-0,40%
13/01/2022	1.260	1.255	1.280	1.255	58,70K	0,00%
12/01/2022	1.260	1.265	1.285	1.260	143,30K	-0,40%
11/01/2022	1.265	1.270	1.295	1.265	213,80K	-0,39%
10/01/2022	1.270	1.265	1.290	1.265	233,60K	0,40%
07/01/2022	1.265	1.270	1.295	1.265	161,30K	-0,39%
06/01/2022	1.270	1.275	1.280	1.270	34,80K	-0,39%
05/01/2022	1.275	1.275	1.285	1.270	183,50K	-0,39%
04/01/2022	1.280	1.275	1.315	1.275	337,30K	0,39%
03/01/2022	1.275	1.275	1.295	1.270	343,80K	0,00%
30/12/2021	1.275	1.280	1.300	1.275	167,80K	0,00%
29/12/2021	1.275	1.270	1.290	1.270	120,50K	1,59%
28/12/2021	1.255	1.305	1.305	1.250	2,12M	-3,46%
27/12/2021	1.300	1.320	1.370	1.300	746,60K	-1,14%
24/12/2021	1.315	1.315	1.325	1.310	52,20K	0,38%
23/12/2021	1.310	1.315	1.325	1.305	68,80K	-0,38%
22/12/2021	1.315	1.320	1.330	1.310	33,50K	-0,38%
21/12/2021	1.320	1.325	1.340	1.320	91,50K	-0,38%

20/12/2021	1.325	1.335	1.335	1.320	28,70K	-0,75%
17/12/2021	1.335	1.320	1.340	1.320	36,00K	-0,37%
16/12/2021	1.340	1.335	1.345	1.325	91,20K	0,37%
15/12/2021	1.335	1.320	1.335	1.320	27,60K	1,14%
14/12/2021	1.320	1.335	1.340	1.320	148,10K	-1,12%
13/12/2021	1.335	1.375	1.375	1.335	139,90K	-0,37%
10/12/2021	1.340	1.410	1.410	1.280	625,10K	-2,19%
09/12/2021	1.370	1.390	1.390	1.350	317,70K	0,37%
08/12/2021	1.365	1.400	1.400	1.355	45,80K	0,37%
07/12/2021	1.360	1.385	1.385	1.355	224,70K	0,00%
06/12/2021	1.360	1.380	1.380	1.360	21,00K	0,00%
03/12/2021	1.360	1.365	1.375	1.345	273,60K	-1,09%
02/12/2021	1.375	1.385	1.385	1.325	170,30K	-0,72%
01/12/2021	1.385	1.345	1.385	1.340	55,30K	2,59%
30/11/2021	1.350	1.370	1.385	1.345	99,40K	-1,46%
29/11/2021	1.370	1.355	1.385	1.335	109,10K	1,11%
26/11/2021	1.355	1.395	1.415	1.355	356,10K	-3,21%
25/11/2021	1.400	1.400	1.410	1.395	610,60K	0,00%
24/11/2021	1.400	1.395	1.400	1.380	166,20K	0,36%
23/11/2021	1.395	1.390	1.410	1.380	90,00K	-1,06%
22/11/2021	1.410	1.385	1.430	1.385	95,30K	-0,35%
19/11/2021	1.415	1.390	1.445	1.390	73,90K	-0,70%
18/11/2021	1.425	1.375	1.430	1.375	210,20K	1,79%
17/11/2021	1.400	1.420	1.470	1.400	226,40K	-1,41%
16/11/2021	1.420	1.410	1.455	1.410	78,80K	-1,39%
15/11/2021	1.440	1.425	1.470	1.390	642,50K	3,60%
12/11/2021	1.390	1.385	1.440	1.385	137,80K	0,36%
11/11/2021	1.385	1.395	1.400	1.370	25,00K	-0,72%
10/11/2021	1.395	1.355	1.400	1.355	114,70K	0,00%
09/11/2021	1.395	1.345	1.410	1.345	431,20K	1,82%
08/11/2021	1.370	1.335	1.410	1.335	433,70K	0,37%
05/11/2021	1.365	1.350	1.365	1.350	514,30K	0,74%
04/11/2021	1.355	1.320	1.365	1.320	57,30K	-0,37%
03/11/2021	1.360	1.350	1.375	1.350	130,40K	-1,09%
02/11/2021	1.375	1.335	1.385	1.335	85,20K	0,00%
01/11/2021	1.375	1.320	1.395	1.320	590,30K	1,48%
29/10/2021	1.355	1.320	1.385	1.320	106,30K	0,74%
28/10/2021	1.345	1.350	1.355	1.325	179,40K	-0,74%
27/10/2021	1.355	1.360	1.395	1.350	69,20K	-1,45%
26/10/2021	1.375	1.370	1.410	1.360	260,90K	-2,48%
25/10/2021	1.410	1.300	1.410	1.300	364,90K	5,22%
22/10/2021	1.340	1.335	1.350	1.335	176,00K	0,75%
21/10/2021	1.330	1.320	1.355	1.320	73,60K	0,76%
19/10/2021	1.320	1.315	1.350	1.315	42,90K	-0,75%

