

IMPLEMENTASI DAN EVALUASI METODE RECURRENT NEURAL NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN ECHO STATE NETWORK PADA PERAMALAN HARGA SAHAM MULTIVARIAT (STUDI KASUS SAHAM APPLE)



MUH. FAJAR
H011211044



PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2025

**IMPLEMENTASI DAN EVALUASI METODE RECURRENT NEURAL
NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN ECHO STATE
NETWORK PADA PERAMALAN HARGA SAHAM MULTIVARIAT
(STUDI KASUS SAHAM APPLE)**

**MUH. FAJAR
H011211044**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

**IMPLEMENTASI DAN EVALUASI METODE RECURRENT NEURAL
NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN ECHO STATE
NETWORK PADA PERAMALAN HARGA SAHAM MULTIVARIAT
(STUDI KASUS SAHAM APPLE)**

MUH. FAJAR
H011211044

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Matematika

pada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

SKRIPSI
**IMPLEMENTASI DAN EVALUASI METODE RECURRENT NEURAL
NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN ECHO STATE
NETWORK PADA PERAMALAN HARGA SAHAM MULTIVARIAT
(STUDI KASUS SAHAM APPLE)**

MUH. FAJAR
H011211044

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Pannitia Ujian Sarjana Matematika pada
2 Juli 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Matematika
Departemen Matematika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar



Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,

Dr. Khaeruddin, M. Sc.
NIP. 19650914 199103 1 003

Mengetahui:
Ketua Program Studi,

Dr. Firmari, S.Si., M.Si.
NIP. 19680429 200212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Implementasi dan Evaluasi Metode Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory, dan Echo State Network Pada Peramalan Harga Saham Multivariat (Studi Kasus Saham Apple)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Khaeruddin, M. Sc.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 2 Juli 2025



Muh. Fajar

H011211044

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Implementasi dan Evaluasi Metode Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory, dan Echo State Network Pada Peramalan Harga Saham Multivariat (Studi Kasus Saham Apple)". Sholawat serta salam penulis curahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik dan skripsi ini dapat dirampungkan atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada bapak Dr. Khaeruddin, M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, bapak Prof. Dr. Eng. Mawardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus Dosen Penguji, serta bapak Prof. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc.. PhD selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan, serta saran dalam penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin, bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, bapak Dr. Firman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika, serta Seluruh Dosen dan Staff yang telah memfasilitasi penulis selama masa perkuliahan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis limpahkan kepada ayah Anwar, ibu Sitti Sumrah, nenek Hj. Sakira, saudara Dilha, Ahmad, Rinil, Zahra, dan Hilmi, serta keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materil, serta selalu mendampingi, memotivasi, menghibur, dan terus mendoakan penulis selama masa perkuliahan hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.

Juga kepada Dhany yang selalu mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, serta teman-teman seperjuangan Zahran, Iyan, Ali, Faiz, Latifah, Mina, Endah, Argya, Nanda, Caca, Shintiya, Tsabitah, teman-teman "Fans Warung Alhamdulillah" dan "Penyakit", dan seluruh teman-teman angkatan 2021, penulis sangat berterima kasih karena telah memberikan motivasi dan pengalaman berharga kepada penulis selama masa perkuliahan. Serta seluruh pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu namanya, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun.

Tentunya penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat menambah wawasan masyarakat dan bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Penulis,



Muh. Fajar

ABSTRAK

MUH. FAJAR. **Implementasi dan Evaluasi Metode Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory, dan Echo State Network Pada Peramalan Harga Saham Multivariat (Studi Kasus Saham Apple)** (dibimbing oleh Khaeruddin)

Latar belakang. Saham merupakan instrumen investasi yang sangat diminati karena potensi keuntungannya cukup menarik. Saham Apple yang terdaftar dalam Nasdaq-100(NDX) dengan simbol *ticker* AAPL, adalah pilihan populer dikalangan investor karena kinerja keuangannya yang impresif. Namun, pergerakan harga saham Apple yang fluktuatif dapat menimbulkan keuntungan atau kerugian bagi investor. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan harga saham Apple dengan mengimplementasikan model RNN (*Recurrent Neural Network*), LSTM (*Long Short-Term Memory*), dan ESN (*Echo State Network*) kemudian mengevaluasi kinerja ketiga model tersebut. **Metode.** Data historis harga saham Apple selama 6 tahun dikumpulkan dan diproses menjadi data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk melatih ketiga model tanpa dan dengan menerapkan GSCV (*Grid Search Cross Validation*). Data uji digunakan untuk melakukan peramalan harga saham dan mengevaluasi kinerja model. **Hasil.** Penerapan metode GSCV dapat meningkatkan kinerja ketiga model dan mengurangi risiko *overfitting*, namun mengakibatkan waktu komputasi menjadi lama. Terjadi peningkatan nilai R^2 sebesar 0.96% pada RNN, 0.58% pada LSTM, dan 0.08% pada ESN. **Kesimpulan.** Pada penelitian ini, model LSTM mengungguli kinerja model RNN dari segi akurasi, namun kalah dari segi waktu komputasi. Sedangkan model ESN mengungguli kinerja model RNN dan LSTM karena menghasilkan akurasi terbaik dengan waktu komputasi paling singkat.

Kata kunci: Saham; Apple; Peramalan; RNN; LSTM; ESN

ABSTRACT

MUH. FAJAR. **Implementation and Evaluation of Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory, and Echo State Network Methods on Multivariate Stock Price Forecasting (Apple Stock Case Study)** (supervised by Khaeruddin).

Background. Stocks are investment instruments that are in high demand because of their attractive profit potential. Apple stock, listed on the Nasdaq-100 (NDX) with ticker symbol AAPL, is a popular choice among investors due to its impressive financial performance. However, Apple's volatile stock price movements can lead to gains or losses for investors. **Aim.** This study aims to forecast Apple's stock price by implementing RNN (Recurrent Neural Network), LSTM (Long Short-Term Memory), and ESN (Echo State Network) models and then evaluating the performance of the three models. **Method.** Historical data of Apple's stock price for 6 years was collected and processed into training data and test data. The training data is used to train the three models without and with applying GSCV (Grid Search Cross Validation). The test data was used to perform stock price forecasting and evaluate model performance. **Results.** The application of the GSCV method can improve the performance of the three models and reduce the risk of overfitting, but results in long computation time. There was an increase in R^2 value of 0.96% in RNN, 0.58% in LSTM, and 0.08% in ESN. **Conclusion.** In this study, the LSTM model outperformed the RNN model in terms of accuracy, but lost in terms of computation time. Meanwhile, the ESN model outperforms the performance of the RNN and LSTM models because it produces the best accuracy with the shortest computation time.

Keywords: Stock; Apple; Forecasting; RNN; LSTM; ESN

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PENYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Landasan Teori.....	3
1.6.1 Saham.....	3
1.6.2 Apple Inc.	3
1.6.3 Peramalan Deret Waktu Multivariat.....	4
1.6.4 Metode <i>Sliding Window</i>	4
1.6.5 Normalisasi dan Denormalisasi Data	4
1.6.6 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	5
1.6.7 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	6
1.6.8 <i>Echo State Network</i> (ESN).....	8
1.6.9 Fungsi Aktivasi	9
1.6.10 <i>Hyperparameter Tuning</i>	10
1.6.11 <i>Grid Search Cross-Validation</i> (GSCV)	11

1.6.12	Evaluasi Model.....	12
BAB II	METODE PENELITIAN.....	14
2.1	Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	14
2.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
2.3	Jenis dan Sumber Data.....	14
2.4	Identifikasi Variabel	14
2.5	Lingkungan Penelitian.....	14
2.6	Tahapan Penelitian.....	15
2.7	Alur Kerja Penelitian.....	17
BAB III	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
3.1	Deskripsi Data.....	18
3.2	Praproses Data	21
3.2.1	Penyesuaian Data.....	21
3.2.2	Normalisasi Data.....	22
3.3	Implementasi <i>Sliding Window</i>	22
3.4	Pembagian Data	23
3.5	Pelatihan Model	23
3.6	Peramalan Harga Saham.....	27
3.7	Evaluasi Model.....	30
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
4.1	Kesimpulan	35
4.2	Saran	36
	DAFTAR PUSTAKA	37
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Spesifikasi Perangkat Keras Google Colab.....	15
2. Spesifikasi Perangkat Lunak Google Colab	15
3. Data Historis Harga Saham Apple.....	18
4. Data Historis Harga Saham Apple Setelah Normalisasi	22
5. Jumlah Data Latih Dan Uji Setelah Segmentasi Data	23
6. Inisialisasi <i>Hyperparameter</i>	24
7. Jumlah Data Tiap <i>Fold</i>	25
8. Pelatihan Model RNN Dengan GSCV	26
9. Pelatihan Model LSTM Dengan GSCV	26
10. Pelatihan Model ESN Dengan GSCV.....	26
11. Perbandingan Waktu Komputasi Pelatihan Model Tanpa dan Dengan GSCV	27
12. Metrik Evaluasi Data Uji Tanpa GSCV	30
13. Metrik Evaluasi Data Uji Dengan GSCV.....	30