18/10/2021	1.330	1.305	1.355	1.305	203,70K	0,76%
15/10/2021	1.320	1.325	1.350	1.320	67,00K	0,00%
14/10/2021	1.320	1.330	1.330	1.300	182,90K	-0,75%
13/10/2021	1.330	1.325	1.340	1.310	110,00K	0,76%
12/10/2021	1.320	1.310	1.335	1.310	64,50K	1,15%
11/10/2021	1.305	1.310	1.350	1.305	66,10K	0,38%
08/10/2021	1.300	1.320	1.325	1.300	312,50K	-0,76%
07/10/2021	1.310	1.340	1.340	1.300	75,10K	-0,76%
06/10/2021	1.320	1.350	1.350	1.295	242,80K	1,15%
05/10/2021	1.305	1.315	1.325	1.300	1,03M	-0,76%
04/10/2021	1.315	1.295	1.325	1.295	303,20K	2,73%
01/10/2021	1.280	1.290	1.300	1.275	145,60K	0,00%
30/09/2021	1.280	1.290	1.295	1.280	152,60K	-0,78%
29/09/2021	1.290	1.300	1.300	1.275	68,30K	0,00%
28/09/2021	1.290	1.270	1.300	1.270	316,20K	0,78%
27/09/2021	1.280	1.295	1.295	1.275	36,20K	-0,39%
24/09/2021	1.285	1.285	1.290	1.275	267,90K	0,00%
23/09/2021	1.285	1.300	1.300	1.285	129,80K	-0,39%
22/09/2021	1.290	1.290	1.290	1.275	114,80K	0,39%
21/09/2021	1.285	1.270	1.290	1.250	97,50K	0,00%
20/09/2021	1.285	1.300	1.300	1.270	152,30K	0,00%
17/09/2021	1.285	1.310	1.310	1.275	81,80K	-0,77%
16/09/2021	1.295	1.305	1.310	1.280	112,50K	-0,38%
15/09/2021	1.300	1.300	1.310	1.275	94,40K	0,00%
14/09/2021	1.300	1.300	1.305	1.275	200,80K	1,17%
13/09/2021	1.285	1.300	1.305	1.275	197,70K	-0,77%
10/09/2021	1.295	1.285	1.300	1.275	307,40K	1,17%
09/09/2021	1.280	1.240	1.280	1.240	197,70K	1,19%
08/09/2021	1.265	1.280	1.290	1.260	469,70K	-1,17%
07/09/2021	1.280	1.305	1.310	1.270	338,00K	-0,78%
06/09/2021	1.290	1.300	1.330	1.275	119,50K	-0,39%
03/09/2021	1.295	1.330	1.330	1.285	105,80K	0,00%
02/09/2021	1.295	1.295	1.295	1.280	227,10K	0,00%
01/09/2021	1.295	1.345	1.345	1.290	111,70K	-1,15%
31/08/2021	1.310	1.320	1.340	1.300	142,00K	0,38%
30/08/2021	1.305	1.270	1.325	1.265	324,90K	2,76%
27/08/2021	1.270	1.295	1.295	1.255	217,60K	-0,78%
26/08/2021	1.280	1.280	1.290	1.270	115,80K	0,00%
25/08/2021	1.280	1.265	1.295	1.255	53,20K	1,19%
24/08/2021	1.265	1.325	1.325	1.265	123,20K	-2,32%
23/08/2021	1.295	1.250	1.315	1.245	570,60K	4,02%
20/08/2021	1.245	1.230	1.265	1.225	112,20K	1,22%
19/08/2021	1.230	1.250	1.250	1.225	194,00K	-1,60%
18/08/2021	1.250	1.250	1.300	1.240	180,50K	0,00%

16/08/2021	1.250	1.280	1.280	1.200	445,90K	-2,34%
13/08/2021	1.280	1.330	1.365	1.280	749,70K	-6,91%
12/08/2021	1.375	1.405	1.410	1.375	119,80K	-6,78%
10/08/2021	1.475	1.460	1.475	1.440	1,10M	1,03%
09/08/2021	1.460	1.510	1.520	1.450	1,11M	-2,99%
06/08/2021	1.505	1.510	1.525	1.480	520,40K	0,00%
05/08/2021	1.505	1.490	1.505	1.485	1,01M	2,38%
04/08/2021	1.470	1.510	1.510	1.450	333,20K	-1,67%
03/08/2021	1.495	1.450	1.500	1.445	556,10K	3,46%
02/08/2021	1.445	1.460	1.460	1.415	246,20K	1,76%
30/07/2021	1.420	1.450	1.455	1.420	98,90K	-1,39%
29/07/2021	1.440	1.465	1.465	1.415	377,10K	1,05%
28/07/2021	1.425	1.480	1.480	1.425	130,30K	-1,04%
27/07/2021	1.440	1.425	1.460	1.425	266,00K	1,41%
26/07/2021	1.420	1.460	1.460	1.415	117,20K	-1,39%
23/07/2021	1.440	1.425	1.450	1.370	233,10K	1,05%
22/07/2021	1.425	1.445	1.450	1.405	146,00K	1,42%
21/07/2021	1.405	1.440	1.450	1.405	50,60K	0,36%
19/07/2021	1.400	1.400	1.465	1.400	100,40K	0,00%
16/07/2021	1.400	1.360	1.425	1.360	324,40K	2,94%
15/07/2021	1.360	1.350	1.385	1.340	152,00K	0,74%
14/07/2021	1.350	1.400	1.400	1.335	203,90K	-3,57%
13/07/2021	1.400	1.415	1.430	1.395	79,10K	0,36%
12/07/2021	1.395	1.420	1.420	1.380	294,70K	-0,36%
09/07/2021	1.400	1.470	1.470	1.380	605,10K	-2,10%
08/07/2021	1.430	1.480	1.480	1.430	285,10K	-3,38%
07/07/2021	1.480	1.500	1.500	1.460	31,70K	-1,66%
06/07/2021	1.505	1.515	1.545	1.485	704,70K	-0,33%
05/07/2021	1.510	1.575	1.575	1.500	333,40K	-1,31%
02/07/2021	1.530	1.530	1.530	1.500	313,10K	1,32%
01/07/2021	1.510	1.495	1.525	1.460	421,50K	1,00%
30/06/2021	1.495	1.450	1.510	1.420	599,60K	3,82%
29/06/2021	1.440	1.470	1.470	1.420	548,70K	-0,69%
28/06/2021	1.450	1.500	1.500	1.410	480,20K	-3,33%
25/06/2021	1.500	1.550	1.550	1.495	469,80K	-0,33%
24/06/2021	1.505	1.490	1.505	1.435	777,00K	3,08%
23/06/2021	1.460	1.490	1.490	1.450	639,80K	0,69%
22/06/2021	1.450	1.480	1.520	1.405	906,10K	0,69%
21/06/2021	1.440	1.450	1.455	1.350	857,80K	-0,69%
18/06/2021	1.450	1.490	1.490	1.350	1,37M	0,00%
17/06/2021	1.450	1.410	1.470	1.410	1,15M	2,84%
16/06/2021	1.410	1.355	1.440	1.330	1,36M	4,44%
15/06/2021	1.350	1.320	1.350	1.290	1,21M	3,85%
14/06/2021	1.300	1.250	1.320	1.225	703,50K	4,42%

11/06/2021	1.245	1.220	1.245	1.215	98,20K	2,05%
10/06/2021	1.220	1.250	1.250	1.200	336,20K	-0,41%
09/06/2021	1.225	1.240	1.240	1.220	33,60K	0,41%
08/06/2021	1.220	1.220	1.225	1.215	154,20K	0,00%
07/06/2021	1.220	1.220	1.230	1.200	312,30K	0,41%
04/06/2021	1.215	1.225	1.225	1.205	233,70K	0,00%
03/06/2021	1.215	1.240	1.240	1.210	271,00K	0,00%
02/06/2021	1.215	1.230	1.235	1.195	71,30K	1,67%
31/05/2021	1.195	1.225	1.225	1.185	203,00K	-0,83%
28/05/2021	1.205	1.200	1.225	1.190	316,90K	1,26%
27/05/2021	1.190	1.185	1.190	1.180	63,40K	0,85%
25/05/2021	1.180	1.170	1.185	1.165	199,90K	0,00%
24/05/2021	1.180	1.190	1.190	1.150	485,80K	0,00%
21/05/2021	1.180	1.200	1.200	1.175	60,60K	0,43%
20/05/2021	1.175	1.210	1.210	1.170	203,80K	0,00%
19/05/2021	1.175	1.170	1.185	1.170	632,20K	-0,42%
18/05/2021	1.180	1.175	1.185	1.165	277,00K	0,43%
17/05/2021	1.175	1.175	1.185	1.160	349,20K	0,00%
11/05/2021	1.175	1.180	1.180	1.160	160,70K	-0,42%
10/05/2021	1.180	1.170	1.185	1.165	195,50K	1,72%
07/05/2021	1.160	1.165	1.170	1.155	82,00K	-0,85%
06/05/2021	1.170	1.175	1.175	1.150	171,20K	0,86%
05/05/2021	1.160	1.175	1.185	1.160	180,80K	-1,28%
04/05/2021	1.175	1.170	1.200	1.155	97,90K	0,43%
03/05/2021	1.170	1.175	1.175	1.150	266,10K	-0,43%
30/04/2021	1.175	1.180	1.180	1.170	157,50K	-0,42%
29/04/2021	1.180	1.190	1.190	1.170	193,90K	-1,26%
28/04/2021	1.195	1.200	1.200	1.180	134,60K	1,27%
27/04/2021	1.180	1.210	1.215	1.165	230,40K	-0,84%
26/04/2021	1.190	1.155	1.220	1.155	515,70K	2,15%
23/04/2021	1.165	1.155	1.165	1.155	122,70K	0,00%
22/04/2021	1.165	1.165	1.175	1.160	22,60K	0,00%
21/04/2021	1.165	1.155	1.175	1.150	206,70K	0,00%
20/04/2021	1.165	1.160	1.170	1.155	92,60K	0,43%
19/04/2021	1.160	1.195	1.195	1.155	78,20K	-0,43%
16/04/2021	1.165	1.170	1.175	1.150	224,70K	-0,43%
15/04/2021	1.170	1.170	1.180	1.160	56,70K	1,30%
14/04/2021	1.155	1.185	1.185	1.155	139,30K	0,00%
13/04/2021	1.155	1.170	1.170	1.150	154,50K	-1,28%
12/04/2021	1.170	1.210	1.210	1.160	187,40K	-2,50%
09/04/2021	1.200	1.210	1.210	1.195	57,90K	0,84%
08/04/2021	1.190	1.180	1.200	1.170	173,90K	0,85%
07/04/2021	1.180	1.200	1.200	1.170	179,10K	0,00%
06/04/2021	1.180	1.190	1.190	1.165	53,90K	1,72%

05/04/2021	1.160	1.165	1.180	1.155	126,10K	-0,43%
01/04/2021	1.165	1.180	1.185	1.160	216,40K	-0,85%
31/03/2021	1.175	1.210	1.210	1.160	344,10K	-2,89%
30/03/2021	1.210	1.225	1.235	1.180	226,00K	-0,41%
29/03/2021	1.215	1.270	1.270	1.200	299,60K	-1,62%
26/03/2021	1.235	1.255	1.270	1.210	133,50K	1,23%
25/03/2021	1.220	1.275	1.275	1.200	337,90K	-1,61%
24/03/2021	1.240	1.310	1.310	1.235	384,50K	-2,75%
23/03/2021	1.275	1.325	1.325	1.275	393,20K	-2,67%
22/03/2021	1.310	1.320	1.325	1.300	612,60K	0,77%
19/03/2021	1.300	1.250	1.320	1.250	1,03M	0,78%
18/03/2021	1.290	1.265	1.400	1.240	1,85M	4,03%
17/03/2021	1.240	1.250	1.255	1.230	65,00K	-0,80%
16/03/2021	1.250	1.255	1.275	1.230	123,00K	0,81%
15/03/2021	1.240	1.265	1.265	1.225	106,30K	0,81%
12/03/2021	1.230	1.220	1.250	1.215	160,20K	0,82%
10/03/2021	1.220	1.245	1.245	1.220	94,00K	-0,81%
09/03/2021	1.230	1.250	1.250	1.225	210,70K	0,00%
08/03/2021	1.230	1.270	1.270	1.220	118,10K	-0,40%
05/03/2021	1.235	1.250	1.255	1.230	70,70K	-1,20%
04/03/2021	1.250	1.245	1.265	1.225	150,50K	0,40%
03/03/2021	1.245	1.250	1.270	1.235	171,30K	-0,40%
02/03/2021	1.250	1.245	1.260	1.245	227,90K	0,40%
01/03/2021	1.245	1.235	1.265	1.235	162,30K	0,81%
26/02/2021	1.235	1.260	1.260	1.220	356,00K	-1,98%
25/02/2021	1.260	1.260	1.275	1.250	355,90K	0,40%
24/02/2021	1.255	1.270	1.275	1.250	239,10K	-0,79%
23/02/2021	1.265	1.265	1.285	1.250	360,60K	0,00%
22/02/2021	1.265	1.285	1.285	1.260	248,10K	-1,56%
19/02/2021	1.285	1.290	1.290	1.275	285,20K	-0,39%
18/02/2021	1.290	1.290	1.305	1.290	298,20K	-0,39%
17/02/2021	1.295	1.315	1.315	1.280	637,40K	-0,77%
16/02/2021	1.305	1.290	1.310	1.280	434,80K	1,95%
15/02/2021	1.280	1.280	1.290	1.260	582,60K	0,79%
11/02/2021	1.270	1.290	1.300	1.255	535,50K	1,20%
10/02/2021	1.255	1.310	1.310	1.245	535,90K	-1,57%
09/02/2021	1.275	1.320	1.330	1.275	627,50K	-2,67%
08/02/2021	1.310	1.300	1.320	1.295	446,60K	2,75%
05/02/2021	1.275	1.295	1.295	1.260	1,01M	1,19%
04/02/2021	1.260	1.320	1.330	1.225	811,00K	-0,79%
03/02/2021	1.270	1.300	1.300	1.230	410,00K	0,00%
02/02/2021	1.270	1.305	1.365	1.265	1,58M	0,00%
01/02/2021	1.270	1.110	1.350	1.075	1,95M	11,40%
29/01/2021	1.140	1.215	1.265	1.130	1,96M	-6,17%