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Arsitektur model RNN.....	5
2. Arsitektur Model LSTM.....	6
3. Arsitektur Model ESN.....	8
4. Grafik Fungsi Aktivasi Sigmoid.....	9
5. Grafik Fungsi Aktivasi Tangen Hiperbolik.....	10
6. Plot Harga Pembukaan (<i>Open</i>) Saham Apple.....	19
7. Plot Harga Tertinggi (<i>High</i>) Saham Apple.....	19
8. Plot Harga Terendah (<i>Low</i>) Saham Apple.....	20
9. Plot Harga Penutupan (<i>Close</i>) Saham Apple.....	20
10. Tipe Data Sebelum Disesuaikan.....	21
11. Tipe Data Setelah Disesuaikan.....	21
12. <i>Sliding Window</i> Dengan <i>Window Size</i> 100.....	23
13. Plot <i>Cross Validation</i> Pada Data <i>Training</i>	25
14. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Open</i>	28
15. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>High</i>	28
16. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Low</i>	29
17. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Close</i>	29
18. Perbandingan MAE Tanpa dan Dengan GSCV.....	31
19. Perbandingan MAPE Dengan dan Tanpa GSCV.....	31
20. Perbandingan RMSE Tanpa dan Dengan GSCV.....	32
21. Perbandingan R^2 Tanpa dan Dengan GSCV.....	32
22. Perbandingan Waktu Komputasi Tanpa dan Dengan GSCV.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Kode python peramalan harga saham dengan metode RNN, LSTM, dan ESN	41
2. Pelatihan Model ESN Dengan GSCV.....	58
3. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Open</i>	62
4. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>High</i>	68
5. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Low</i>	74
6. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel <i>Close</i>	80

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi adalah penempatan dana atau sumber daya saat ini untuk memperoleh keuntungan di masa depan serta mengurangi dampak inflasi. Secara umum, investasi terbagi menjadi aset riil (seperti tanah, bangunan, dan emas) dan surat berharga (obligasi, reksa dana, saham, dan derivatif) yang diawasi lembaga tertentu (Laskarjari & Ahmad, 2022). Saham merupakan salah satu instrumen investasi yang populer karena potensi keuntungannya (IDX, n.d.). Dilansir dari laman resmi *Indonesia Stock Exchange* atau IDX (n.d.), saham adalah bukti kepemilikan pada perusahaan yang memberi hak atas pendapatan, aset, dan partisipasi dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Investor biasanya mencari informasi tentang perusahaan sebelum membeli saham. Perusahaan yang sering menjadi pilihan adalah perusahaan-perusahaan besar, seperti yang termasuk dalam indeks Nasdaq-100. Indeks Nasdaq-100 mencakup 100 perusahaan non-keuangan terbesar dan paling dinamis di bursa Nasdaq, yang dipilih berdasarkan kapitalisasi pasar serta dikenal karena inovasi, dominasi pasar, dan potensi pertumbuhannya (Nasdaq, n.d.).

Apple, sebagai perusahaan teknologi besar, terdaftar di indeks Nasdaq-100 dengan simbol ticker AAPL. Sahamnya sangat diminati karena kekuatan merek dan keunggulan teknologinya yang menghasilkan kinerja keuangan yang solid. Namun, harga saham tetap rentan terhadap fluktuasi akibat berbagai faktor seperti kinerja perusahaan, tren pasar, dan sentimen investor. Fluktuasi harga saham dapat memberikan keuntungan maupun kerugian, sehingga investor perlu informasi dan prediksi yang akurat untuk mengambil keputusan investasi yang bijaksana (Inaku & Chandra, 2023). Perkiraan harga saham yang tepat membantu mengidentifikasi peluang dan mengurangi risiko investasi. Meskipun masa depan tak bisa dipastikan, berbagai metode analisis terus dikembangkan untuk meminimalkan kesalahan prediksi (Emanuella dkk., 2022).

Kemunculan *artificial intelligence* dan *deep learning* menawarkan solusi baru untuk mengatasi tantangan prediksi pasar. Algoritma *deep learning* telah berkembang pesat dan menunjukkan potensi besar dalam mengenali pola kompleks pada data deret waktu keuangan (Sai dkk., 2023). Beberapa algoritma *deep learning* yang dapat digunakan untuk memprediksi harga saham adalah RNN (*Recurrent Neural Network*), LSTM (*Long Short-Term Memory*), dan ESN (*Echo State Network*). RNN dapat memproses data deret waktu dengan akurasi hingga 95% (Zhu, 2020), meskipun mengalami kesulitan dalam memprediksi data masa depan dengan *input* panjang karena masalah *vanishing gradient* (Öztürk & Eldoğan, 2024).

LSTM mengatasi masalah *vanishing gradient* (Inaku & Chandra, 2023), dan penelitian menunjukkan bahwa LSTM dapat memproses banyak *input* dan memprediksi berbagai *output* (seperti *open price*, *lowest price*, dan *highest price*) dengan akurasi di atas 95% (Ding & Qin, 2020). Sedangkan, ESN terbukti efektif dalam memprediksi data deret waktu dan sering mengungguli CNN (Lin dkk., 2008), meskipun ketergantungannya pada *hyperparameter* membuatnya lebih sulit dilatih dan rentan gagal memproses data (Shao, 2023). Meskipun kurang konsisten, secara umum, ESN memiliki kinerja yang lebih baik daripada LSTM, terutama untuk prediksi jangka panjang (Shao, 2023).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian sebelumnya hanya membahas satu model atau membandingkan dua model, sehingga studi yang secara langsung membandingkan kinerja ESN, RNN, dan LSTM dalam prediksi harga saham multivariat masih terbatas. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membandingkan ketiga model tersebut dalam meramalkan harga saham multivariat, dengan tujuan memperkuat dasar teoretis dan penerapan praktis dalam prediksi harga saham. Penelitian ini dituangkan dalam skripsi berjudul: **“IMPLEMENTASI DAN EVALUASI METODE RECURRENT NEURAL NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN ECHO STATE NETWORK PADA PERAMALAN HARGA SAHAM MULTIVARIAT (STUDI KASUS SAHAM APPLE)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kombinasi nilai *hyperparameter* yang akan digunakan oleh model RNN, LSTM, dan ESN agar modelnya optimal?
2. Bagaimana akurasi model ESN, RNN, dan LSTM sebelum dan setelah menggunakan *grid search cross-validation* dalam memprediksi harga saham Apple berdasarkan data historis?
3. Bagaimana perbandingan waktu komputasi ketiga model sebelum dan setelah menggunakan *grid search cross-validation* dalam proses pelatihan dan prediksi?
4. Model mana di antara ketiganya yang memberikan akurasi dan waktu komputasi yang paling optimal?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, masalah dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut.

1. Data: Hanya menggunakan data historis harga saham Apple (AAPL) yang diperoleh dari *Yahoo Finance* dengan rentang waktu 1 Januari 2019 hingga 31 Desember 2024.
2. Variabel: Variabel yang digunakan meliputi *Open*, *High*, *Low*, dan *Close*.
3. Model: Fokus pada perbandingan tiga model yaitu ESN, RNN, dan LSTM.

4. Faktor Eksternal: Penelitian tidak memasukkan variabel eksternal seperti berita, sentimen pasar, dan lain-lain.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui bagaimana kombinasi nilai *hyperparameter* yang akan digunakan oleh model RNN, LSTM, dan ESN agar modelnya optimal.
2. Mengetahui bagaimana akurasi model ESN, RNN, dan LSTM sebelum dan setelah menggunakan *grid search cross-validation* dalam memprediksi harga saham Apple berdasarkan data historis.
3. Mengetahui bagaimana perbandingan waktu komputasi ketiga model sebelum dan setelah menggunakan *grid search cross-validation* dalam proses pelatihan dan prediksi.
4. Mengetahui model mana di antara ketiganya yang memberikan akurasi dan waktu komputasi yang paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Akademis: Menambah literatur mengenai penelitian di bidang prediksi deret waktu dan aplikasi *deep learning* dalam keuangan.
2. Praktis: Menjadi referensi bagi analis dan investor dalam memilih metode prediksi harga saham yang lebih akurat dan efisien.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Saham

Saham merupakan salah satu bentuk investasi jangka pendek maupun panjang yang cukup menjanjikan (Lusia & Ambarwati, 2018). Saham adalah surat berharga yang dapat diperjualbelikan oleh individu maupun lembaga di pasar modal (Hadi, 2013). Menurut Husnan (2013), saham mewakili hak pemilikinya atas bagian kekayaan dan prospek perusahaan penerbit, serta memberikan wewenang untuk menjalankan hak-hak tersebut.