28/01/2021	1.215	1.300	1.300	1.215	1,58M	-6,90%
27/01/2021	1.305	1.480	1.480	1.305	2,28M	-6,79%
26/01/2021	1.400	1.490	1.565	1.400	2,05M	-6,98%
25/01/2021	1.505	1.565	1.585	1.500	1,11M	-3,53%
22/01/2021	1.560	1.660	1.705	1.545	2,49M	-6,02%
21/01/2021	1.660	1.700	1.760	1.660	4,30M	0,00%
20/01/2021	1.660	1.725	1.760	1.620	9,55M	-4,60%
19/01/2021	1.740	1.750	1.840	1.620	17,26M	0,87%
18/01/2021	1.725	1.420	1.725	1.370	9,82M	21,48%
15/01/2021	1.420	1.500	1.500	1.400	1,30M	-3,07%
14/01/2021	1.465	1.520	1.530	1.450	1,47M	-2,33%
13/01/2021	1.500	1.495	1.530	1.465	1,25M	1,35%
12/01/2021	1.480	1.530	1.550	1.480	972,00K	-3,27%
11/01/2021	1.530	1.530	1.580	1.440	1,81M	-0,33%
08/01/2021	1.535	1.595	1.615	1.515	3,12M	-3,46%
07/01/2021	1.590	1.685	1.715	1.550	5,79M	-4,50%
06/01/2021	1.665	1.650	1.775	1.580	13,21M	3,74%
05/01/2021	1.605	1.500	1.630	1.495	6,88M	7,72%
04/01/2021	1.490	1.290	1.490	1.250	7,24M	15,95%
30/12/2020	1.285	1.045	1.300	1.010	15,40M	22,97%
29/12/2020	1.045	1.025	1.065	1.015	630,00K	1,95%
28/12/2020	1.025	995	1.070	995	270,20K	0,00%
23/12/2020	1.025	1.015	1.030	1.000	749,40K	-1,91%
22/12/2020	1.045	1.070	1.070	1.020	542,40K	-2,34%
21/12/2020	1.070	1.070	1.090	1.040	658,10K	0,47%
18/12/2020	1.065	990	1.070	990	1,19M	4,41%
17/12/2020	1.020	1.025	1.050	1.020	273,40K	-0,49%
16/12/2020	1.025	1.015	1.040	1.010	223,90K	1,49%
15/12/2020	1.010	990	1.020	990	245,00K	-0,98%
14/12/2020	1.020	1.025	1.040	1.000	328,30K	-0,49%
11/12/2020	1.025	995	1.045	985	709,70K	4,06%
10/12/2020	985	1.000	1.000	980	238,70K	0,00%
08/12/2020	985	1.000	1.010	980	368,30K	0,51%
07/12/2020	980	975	1.010	955	832,40K	3,16%
04/12/2020	950	980	985	940	559,70K	-3,06%
03/12/2020	980	960	1.000	960	179,00K	0,00%
02/12/2020	980	975	1.000	945	274,20K	0,51%
01/12/2020	975	955	995	950	277,20K	3,17%
30/11/2020	945	1.005	1.005	930	1,12M	-5,50%
27/11/2020	1.000	1.000	1.005	995	209,60K	0,50%
26/11/2020	995	975	1.010	975	174,80K	2,05%
25/11/2020	975	990	1.035	960	1,52M	-0,51%
24/11/2020	980	900	990	900	713,80K	8,29%
23/11/2020	905	875	915	875	728,60K	4,62%