1.6.2 Apple Inc.

Apple Inc. adalah salah satu perusahaan paling terkenal dan kaya di dunia (Horák & Kaisler, 2022). Masyarakat umum mengenal Apple melalui tiga hal utama: CEO-nya yang menarik, Steve Jobs; produk-produknya yang luar biasa, terutama iPhone dan iPad; dan harga sahamnya yang sangat tinggi, yang bahkan ketika di bulan Maret 2013 turun hingga 63% dari puncaknya di bulan September 2012, membuat Apple menjadi perusahaan dengan kapitalisasi pasar tertinggi di dunia (Lazonick dkk., 2013).

Meski pandemi COVID-19 menyebabkan stagnasi ekonomi global, harga saham Apple Inc. justru mengalami pertumbuhan. Kenaikan ini didorong oleh

perubahan perilaku masyarakat selama masa penguncian, di mana kebutuhan akan perangkat untuk bekerja, belajar, dan hiburan meningkat. Permintaan terhadap iPad dan MacBook pun melonjak, terbukti dari peningkatan penjualan global sebesar 18,6% menjadi 38,6 juta unit (Horák & Kaisler, 2022).

1.6.3 Peramalan Deret Waktu Multivariat

Peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu memprediksi kejadian di masa depan dengan mengolah data historis melalui model matematis atau intuisi subjektif yang mempertimbangkan berbagai faktor (Wiranda & Sadikin, 2019). Dalam dunia keuangan, peramalan sering digunakan untuk memprediksi harga saham, nilai tukar, dan indikator ekonomi lainnya.

Dalam *forecasting*, data yang digunakan umumnya berupa data historis dalam bentuk deret waktu atau *time series* (Putra & Hendry, 2022). Deret waktu terbagi menjadi univariat dan multivariat. Univariat hanya memiliki satu atribut, seperti suhu per jam, sedangkan multivariat mencakup beberapa atribut yang saling berkaitan dan bergantung pada data masa lalu (Haromainy dkk., 2021).

Jadi peramalan deret waktu multivariat sendiri adalah prediksi yang melibatkan lebih dari satu variabel yang berubah seiring waktu (Zahara & Sugianto, 2021). Penggunaan data multivariat dianggap lebih akurat dibanding univariat karena mampu menangkap hubungan antar variabel (Lusia & Ambarwati, 2018). Berdasarkan jangka waktunya, *forecasting* dibagi menjadi tiga: jangka pendek (harian–bulanan), jangka menengah (1–2 tahun), dan jangka panjang (beberapa tahun) (Nurlifa & Kusumadewi, 2017).

1.6.4 Metode *Sliding Window*

Metode *sliding window* merupakan teknik dalam analisis deret waktu yang membentuk struktur data dengan mengambil sejumlah observasi dalam jangka waktu tertentu yang bergerak sepanjang data (Alamsyah dkk., 2024). Tujuannya yaitu untuk mengubah data *time series* menjadi data *supervised*. Sebagai contoh, jika ukuran jendela (*window size*) ditentukan sebesar 3, maka tiga data observasi sebelumnya dimanfaatkan untuk memprediksi nilai berikutnya. Ilustrasi metode ini menunjukkan bahwa tiga hari data sebelumnya digunakan sebagai dasar prediksi data hari selanjutnya (Radho dkk., 2021). Dengan begitu, *sliding window* membantu model mempelajari pola historis dan meningkatkan akurasi prediksi dalam analisis deret waktu.

1.6.5 Normalisasi dan Denormalisasi Data

Normalisasi data adalah proses penskalaan nilai variabel agar berada dalam rentang yang sama, sehingga fitur dengan nilai besar tidak mendominasi fitur dengan nilai kecil (Emanuella dkk., 2022). Metode normalisasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Min-Max Scaling Normalization*. Persamaan umum untuk *scaling* dalam rentang [0, 1] diuraikan sebagai berikut.

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Dimana x' merupakan nilai hasil peramalan, x adalah nilai data asli yang dinormalisasi, x_{min} adalah nilai terendah dari data asli, dan x_{max} adalah nilai tertinggi dari data asli yang digunakan.

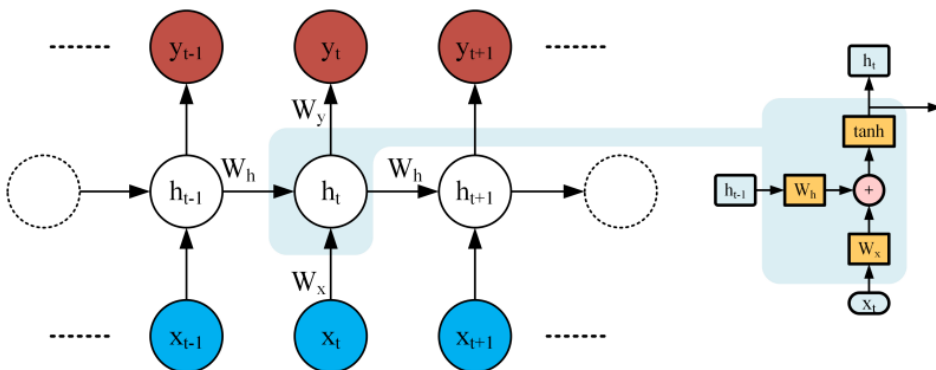
Setelah prediksi dilakukan oleh model, hasil prediksi perlu didenormalisasi agar dapat dibandingkan dengan data aktual pada skala aslinya. Denormalisasi merupakan proses kebalikan dari normalisasi, yaitu mengembalikan data yang telah dinormalisasi ke nilai semula sebelum proses penskalaan (Mukhtar dkk., 2022). Persamaan untuk denormalisasi dalam rentang $[0, 1]$ dinyatakan sebagai berikut.

$$x_t = x(x_{max} - x_{min}) + x_{min} \quad (2)$$

Dengan x_t adalah nilai dari data normalisasi, x adalah hasil *output*, x_{min} adalah nilai terendah dari data asli, dan x_{max} adalah nilai tertinggi dari data asli yang digunakan.

1.6.6 Recurrent Neural Network (RNN)

RNN adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang memproses *input* data sekuensial secara berulang untuk memanfaatkan informasi dari masa lalu. RNN menyimpan informasi masa lalu dengan melakukan *looping* dalam arsitekturnya, yang memungkinkan data tersebut tetap tersimpan (Firmansyah dkk., 2020). Namun, RNN tradisional sering menghadapi masalah *vanishing gradient*, yang menyulitkan model untuk belajar dari ketergantungan jangka panjang dalam data.



Gambar 1. Arsitektur model RNN

Sumber : Khalifa dkk., 2021

Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**, unit-unit tersembunyi pada waktu t menerima *input* dari *input* saat ini x_t dan nilai unit tersembunyi sebelumnya h_{t-1} .

Keluaran y_t dihitung dengan menggunakan nilai unit tersembunyi saat ini h_t . Ketergantungan waktu dibuat di antara langkah-langkah waktu dengan cara koneksi berulang antara unit tersembunyi. Dalam sebuah lintasan maju, semua perhitungan ditentukan menggunakan dua persamaan berikut:

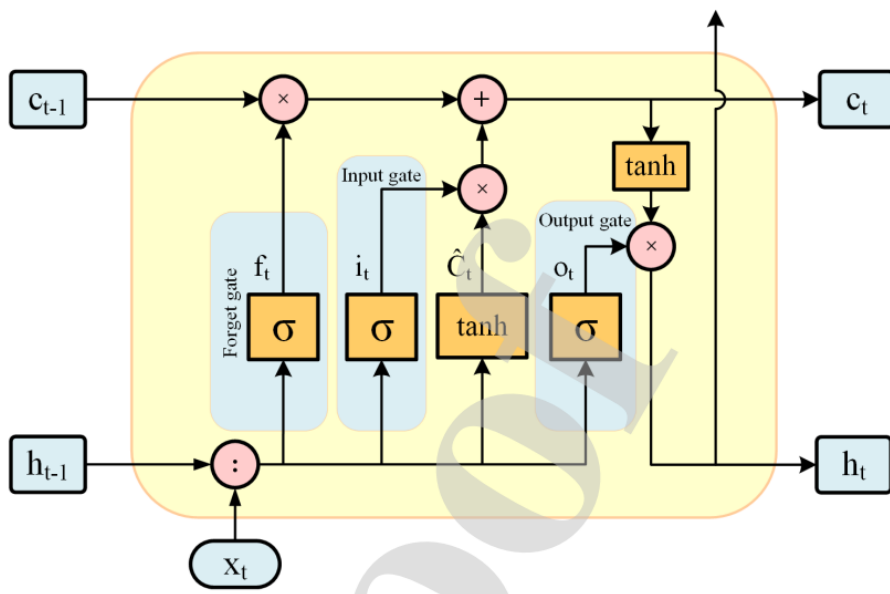
$$h_t = \sigma_h(W_x x_t + W_h h_{t-1} + b_h) \quad (3)$$

$$y_t = \sigma_y(W_y h_t + b_y) \quad (4)$$

Dimana W_x dan W_y mewakili matriks bobot antara unit tersembunyi dan *input* dan *output* dan W_h adalah matriks bobot antara langkah waktu yang berdekatan. b_h dan b_y adalah vektor bias yang memungkinkan pembelajaran *offset* di setiap *node*. Nonlinieritas diperkenalkan melalui fungsi aktivasi σ_h dan σ_y yang dapat berupa fungsi tangen hiperbolik (tanh), sigmoid, atau unit linier yang diperbaiki (ReLU). Dalam unit RNN sederhana, tanh biasanya digunakan (Khalifa dkk., 2021).

1.6.7 Long Short-Term Memory (LSTM)

Long Short Term Memory (LSTM) dikembangkan untuk mengatasi masalah *vanishing gradient* pada RNN (Inaku & Chandra, 2023). LSTM telah dimodifikasi dengan menambahkan *memory cell* sehingga dapat menyimpan informasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Keuntungan dari LSTM adalah adanya *memory block* yang menentukan nilai mana yang akan dipilih sebagai *output* yang relevan untuk input yang diberikan (Wiranda & Sadikin, 2019).



Gambar 2. Arsitektur Model LSTM

Sumber : Khalifa dkk., 2021

Arsitektur LSTM terdiri dari lapisan *input*, lapisan *output*, dan lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi terdiri dari *memory cell*, masing-masing memori terdiri dari gerbang masukan (*input gate*), gerbang lupa (*forget gate*) dan gerbang keluaran (*output gate*) (Wiranda & Sadikin, 2019). Melalui fungsi sigmoid, gerbang lupa memutuskan apa yang harus disimpan dan dibuang dari generasi sebelumnya. Data kemudian dapat diperbarui secara selektif melalui gerbang masukan, mengukur pentingnya data yang baru dimasukkan. Terakhir, gerbang pembaruan mengambil informasi yang telah diproses untuk membuat prediksi ke depan (Shao, 2023).

Masing-masing gerbang yang termasuk pada LSTM dijelaskan sebagai berikut:

1. *Forget Gate* (f_t)

Forget gate berfungsi untuk mengontrol seberapa baik nilai dipertahankan dalam *memory cell* (Wiranda & Sadikin, 2019). *Forget gate* adalah lapisan sigmoid yang mengambil nilai *output* pada waktu $t - 1$ dan nilai *input* pada waktu t , yang kemudian digabungkan dan diterapkan pada fungsi aktivasi sigmoid. Di mana hasil output sigmoid bernilai 0 dan 1 (Wildan Putra Aldi & Aditsania, n.d.). Jika nilai $f_t = 1$ maka *state* sebelumnya tidak akan berubah dan data akan disimpan, sedangkan jika $f_t = 0$ maka *state* sebelumnya akan dilupakan (Wiranda & Sadikin, 2019). Persamaan dari f_t yaitu:

$$f_t = \sigma(W_f S_{t-1} + W_f X_t) \quad (5)$$

2. *Input Gate* (I_t)

Peran *input gate* adalah untuk mengontrol sejauh mana nilai baru mengalir di dalam *cell*. Ini dirancang untuk menghindari penyimpanan data yang tidak perlu. *Input gate* mengambil nilai *output* sebelumnya dan nilai *input* baru serta melewati lapisan sigmoid. Nilai *gate* ini dikembalikan sebagai menjadi 0 atau 1 (Wiranda & Sadikin, 2019). Persamaan dari I_t yaitu:

$$I_t = \sigma(W_i S_{t-1} + W_i X_t) \quad (6)$$

Kemudian kalikan nilai *input gate* dengan nilai *output gate* dari lapisan kandidat $\hat{C}$ (Wiranda & Sadikin, 2019). Persamaan dari $\hat{C}$ yaitu:

$$\hat{C} = \tanh(W_c S_{t-1} + W_c X_t) \quad (7)$$

$$c_t = (i_t * \hat{C}_t + f_c * c_{t-1}) \quad (8)$$

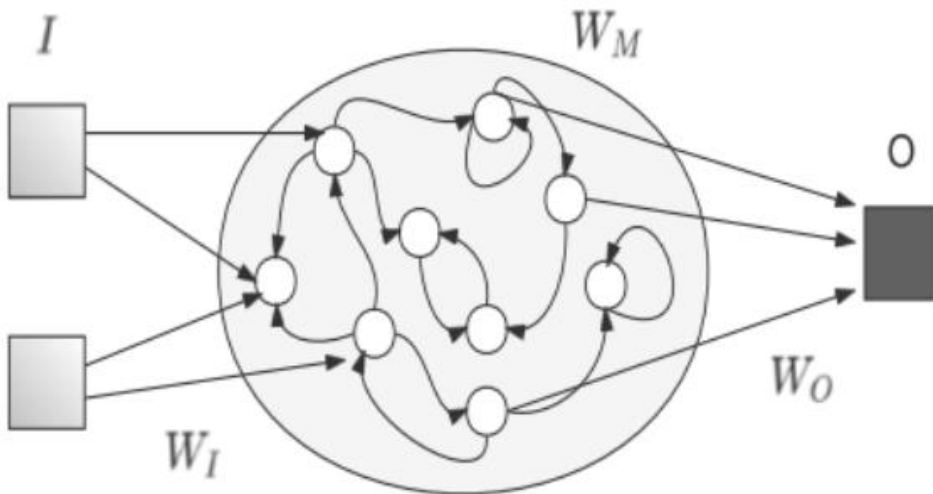
3. *Output Gate* (O_t)

Output Gate digunakan untuk mengendalikan seberapa banyak nilai yang berada di dalam *memory cell* yang berfungsi untuk menghitung nilai *output* (Wiranda & Sadikin, 2019). Rumus dari O_t yaitu:

$$O_t = \sigma(W_o S_{t-1} + W_o X_t) \quad (9)$$

1.6.8 Echo State Network (ESN)

Echo State Network (ESN) adalah salah satu varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang terdiri dari tiga lapisan: *input*, *reservoir* (lapisan tersembunyi dengan koneksi rekuren yang acak dan jarang), dan *output* (Ahmad dkk., 2023). *Echo state networks* (ESN) bekerja mirip dengan cara otak menerima dan memproses informasi eksternal. Informasi eksternal adalah *input*, yang ditransmisikan dan diperbarui dalam struktur seperti otak yang melekat pada ESN, yang dikenal sebagai *reservoir*. Lapisan *output* kemudian mengekspresikan informasi tersebut dalam beberapa cara. Dengan cara ini, *reservoir* bertindak seperti sistem saraf otak, dan perhitungan *output* dianalogikan seperti menerima beberapa *output* dari neuron otak (Sun dkk., 2023).