20/11/2020	865	845	880	840	469,40K	2,37%
19/11/2020	845	825	865	825	629,70K	-1,17%
18/11/2020	855	845	865	840	300,30K	1,79%
17/11/2020	840	815	840	815	468,30K	3,70%
16/11/2020	810	805	815	800	492,30K	1,25%
13/11/2020	800	810	810	800	322,00K	-1,23%
12/11/2020	810	815	820	810	294,10K	-0,61%
11/11/2020	815	810	815	810	199,30K	0,00%
10/11/2020	815	810	845	805	455,50K	1,24%
09/11/2020	805	810	815	800	386,80K	-0,62%
06/11/2020	810	805	810	795	80,00K	1,25%
05/11/2020	800	805	805	800	94,60K	0,63%
04/11/2020	795	810	810	795	50,60K	-1,85%
03/11/2020	810	795	810	795	197,10K	1,89%
02/11/2020	795	790	800	785	39,10K	-0,63%
27/10/2020	800	805	805	785	252,40K	-0,62%
26/10/2020	805	805	810	800	108,40K	0,00%
23/10/2020	805	805	815	800	81,10K	0,63%
22/10/2020	800	805	810	800	57,50K	-0,62%
21/10/2020	805	810	815	800	43,70K	-0,62%
20/10/2020	810	805	810	800	89,30K	0,62%
19/10/2020	805	805	810	795	38,50K	0,00%
16/10/2020	805	800	805	795	80,30K	0,00%
15/10/2020	805	810	810	800	100,80K	-0,62%
14/10/2020	810	805	815	795	95,60K	0,62%
13/10/2020	805	800	805	795	54,80K	0,63%
12/10/2020	800	805	810	790	117,00K	0,00%
09/10/2020	800	810	810	795	162,90K	-1,23%
08/10/2020	810	810	825	805	247,20K	0,62%
07/10/2020	805	810	820	800	92,20K	-0,62%
06/10/2020	810	765	830	765	434,10K	5,88%
05/10/2020	765	765	775	765	44,20K	0,00%
02/10/2020	765	770	780	765	92,20K	-1,29%
01/10/2020	775	770	775	760	39,40K	1,97%
30/09/2020	760	755	760	755	85,20K	-0,65%
29/09/2020	765	760	770	755	32,10K	0,66%
28/09/2020	760	770	775	750	100,00K	-0,65%
25/09/2020	765	770	770	760	75,10K	2,00%
24/09/2020	750	775	790	750	209,20K	-3,23%
23/09/2020	775	790	790	775	118,50K	-1,90%
22/09/2020	790	790	790	775	67,60K	-0,63%
21/09/2020	795	790	800	770	740,90K	0,63%
18/09/2020	790	760	795	755	41,30K	3,27%
17/09/2020	765	780	800	765	253,60K	-3,16%

16/09/2020	790	820	820	790	150,00K	-2,47%
15/09/2020	810	820	840	790	493,70K	-0,61%
14/09/2020	815	795	820	795	344,10K	1,24%
11/09/2020	805	720	820	720	405,60K	8,05%
10/09/2020	745	800	800	745	1,32M	-6,88%
09/09/2020	800	820	825	795	363,20K	-2,44%
08/09/2020	820	830	835	810	530,00K	-1,20%
07/09/2020	830	850	850	820	221,60K	-0,60%
04/09/2020	835	830	840	820	54,20K	0,00%
03/09/2020	835	840	845	835	98,80K	-0,60%
02/09/2020	840	850	850	840	160,00K	0,00%
01/09/2020	840	825	850	820	550,40K	1,82%
31/08/2020	825	860	865	825	292,90K	-2,94%
28/08/2020	850	845	870	845	177,70K	0,59%
27/08/2020	845	850	850	845	147,60K	-0,59%
26/08/2020	850	845	855	845	175,60K	1,19%
25/08/2020	840	840	845	840	273,30K	0,60%
24/08/2020	835	840	845	830	579,40K	0,00%
19/08/2020	835	840	840	830	490,40K	0,60%
18/08/2020	830	825	840	825	316,10K	0,61%
14/08/2020	825	830	850	820	561,70K	0,61%
13/08/2020	820	805	825	800	1,04M	1,86%
12/08/2020	805	810	820	800	253,80K	0,00%
11/08/2020	805	800	820	800	192,80K	0,00%
10/08/2020	805	820	820	785	238,80K	-1,83%
07/08/2020	820	815	825	810	127,70K	0,61%
06/08/2020	815	805	825	805	288,50K	0,62%
05/08/2020	810	805	810	790	656,90K	0,62%
04/08/2020	805	780	815	770	230,20K	3,21%
03/08/2020	780	805	815	760	728,40K	-3,11%
30/07/2020	805	810	810	800	272,30K	-0,62%
29/07/2020	810	815	820	805	279,70K	-0,61%
28/07/2020	815	835	835	815	491,50K	-2,40%
27/07/2020	835	845	845	830	235,50K	-1,18%
24/07/2020	845	840	850	830	456,70K	0,00%
23/07/2020	845	855	860	845	517,00K	-1,17%
22/07/2020	855	860	865	850	354,10K	0,00%
21/07/2020	855	860	870	845	660,00K	-0,58%
20/07/2020	860	865	875	855	326,20K	-0,58%
17/07/2020	865	875	880	865	319,10K	-1,14%
16/07/2020	875	875	875	865	680,90K	0,00%
15/07/2020	875	875	885	865	422,90K	0,57%
14/07/2020	870	880	890	865	389,30K	-1,14%
13/07/2020	880	865	900	840	1,35M	1,73%

10/07/2020	865	870	910	865	2,51M	-6,99%
09/07/2020	930	930	930	930	360,80K	-6,53%
08/07/2020	995	995	995	995	344,20K	-6,57%
07/07/2020	1.065	1.115	1.130	1.045	9,34M	-4,05%
06/07/2020	1.110	1.135	1.135	1.085	5,15M	0,45%
03/07/2020	1.105	1.140	1.160	1.090	4,82M	-2,21%
02/07/2020	1.130	1.020	1.190	1.020	5,07M	13,00%
01/07/2020	1.000	1.050	1.050	975	813,40K	-1,48%
30/06/2020	1.015	960	1.020	960	1,77M	8,56%
29/06/2020	935	1.000	1.010	910	914,00K	-4,10%
26/06/2020	975	890	1.035	890	576,80K	8,33%
25/06/2020	900	890	910	890	124,80K	-0,55%
24/06/2020	905	910	910	890	61,50K	1,12%
23/06/2020	895	895	905	895	131,20K	0,00%
22/06/2020	895	930	930	895	62,80K	-1,10%
19/06/2020	905	910	920	905	42,10K	-0,55%
18/06/2020	910	920	920	900	19,50K	-0,55%
17/06/2020	915	910	930	900	154,60K	1,67%
16/06/2020	900	905	905	875	110,70K	3,45%
15/06/2020	870	830	895	830	104,00K	1,75%
12/06/2020	855	890	890	805	16,00K	-1,16%
11/06/2020	865	820	895	820	94,60K	-1,14%
10/06/2020	875	940	940	850	210,50K	-3,85%
09/06/2020	910	910	950	865	213,90K	2,82%
08/06/2020	885	830	900	810	724,90K	9,94%
05/06/2020	805	790	810	785	165,40K	2,55%
04/06/2020	785	810	825	765	570,20K	-1,88%
03/06/2020	800	865	865	800	1,33M	-6,43%
02/06/2020	855	765	895	765	468,20K	14,77%
29/05/2020	745	760	760	745	1,05M	0,00%
28/05/2020	745	760	760	740	520,00K	0,68%
27/05/2020	740	740	740	735	1,37M	0,00%
26/05/2020	740	740	750	740	80,10K	0,00%
20/05/2020	740	750	750	725	47,90K	0,68%
19/05/2020	735	750	750	720	261,40K	0,68%
18/05/2020	730	750	750	730	9,00K	0,00%
15/05/2020	730	745	745	715	41,70K	0,69%
14/05/2020	725	755	755	720	6,20K	-1,36%
13/05/2020	735	745	745	720	28,50K	2,08%
12/05/2020	720	770	770	720	623,80K	-3,36%
11/05/2020	745	775	775	735	3,62M	-1,32%
08/05/2020	755	730	755	705	1,70M	4,86%
06/05/2020	720	720	720	690	2,21M	2,86%
05/05/2020	700	720	720	695	726,10K	0,00%