Gambar 3. Arsitektur Model ESN

Sumber : Sun dkk., 2023

Echo State Network (ESN) adalah model jaringan saraf berulang yang terdiri dari lapisan tersembunyi yang terhubung secara longgar dan lapisan keluaran yang dilatih secara linier. Desain ini sangat menyederhanakan proses pelatihan dan menghindari masalah seperti konvergensi yang lambat dan optima lokal. Dalam model ESN dasar, seperti pada **Gambar 3**, ada tiga lapisan, dengan reservoir tengah W_M yang paling penting. Lapisan ini berisi banyak neuron yang menghasilkan *echo state properties* dari jaringan dan hanya bobot keluaran W_O yang perlu dilatih. Proses pembaruan status dari lapisan tengah dan proses pelatihan bobot keluaran diberikan sebagai berikut. (Sun dkk., 2023).

$$m(t+1) = (1 - \alpha)m(t) + \alpha \tanh(W_I i(t) + W_M m(t) + \theta) \quad (10)$$

$$W'_O = AB^T(BB^T + \beta C)^{-1} \quad (11)$$

Dimana $m(\cdot)$ merepresentasikan keadaan neuron lapisan tengah pada saat tertentu. α adalah parameter tingkat kebocoran; ini adalah nilai skalar yang

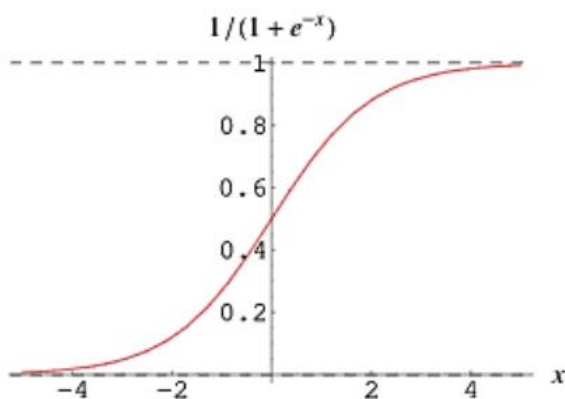
menentukan kecepatan di mana aktivitas reservoir meluruh dari waktu ke waktu. W_I, W_M, W_O adalah matriks bobot input, matriks bobot lapisan tengah, dan matriks bobot output, masing-masing, dan θ adalah istilah bias, dan biasanya ditetapkan menjadi 1. Pada Persamaan (2), algoritma regresi ridge digunakan untuk melatih matriks bobot keluaran W_O . A merepresentasikan data label; matriks keadaan reservoir diwakili oleh B . C adalah matriks d-unit dengan ukuran yang sama dengan B . B^T merepresentasikan invers matriks B dan parameter regresi ridge dilambangkan dengan β . (Sun dkk., 2023).

1.6.9 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan fungsi nonlinear yang digunakan dalam proses pelatihan *neural network*, dengan tujuan mendefinisikan *output* dari sebuah neuron berdasarkan sekumpulan *input* yang diberikan (Akil, 2023). Cara kerja fungsi aktivasi di dalam *neural network* adalah sebagai berikut: *input* dimasukkan ke jaringan melalui *input layer*, kemudian pada neuron di *layer* berikutnya, bobot dari setiap *input* dijumlahkan dan biasanya ditambahkan bias. Hasil penjumlahan ini kemudian diproses melalui fungsi aktivasi untuk menentukan *output* neuron tersebut (Akil, 2023). Secara tradisional, dua fungsi aktivasi nonlinier yang banyak digunakan adalah fungsi aktivasi sigmoid dan tangen hiperbolik.

Fungsi sigmoid merupakan fungsi matematika yang memiliki bentuk kurva menyerupai huruf "S" atau dikenal sebagai kurva sigmoid. Menurut Han & Morag, dalam bidang jaringan saraf tiruan, istilah "fungsi sigmoid" sering merujuk pada fungsi logistik (Qotrunnada, 2022). Contoh umum dari fungsi sigmoid adalah fungsi logistik yang ditunjukkan pada **Gambar 4** dan didefinisikan oleh rumus:

$$S(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{e^x}{e^x + 1} = 1 - S(-x) \quad (12)$$

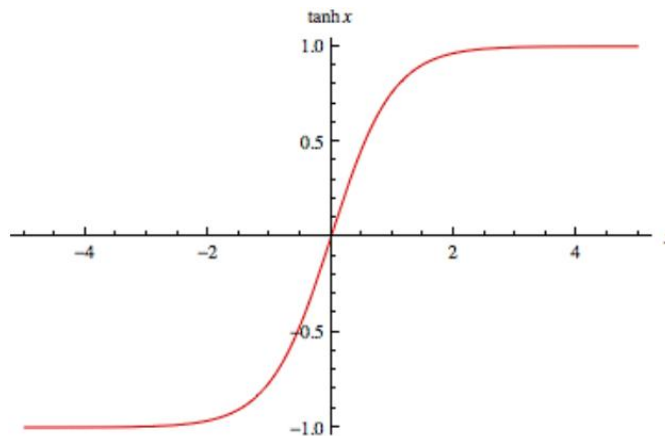


Gambar 4. Grafik Fungsi Aktivasi Sigmoid

Sumber : Qotrunnada, 2022

Fungsi hiperbolik merupakan fungsi yang mirip dengan fungsi trigonometri biasa, namun didefinisikan berdasarkan hiperbola, bukan lingkaran. Sama seperti titik-titik $(\cos x, \sin x)$ yang membentuk lingkaran dengan jari-jari satu, titik-titik $(\cosh x, \sinh x)$ membentuk setengah bagian kanan dari hiperbola satuan. Selain itu, turunan dari $\sin x$ dan $\cos x$ adalah $\cos x$ dan $-\sin x$, sedangkan turunan dari $\sinh x$ dan $\cosh x$ adalah $\cosh x$ dan $\sinh x$. Fungsi tangen hiperbolik, yang diperlihatkan pada **Gambar 5**, didefinisikan dengan rumus: (Qotrunnada, 2022)

$$\tanh x = \frac{\sinh x}{\cosh x} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1} \quad (13)$$



Gambar 5. Grafik Fungsi Aktivasi Tangen Hiperbolik

Sumber : Qotrunnada, 2022

1.6.10 Hyperparameter Tuning

Hyperparameter adalah parameter yang nilainya ditentukan diawal dan tetap konstan selama proses pelatihan model. Penyetelan hiperparameter (*hyperparameter tuning*) adalah proses mencari nilai terbaik untuk *hyperparameter* ini melalui percobaan (*trial and error*) untuk mendapatkan hasil optimal (Khumaidi & Nirmala, 2022).

Pada model RNN dan LSTM, hiperparameter yang digunakan antara lain jumlah neuron(*units*), *epoch*, dan *dropout*.

1. *Units* pada RNN/LSTM mengacu pada jumlah neuron atau sel memori di lapisan tersembunyi. Semakin banyak *units*, semakin besar kapasitas model dalam mempelajari pola data yang kompleks, namun juga meningkatkan risiko *overfitting* dan kebutuhan komputasi.
2. *Epoch* adalah hiperparameter yang menunjukkan berapa kali algoritma melakukan proses pelatihan dengan melewati seluruh dataset secara lengkap, baik secara *forward* maupun *backward*. Menurut Vijayalakshmi dan Venkatachalapathy, *epoch* juga diartikan sebagai jumlah iterasi selama

proses pelatihan di mana bobot jaringan diperbarui setelah setiap iterasi tersebut berlangsung (Fitriani, 2023).

3. *Dropout* adalah metode yang digunakan untuk mengatasi *overfitting* pada jaringan saraf dengan menghindari penyesuaian yang terlalu rumit selama pelatihan data. Selain itu, teknik ini juga dapat mempercepat proses pembelajaran dengan secara acak menonaktifkan neuron-neuron yang tidak aktif selama fase pelatihan (Magdalena dkk., 2021).

Untuk model ESN, hiperparameter yang digunakan adalah ukuran reservoir, *noise*, *sparsity*, dan *spectral radius*.

1. Ukuran reservoir menyatakan jumlah unit/neuron dalam reservoir. Semakin besar ukuran reservoir, semakin baik kinerja yang dapat diperoleh, asalkan langkah-langkah pengaturan yang tepat diambil terhadap *overfitting* (Haromainy dkk., 2021). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian menerapkan reservoir yang lebih kecil. Hal ini bertentangan dengan proposisi lakusevicius untuk menggunakan nilai terbesar untuk reservoir (Viehweg dkk., 2023).
2. *Noise* pada ESN dapat ditambahkan untuk meningkatkan *robustnes* dan mencegah *overfitting*. *Noise* membantu reservoir menghasilkan representasi yang lebih bervariasi dan mencegah model terlalu menyesuaikan pada data pelatihan.
3. Dalam publikasi asli ESN, disarankan agar koneksi reservoir dibuat jarang dengan sebagian besar elemen W^{in} bernilai nol. Meskipun *sparsity* tidak banyak memengaruhi kinerja dan jarang dioptimalkan, koneksi jarang ini dapat mempercepat pembaruan reservoir jika menggunakan representasi matriks jarang (Haromainy dkk., 2021).
4. *Spectral radius* $\rho(W)$ adalah nilai eigen terbesar dari matriks reservoir. Nilai ini sangat penting untuk memastikan *echo state property* (ESP), yaitu kestabilan dan kemampuan memori jangka panjang pada ESN. Literatur klasik menyarankan $\rho(W) < 1$ untuk menjamin ESP, namun penelitian terbaru menunjukkan nilai $\rho(W)$ optimal bisa bervariasi, bahkan kadang lebih besar dari 1, tergantung pada masalah yang dihadapi (Ren & Ma, 2022).

1.6.11 Grid Search Cross-Validation (GSCV)

Salah satu metode yang digunakan dalam *hyperparameter tuning* adalah *grid search*, yang menguji semua kombinasi kemungkinan dari rentang nilai *hyperparameter* yang telah ditentukan dan membandingkan hasilnya untuk menemukan kombinasi terbaik (Müller & Guido, 2017). Dalam aplikasinya, metode *grid search* harus dipandu dengan beberapa metrik kinerja, biasanya diukur dengan *cross-validation* pada data latih (Safira dkk., 2023)

Time series cross-validation adalah metode validasi khusus untuk data deret waktu yang mempertahankan urutan temporal data dalam proses pembagian data (Bergmeir dkk., 2017). Salah satu metode yang umum adalah *rolling-origin cross-*

validation, di mana model dilatih pada subset data yang berkembang dan diuji pada titik waktu berikutnya, dengan proses ini diulang hingga akhir data (Cerqueira dkk., 2019). *Grid search cross-validation* merupakan proses uji coba satu persatu kombinasi *hyperparameter* model dan mengevaluasi kinerjanya menggunakan *cross-validation* (Fatmawati & Rifai, 2023).

1.6.12 Evaluasi Model

Untuk menilai efektivitas prediksi setiap model dari perspektif kuantitatif, penelitian ini memilih MAE (*Mean Absolute Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), RMSE (*Root Mean Square Error*), dan R^2 (*Koefisien Determinasi*) untuk mengukur akurasi prediksi dan kemampuan generalisasi dari model yang berbeda.

1. MAE (*Mean Absolute Error*), menunjukkan nilai kesalahan rata-rata dari nilai aktual dengan nilai prediksi. MAE sendiri secara umum digunakan untuk pengukuran prediksi *error* pada analisis *time series*. Berikut adalah formula untuk menghitung MAE (Chai & Draxler, 2014).

$$MAE = \sum \frac{|Y' - Y|}{n} \quad (14)$$

Dengan Y' adalah nilai prediksi, Y adalah nilai aktual, dan n merupakan jumlah data.

2. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), merupakan rata – rata diferensiasi absolut antara nilai prediksi dan aktual, yang dinyatakan sebagai persentase nilai aktual (Riyadi, 2015). MAPE digunakan untuk menghitung persentase kesalahan antara nilai aktual dan nilai prediksi.

$$MAPE = \frac{\sum \left| \left(\frac{Y - Y'}{Y} \right) 100\% \right|}{n} \quad (15)$$

Dengan Y' adalah nilai prediksi, Y adalah nilai aktual, dan n merupakan jumlah data.

3. RMSE (*Root Mean Square Error*), adalah jumlah dari kesalahan kuadrat atau selisih antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang telah ditentukan (Chai & Draxler, 2014). Berikut adalah formula untuk menghitung RMSE.

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(Y' - Y)^2}{n}} \quad (16)$$

Dengan Y' adalah nilai prediksi, Y adalah nilai aktual, dan n merupakan jumlah data.

4. R^2 (*Koefisien Determinasi*), adalah metrik statistik yang digunakan untuk menilai seberapa baik model regresi menjelaskan variasi dalam variabel dependen. Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan proporsi yang lebih besar dari variasi tersebut. Menurut Ghazali (2013), koefisien determinasi mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel dependen. Secara matematis, R^2 dapat dihitung dengan rumus:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Y - Y')^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} \quad (17)$$

Dengan Y adalah nilai aktual, Y' adalah nilai prediksi, dan $\bar{Y}$ adalah rata – rata dari nilai aktual.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan komparatif, karena menggunakan data historis harga saham Apple (AAPL) dan membandingkan performa tiga algoritma *machine learning* (*Recurrent Neural Network*, *Long Short-Term Memory*, dan *Echo State Network*).

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Januari 2025 dan berlokasi di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

2.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data historis harga saham Apple (AAPL) yang diunduh dari *Yahoo Finance* dengan rentang waktu 1 Januari 2019 hingga 31 Desember 2024. Data yang dikumpulkan mencakup empat variabel utama, yaitu variabel *Open* (Harga pembukaan saham per hari), variabel *High* (Harga tertinggi saham per hari), variabel *Low* (Harga terendah saham per hari), dan variabel *Close* (Harga penutupan saham per hari).

2.4 Identifikasi Variabel

1. Variabel Masukan
Data historis harga saham Apple Inc. dalam bentuk *sliding window*; setiap sampel terdiri dari data 100 hari sebelumnya (*Open*, *High*, *Low*, *Close*) yang digunakan untuk memprediksi nilai pada hari berikutnya.
2. Variabel Keluaran
Prediksi harga saham (*Open*, *High*, *Low*, *Close*) pada hari ke-101 dan seterusnya.

2.5 Lingkungan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Google Colaboratory (Google Colab) sebagai lingkungan pemrograman berbasis awan (*cloud-based platform*) yang disediakan oleh Google. Google Colab menyediakan antarmuka pemrograman Python berbasis Jupyter Notebook yang dapat digunakan tanpa memerlukan instalasi lokal. Seluruh proses pemrograman, pelatihan model, visualisasi data, dan evaluasi dilakukan secara daring melalui platform ini.

Spesifikasi lingkungan komputasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengaturan *default* dari *runtime* Google Colab (tanpa GPU). Rincian spesifikasinya dibagi ke dalam dua bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak, sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras Google Colab

Komponen	Spesifikasi
Prosesor	Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.20GHz
RAM	12.67 GB
Penyimpanan	107.72 GB
Sistem Operasi	Linux-6.1.123+-x86_64-with-glibc2.35

Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Lunak Google Colab

Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	Linux-6.1.123+-x86_64-with-glibc2.35
Bahasa Pemrograman	Python 3.11.12
Pustaka (Library)	NumPy, Pandas, Matplotlib, YFinance, Seaborn, TensorFlow, Scikit-learn