04/05/2020	700	735	735	700	1,57M	-2,10%
30/04/2020	715	720	730	700	8,93M	0,70%
29/04/2020	710	670	730	670	3,84M	5,97%
28/04/2020	670	670	695	660	1,05M	0,00%
27/04/2020	670	670	700	670	1,03M	0,00%
24/04/2020	670	710	745	665	619,20K	-5,63%
23/04/2020	710	745	760	705	76,10K	-3,40%
22/04/2020	735	790	790	735	1,26M	-6,37%
21/04/2020	785	870	870	785	475,10K	-6,55%
20/04/2020	840	850	855	840	11,00K	1,82%
17/04/2020	825	800	880	800	114,40K	3,13%
16/04/2020	800	870	870	785	137,70K	-4,76%
15/04/2020	840	900	900	840	177,10K	-6,67%
14/04/2020	900	900	930	870	127,60K	0,00%
13/04/2020	900	905	905	845	62,00K	-0,55%
09/04/2020	905	940	940	885	4,60K	-2,69%
08/04/2020	930	1.000	1.000	930	115,40K	-7,00%
07/04/2020	1.000	1.045	1.045	955	20,00K	5,82%
06/04/2020	945	955	995	920	47,40K	5,00%
03/04/2020	900	800	930	800	5,70K	14,65%
02/04/2020	785	745	790	745	3,80K	3,29%
01/04/2020	760	790	800	760	1,70K	2,70%
31/03/2020	740	705	825	705	27,60K	-0,67%
30/03/2020	745	750	750	745	62,80K	-6,88%
27/03/2020	800	800	800	750	258,30K	0,00%
26/03/2020	800	715	800	715	70,90K	19,40%
24/03/2020	670	670	780	650	22,70K	0,00%
23/03/2020	670	720	720	670	63,00K	-6,94%
20/03/2020	720	625	720	625	26,70K	12,50%
19/03/2020	640	645	680	640	163,20K	-6,57%
18/03/2020	685	735	735	685	420,60K	-6,80%
17/03/2020	735	785	785	735	173,50K	-6,37%
16/03/2020	785	850	850	785	118,30K	-6,55%
13/03/2020	840	870	890	830	57,50K	-5,62%
12/03/2020	890	940	940	890	170,50K	-7,29%
11/03/2020	960	1.100	1.100	955	130,80K	-2,04%
10/03/2020	980	965	995	965	77,40K	2,62%
09/03/2020	955	1.090	1.105	925	63,00K	-12,39%
06/03/2020	1.090	980	1.095	955	158,00K	9,00%
05/03/2020	1.000	1.060	1.180	1.000	5,00K	0,00%
04/03/2020	1.000	960	1.030	955	446,60K	2,56%
03/03/2020	975	925	1.100	925	12,20K	2,63%
02/03/2020	950	960	1.000	905	287,50K	-5,00%
28/02/2020	1.000	1.010	1.045	980	152,50K	-1,96%

27/02/2020	1.020	1.110	1.110	1.015	100,70K	-10,92%
26/02/2020	1.145	1.100	1.185	950	3,20K	4,09%
25/02/2020	1.100	1.150	1.155	1.100	124,60K	-4,76%
24/02/2020	1.155	1.185	1.200	1.150	103,00K	-0,43%
21/02/2020	1.160	1.170	1.295	1.150	212,30K	-3,73%
20/02/2020	1.205	1.195	1.250	1.195	194,50K	-2,03%
19/02/2020	1.230	1.210	1.250	1.210	17,70K	-1,20%
18/02/2020	1.245	1.220	1.260	1.215	528,50K	-0,80%
17/02/2020	1.255	1.280	1.290	1.215	49,40K	-4,20%
14/02/2020	1.310	1.325	1.325	1.280	4,40K	2,34%
13/02/2020	1.280	1.280	1.325	1.280	0,30K	0,00%
11/02/2020	1.280	1.280	1.280	1.280	0,50K	0,00%
10/02/2020	1.280	1.290	1.350	1.280	14,20K	-1,54%
07/02/2020	1.300	1.300	1.300	1.300	1,40K	0,00%
06/02/2020	1.300	1.300	1.300	1.250	19,60K	-0,76%
05/02/2020	1.310	1.295	1.375	1.295	128,60K	1,16%
04/02/2020	1.295	1.260	1.295	1.260	4,50K	5,28%
03/02/2020	1.230	1.230	1.250	1.230	4,30K	-0,81%
31/01/2020	1.240	1.200	1.270	1.200	2,30K	0,40%
30/01/2020	1.235	1.350	1.350	1.185	107,90K	-6,79%
29/01/2020	1.325	1.380	1.380	1.320	4,80K	0,38%
28/01/2020	1.320	1.320	1.320	1.300	92,10K	0,00%
27/01/2020	1.320	1.380	1.380	1.310	39,40K	-1,49%
24/01/2020	1.340	1.350	1.350	1.320	14,30K	-3,25%
23/01/2020	1.385	1.340	1.385	1.340	1,30K	4,92%
22/01/2020	1.320	1.360	1.390	1.320	341,80K	-2,58%
21/01/2020	1.355	1.360	1.360	1.350	55,30K	-0,37%
20/01/2020	1.360	1.310	1.395	1.310	121,40K	0,74%

Lampiran 2. Syntax SAS pada Subset ARIMA

```
data latihan;  
input y1;  
datalines;  
//insert data//  
;  
proc arima data=latihan;  
identify var=y1(1) nlag=48 noprint;  
run;  
estimate  
p=(1 10 16)  
q=(1 2 6)  
noconstant method=cls;  
forecast lead=12 out=arimaout printall;  
run;  
  
proc univariate data=arimaout normal;  
var residual;  
run;
```

Lampiran 3. Syntax Uji Terasvirta Pada R

```
library(tseries)
setwd("C:/Users/izzyr/OneDrive/Documents/Rangga/Kuliah S1
Statistika/Sem 6/ADS/FP")
data <- read.csv("Data Historis PANS Harian 2020-2025.csv", header =
TRUE, sep = ",", colClasses = "character")

kolom_target <- c("Terakhir", "Pembukaan", "Tertinggi", "Terendah")
data[kolom_target] <- lapply(data[kolom_target], function(x)
as.numeric(gsub("\\.", "", x)))
data$Tanggal <- as.Date(data$Tanggal, format = "%d/%m/%Y")
data <- data[order(data$Tanggal), ]
rownames(data) <- as.character(data$Tanggal)

data_ts <- ts(data$Terakhir)
plot(data_ts, main="Harga Saham PANS Time Series", ylab="Price",
xlab="Time")
terasvirta.test(data_ts)
```

Lampiran 4. Syntax Python Pre-processing & Plot Time Series

```
data = pd.read_csv("Data Historis PANS Harian 2020-2025.csv",
sep=",", dtype=str)
data
print(data.dtypes)

data['Tanggal'] = pd.to_datetime(data['Tanggal'], format='%d/%m/%Y')

target_columns = ['Terakhir', 'Pembukaan', 'Tertinggi', 'Terendah']
for col in target_columns:
    data[col] = data[col].str.replace('.', '').astype(int)

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(data['Terakhir'], color='blue', linewidth=1)
plt.title('Plot Harga Penutupan Harian PANS 2020-2025')
plt.xlabel('Date')
plt.ylabel('Harga IDR (Rp)')
plt.grid(True)
plt.show()
```

Lampiran 5. Syntax Python LSTM

```
scaler = MinMaxScaler()
normalized_data = scaler.fit_transform(data[['Terakhir']])

def create_sequences(data, seq_length):
    X, y = [], []
    for i in range(len(data) - seq_length):
        X.append(data[i:i + seq_length])
        y.append(data[i + seq_length])
    return np.array(X), np.array(y)

seq_length = 60
X, y = create_sequences(normalized_data, seq_length)

train_size = int(0.9 * len(X))
X_train, X_test = X[:train_size], X[train_size:]
y_train, y_test = y[:train_size], y[train_size:]

print(f"Training set - X shape: {X_train.shape}, y shape: {y_train.shape}")
print(f"Testing set - X shape: {X_test.shape}, y shape: {y_test.shape}")

model_lstm = Sequential([
    LSTM(100, return_sequences=True, input_shape=(seq_length, 1)),
    Dropout(0.2),
    LSTM(100, return_sequences=False),
    Dropout(0.2),
    Dense(32),
    Dense(1)
])

model_lstm.compile(optimizer=Adam(learning_rate=0.001), loss='mse',
metrics=['mae'])
model_lstm.summary()

history = model_lstm.fit(
    X_train, y_train,
    epochs=100,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)

plt.figure(figsize=(12, 4))
```

```

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(history.history['loss'], label='Training Loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Validation Loss')
plt.title('Model Loss')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Loss')
plt.legend()
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(history.history['mae'], label='Training MAE')
plt.plot(history.history['val_mae'], label='Validation MAE')
plt.title('Model MAE')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('MAE')
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

pred_train = model_lstm.predict(X_train)
pred_train_denorm = scaler.inverse_transform(pred_train)
y_train_denorm = scaler.inverse_transform(y_train)

mse_train = mean_squared_error(y_train_denorm, pred_train_denorm)
rmse_train = np.sqrt(mse_train)
mae_train = mean_absolute_error(y_train_denorm, pred_train_denorm)
mape_train = np.mean(np.abs((y_train_denorm - pred_train_denorm) /
y_train_denorm)) * 100

print("Training Metrics:")
print(f"RMSE: {rmse_train:.3f}")
print(f"MAE: {mae_train:.3f}")
print(f"MAPE: {mape_train:.3f}%")

predictions = model_lstm.predict(X_test)
predictions_denorm = scaler.inverse_transform(predictions)
y_test_denorm = scaler.inverse_transform(y_test)

mse_test = mean_squared_error(y_test_denorm, predictions_denorm)
rmse_test = np.sqrt(mse_test)
mae_test = mean_absolute_error(y_test_denorm, predictions_denorm)
mape_test = np.mean(np.abs((y_test_denorm - predictions_denorm) /
y_test_denorm)) * 100

print("\nTest Metrics:")
print(f"RMSE: {rmse_test:.3f}")
print(f"MAE: {mae_test:.3f}")
print(f"MAPE: {mape_test:.3f}%")