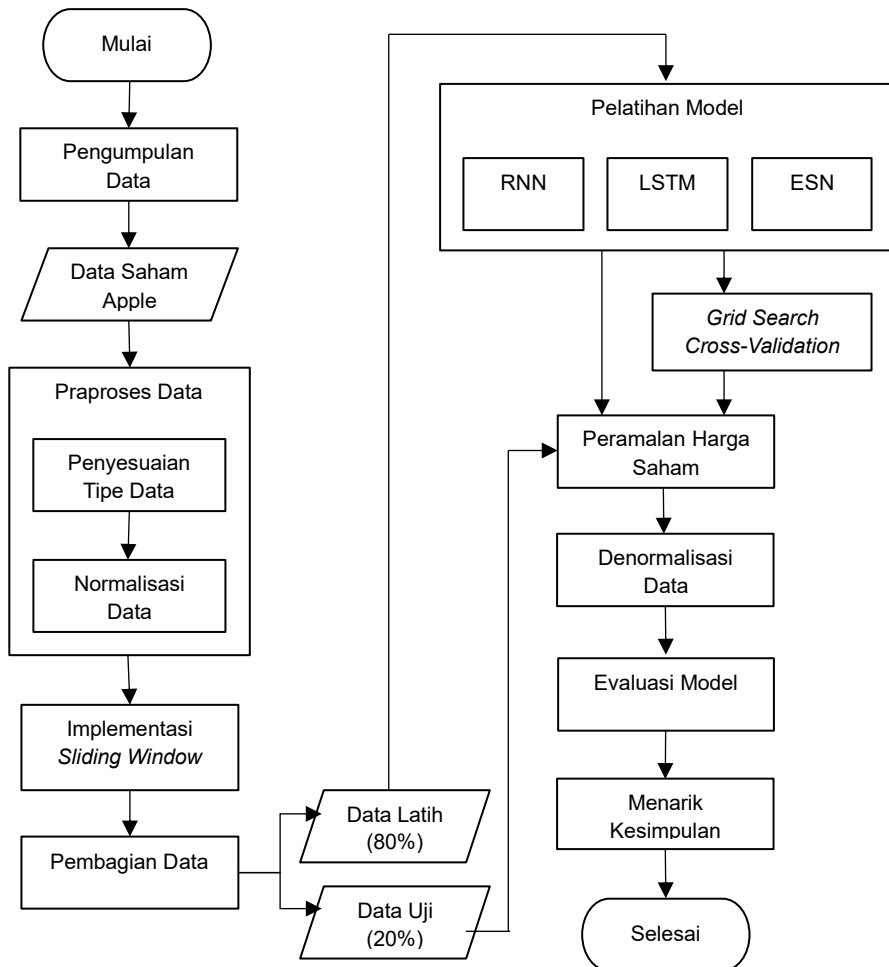
Sumber : Data Diolah, 2025

2.6 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah
Prediksi harga saham berdasarkan data historis dengan tingkat kesalahan dan waktu komputasi yang kompetitif.
2. Studi literatur
Studi literatur penelitian terdahulu terkait peramalan harga saham menggunakan beberapa algoritma *Machine Learning* seperti RNN, LSTM, dan ESN.
3. Pengumpulan Data
Data harga saham perusahaan Apple diunduh menggunakan *API yfinance* pada bahasa pemrograman Python.
4. Praproses Data
 - a. Penyesuaian Data: Data dicek informasinya, lalu disesuaikan dan diurutkan sesuai rentang waktunya.
 - b. Normalisasi: Data dinormalisasi dengan *MinMaxScaler* sehingga nilainya berada pada rentang 0 hingga 1.
5. Implementasi *sliding window*
Teknik *sliding window* digunakan dengan *window size* = 100 hari sebagai *input* untuk memprediksi *output* berupa harga saham pada hari ke-101 dan seterusnya.
6. Pembagian Data
Data dibagi menjadi dua bagian dengan proporsi 80:20, yaitu data latih (80%) dan data uji (20%).
7. Pelatihan Model

- a. Model RNN, LSTM, dan ESN dibangun dan dilatih menggunakan data latih.
 - b. Model dilatih dengan 2 pendekatan, yaitu dengan dan tanpa *grid seach cross validation*
8. Peramalan harga saham menggunakan data uji.
9. Denormalisasi Data
Hasil peramalan harga saham kemudian di denormalisasikan ke skala aslinya.
10. Evaluasi Kinerja Model
Hasil peramalan model RNN, LSTM, dan ESN yang telah di denormalisasi kemudian di evaluasi untuk mengetahui kinerja ketiga model, mengetahui apakah model mengalami *overfitting*, serta untuk memilih model terbaik pada penelitian ini.
11. Kesimpulan
Kesimpulan ditarik berdasarkan analisis pada hasil evaluasi model.

2.7 Alur Kerja Penelitian



BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

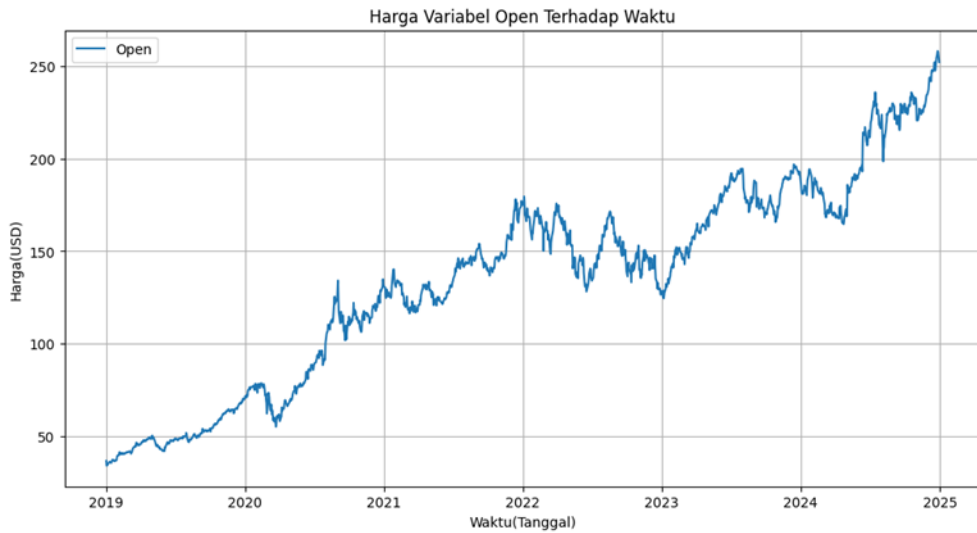
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data historis harga saham perusahaan Apple Inc. (AAPL) selama enam tahun terakhir dalam periode harian, mulai awal Januari 2019 hingga akhir Desember 2024. Data diperoleh dari laman *Yahoo Finance* dengan menggunakan API python. Data terdiri dari 1.509 baris data dengan 5 variabel, yaitu tanggal(*Date*), harga pembukaan (*Open*), harga tertinggi (*High*), harga terendah (*Low*), dan harga penutupan (*Close*) dalam satuan USD (\$).

Tabel 3. Data Historis Harga Saham Apple

Date	Open	High	Low	Close
2019-01-02	36.944466	37.889009	36.787041	37.667183
2019-01-03	34.342207	34.757234	33.869937	33.915257
2019-01-04	34.473390	35.432244	34.299271	35.363071
2019-01-07	35.468017	35.499026	34.800159	35.284355
2019-01-08	35.673145	36.212204	35.425085	35.956985
...	...	...	...	...
2024-12-23	254.490204	255.369227	253.171646	254.989655
2024-12-24	255.209412	257.926411	255.009620	257.916443
2024-12-26	257.906429	259.814335	257.347047	258.735504
2024-12-27	257.546826	258.415896	252.782075	255.309296
2024-12-30	251.952985	253.221595	250.474615	251.923019

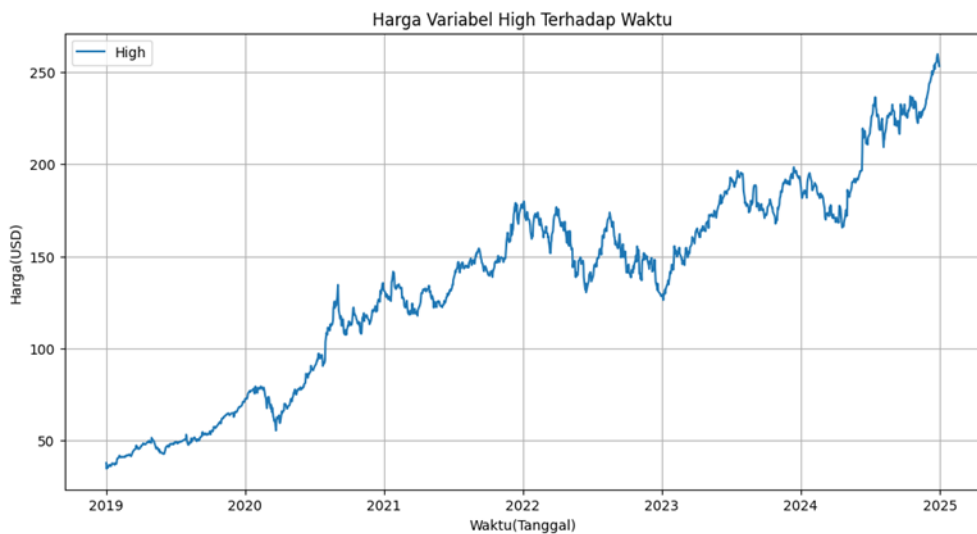
Sumber : Yahoo Finance, 2025

Tabel 3 menunjukkan 5 data awal dan 5 data akhir harga saham apple. Agar lebih mudah melihat seluruh data harga saham Apple Inc. selama enam tahun terakhir, data di plot menggunakan bahasa pemrograman python. Berikut plot data harga saham perusahaan Apple untuk setiap variabel.