```

```

test_dates = data.index[train_size + seq_length:]
comparison_df = pd.DataFrame({
    'Date': test_dates,
    'Actual': y_test_denorm.flatten(),
    'Predicted': predictions_denorm.flatten()
})

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(comparison_df['Date'], comparison_df['Actual'],
color='blue', label='Actual')
plt.plot(comparison_df['Date'], comparison_df['Predicted'],
color='red', label='Predicted')
plt.title('LSTM Forecast: actual vs Predicted')
plt.xlabel('Date')
plt.ylabel('Harga IDR (Rp)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

def forecast_future_non_adaptive(model, last_sequence, n_periods,
scaler):
    forecasts_scaled = []
    current_seq = np.array(last_sequence).reshape(1,
last_sequence.shape[0], 1)

    for _ in range(n_periods):
        pred = model.predict(current_seq, verbose=0)
        base_pred = pred[0, 0] # Keras .predict() mengembalikan
array NumPy
        adjusted_pred = base_pred
        adjusted_pred = np.clip(adjusted_pred, 0.0, 1.0) # Tetap
pastikan dalam rentang 0-1

        forecasts_scaled.append(adjusted_pred)
        current_seq = np.roll(current_seq, -1, axis=1) # Geser ke
kiri
        current_seq[0, -1, 0] = adjusted_pred # Ganti elemen
terakhir

    forecasts_scaled = np.array(forecasts_scaled).reshape(-1, 1)
    forecast_denorm =
scaler.inverse_transform(forecasts_scaled).flatten()
    return forecast_denorm

window_size = min(20,
len(scaler.inverse_transform(normalized_data).flatten()))
n_steps = 72

```



```

last_sequence = normalized_data[-window_size:]
forecast_var_non_adaptive = forecast_future_non_adaptive( #
Menggunakan fungsi baru
    model=model_lstm,
    last_sequence=last_sequence,
    n_periods=n_steps,
    scaler=scaler,
)

historical_plot =
scaler.inverse_transform(normalized_data).flatten()
future_x = np.arange(len(historical_plot), len(historical_plot) +
n_steps)

future_dates = pd.date_range(start=data.index[-1] +
timedelta(days=1), periods=n_steps, freq='D')
forecast_df = pd.DataFrame({
    'Date': future_dates,
    'Forecast': forecast_var_non_adaptive, # Menggunakan hasil dari
fungsi baru
    'Type': 'Forecast'
})

plt.figure(figsize=(14, 6))
plt.plot(np.arange(len(historical_plot)), historical_plot,
Label='Data Historis', color='blue')
plt.plot(future_x, forecast_var_non_adaptive, Label=f'Forecast Non-
Adaptif ({n_steps} Hari)', color='red') # Label disesuaikan
plt.axvline(x=len(historical_plot), color='gray', linestyle='--',
Label='Forecast Start')
plt.title('Forecast Masa Depan Tanpa Variasi Adaptif')
plt.xlabel('Waktu')
plt.ylabel('Target (Produksi, Harga, dll)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

forecast_non_volatil = pd.DataFrame({
    'Date': forecast_df['Date'].dt.strftime('%Y-%m-%d'),
    'Forecast': np.round(forecast_var_non_adaptive, 0) # Menggunakan
hasil dari fungsi baru
})
print("\nFuture Forecasts (next 100 days, Non-Adaptive):")
print(forecast_non_volatil)
def forecast_future_adaptive(model, last_sequence, n_periods,
scaler, historical_data):

```

```

historical_diff = np.diff(historical_data.flatten())
mean_diff = np.mean(historical_diff)
sd_diff = np.std(historical_diff)

window_size = min(20, len(historical_diff))
recent_volatility = np.std(historical_diff[-window_size:])
max_change = np.max(np.abs(historical_diff))

min_val = scaler.data_min_[0]
max_val = scaler.data_max_[0]

forecasts_scaled = []
current_seq = np.array(last_sequence).reshape(1,
last_sequence.shape[0], 1)

    for _ in range(n_periods):
        pred = model.predict(current_seq, verbose=0)
        base_pred = pred[0,0]

        volatility_factor = recent_volatility / (max_val - min_val)
* 3
        nonlinierity_adjust = np.random.normal(0, volatility_factor)
* (max_change / (max_val - min_val)) * 2
        trend_adjust = (mean_diff / (max_val - min_val)) * (1 +
np.random.normal(0, 0.3))

        adjusted_pred = base_pred + nonlinierity_adjust +
trend_adjust
        adjusted_pred = np.clip(adjusted_pred, 0.0, 1.0)

        forecasts_scaled.append(adjusted_pred)

        current_seq = np.roll(current_seq, -1, axis=1) # Geser ke
kiri
        current_seq[0, -1, 0] = adjusted_pred

    forecasts_scaled = np.array(forecasts_scaled).reshape(-1, 1)
    forecast_denorm =
scaler.inverse_transform(forecasts_scaled).flatten()
    return forecast_denorm

window_size = min(20,
len(scaler.inverse_transform(normalized_data)))
n_steps = 72
last_sequence = normalized_data[-window_size:]
forecast_var = forecast_future_adaptive(
    model=model_lstm,

```

```

        last_sequence=last_sequence,
        n_periods=n_steps,
        scaler=scaler,
        historical_data=scaler.inverse_transform(normalized_data), #
Data asli (denormalisasi)
    )

historical_plot = scaler.inverse_transform(normalized_data)
future_x = np.arange(len(historical_plot), len(historical_plot) +
n_steps)

future_dates = pd.date_range(start=data.index[-1] +
timedelta(days=1), periods=n_steps, freq='D')
forecast_df = pd.DataFrame({
    'Date': future_dates,
    'Forecast': forecast_var,
    'Type': 'Forecast'
})

plt.figure(figsize=(14, 6))
plt.plot(np.arange(len(historical_plot)), historical_plot,
label='Data Historis', color='blue')
plt.plot(future_x, forecast_var, label=f'Forecast Adaptif ({n_steps}
Hari)', color='red')
plt.axvline(x=len(historical_plot), color='gray', linestyle='--',
label='Forecast Start')
plt.title('Forecast Masa Depan dengan Variasi Berdasarkan
Volatilitas Historis')
plt.xlabel('Waktu')
plt.ylabel('Target (Produksi, Harga, dll)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

forecast_volatil = pd.DataFrame({
    'Date': forecast_df['Date'].dt.strftime('%Y-%m'),
    'Forecast': np.round(forecast_var, 0)
})
print("\nFuture Forecasts (next 100 days):")
print(forecast_volatil)

```