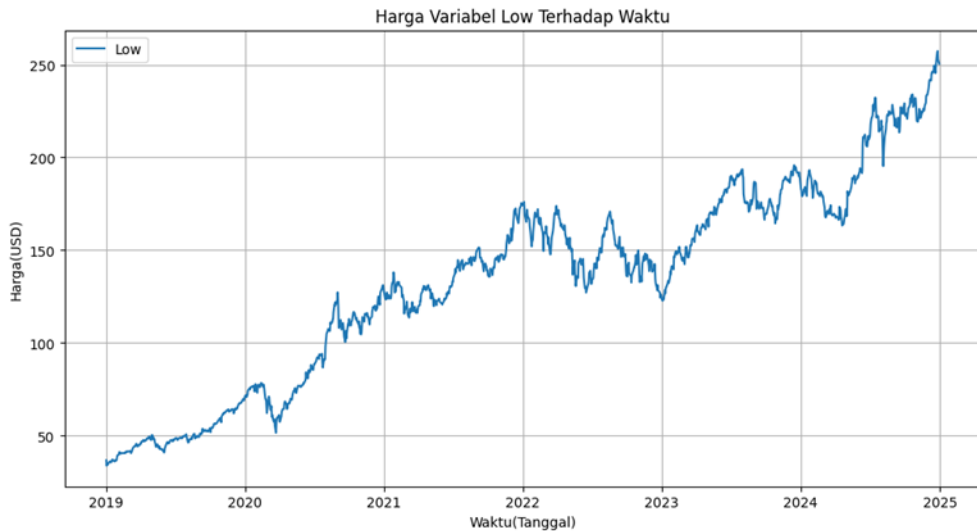
Gambar 6. Plot Harga Pembukaan (*Open*) Saham Apple

Sumber : Data Diolah, 2025



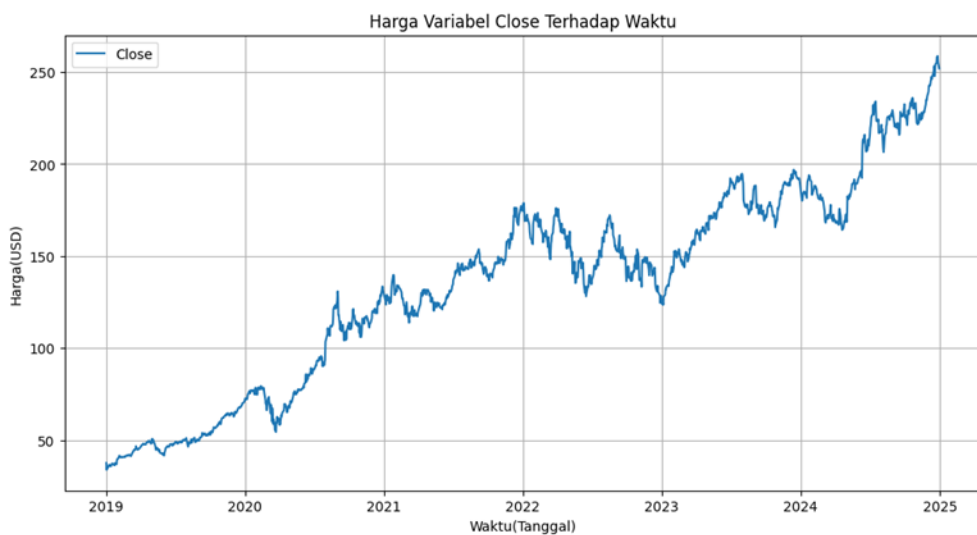
Gambar 7. Plot Harga Tertinggi (*High*) Saham Apple

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 8. Plot Harga Terendah (*Low*) Saham Apple

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 9. Plot Harga Penutupan (*Close*) Saham Apple

Sumber : Data Diolah, 2025

Gambar 6 hingga **Gambar 9** menampilkan plot harga pembukaan, harga tertinggi, harga terendah, dan harga penutupan saham Apple sejak Januari 2019 hingga Desember 2024. Secara umum, grafik menunjukkan harga saham Apple

mengalami tren peningkatan selama periode tersebut. Meskipun terdapat fluktuasi, harga saham cenderung meningkat dari sekitar \$35-\$40 pada awal tahun 2019 hingga lebih dari \$250 pada akhir tahun 2024.

3.2 Praproses Data

Sebelum dilakukan pemodelan, data terlebih dahulu diolah agar menjadi data yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan pemodelan.

3.2.1 Penyesuaian Data

Data pada dataset dicek informasinya terlebih dahulu untuk memastikan kesesuaiannya.

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1509 entries, 0 to 1508
Data columns (total 5 columns):
#   Column  Non-Null Count  Dtype
---  ---
0    Date    1509 non-null    object
1    Open    1509 non-null    float64
2    High    1509 non-null    float64
3    Low     1509 non-null    float64
4    Close   1509 non-null    float64
dtypes: float64(4), object(1)
memory usage: 59.1+ KB
```

Gambar 10. Tipe Data Sebelum Disesuaikan

Sumber : Data Diolah, 2025

Pada **Gambar 10** dapat dilihat semua kolom memiliki *1509 non-null values*, artinya tidak ada data yang hilang (*missing values*). Selanjutnya variabel '*Date*' memiliki tipe data *object*. Karena data ini merupakan data deret waktu, kolom '*Date*' perlu dikonversi ke tipe data *datetime* dan diatur sebagai *index*. Hal ini bertujuan untuk memastikan data terurut sesuai tanggal. Sedangkan variabel '*Open*', '*High*', '*Low*', dan '*Close*' memiliki tipe data *float64*, yang berarti datanya adalah data numerik dengan presisi desimal. Hal ini sudah sesuai untuk pemodelan, sehingga tidak perlu diubah. Sehingga diperoleh informasi tipe data seperti pada **Gambar 11** berikut.

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
DatetimeIndex: 1509 entries, 2019-01-02 to 2024-12-30
Data columns (total 4 columns):
#   Column  Non-Null Count  Dtype
---  ---
0    Open    1509 non-null    float64
1    High    1509 non-null    float64
2    Low     1509 non-null    float64
3    Close   1509 non-null    float64
dtypes: float64(4)
memory usage: 58.9 KB
```

Gambar 11. Tipe Data Setelah Disesuaikan

Sumber : Data Diolah, 2025

3.2.2 Normalisasi Data

Dataset yang digunakan terdiri dari beberapa variabel dan mempunyai selisih angka yang jauh, mulai dari puluhan hingga ratusan. Hal ini dapat menyebabkan variabel tertentu mendominasi variabel lain ketika model dilatih sehingga dapat menurunkan atau memperburuk performa model prediksi. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan normalisasi data menggunakan *MinMaxScaler*. Metode ini mengubah semua nilai dataset ke rentang antara 0 dan 1, sehingga semua data memiliki skala yang sama.

Tabel 4. Data Historis Harga Saham Apple Setelah Normalisasi

Date	Open	High	Low	Close
2019-01-02	0.011640	0.013916	0.013053	0.016689
2019-01-03	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2019-01-04	0.000587	0.002999	0.001921	0.006440
2019-01-07	0.005036	0.003296	0.004163	0.006090
2019-01-08	0.005953	0.006465	0.006959	0.009082
...	...	...	...	...
2024-12-23	0.984719	0.980249	0.981316	0.983338
2024-12-24	0.987936	0.991611	0.989541	0.996357
2024-12-26	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
2024-12-27	0.998391	0.993786	0.979573	0.984760
2024-12-30	0.973370	0.970706	0.969248	0.969698

Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 4 menunjukkan 5 data awal dan 5 data akhir harga saham apple setelah di normalisasi.

3.3 Implementasi *Sliding Window*

Untuk mempersiapkan data sebagai masukan (*input*) model, dilakukan segmentasi data menggunakan teknik *sliding window*. Segmentasi data merupakan proses pemisahan dan pengelompokan data menjadi beberapa bagian dengan panjang data setiap kelompok (*window size*) di atur sesuai kebutuhan. Penelitian ini menggunakan *window size* sebesar 100, artinya data historis 100 hari sebelumnya digunakan sebagai *input* untuk memprediksi *output* data harga saham pada hari berikutnya.

Data 1										
1	2	...	101	102	...	1408	1409	...	1508	1509
Data 2										
1	2	...	101	102	...	1408	1409	...	1508	1509
...										
Data 1408										
1	2	...	101	102	...	1408	1409	...	1508	1509
Data 1409										
1	2	...	101	102	...	1408	1409	...	1508	1509

Keterangan:

	Data <i>input</i> 100 hari sebelumnya		Data <i>output</i> yang akan diprediksi
--	---------------------------------------	--	---

Gambar 12. *Sliding Window* Dengan *Window Size* 100

Sumber : Data Diolah, 2025

Setelah menerapkan *sliding window* dengan *window size* 100, maka jumlah data yang awalnya 1509 baris data berubah menjadi 1409 pasangan data *input* dan *output* seperti yang ditampilkan pada **Gambar 12**.

3.4 Pembagian Data

Data yang telah diproses kemudian dibagi menjadi data latih (*training*) dan data uji (*testing*) dengan proporsi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Pembagian ini dilakukan untuk melatih model dan mengevaluasi performanya pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Tabel 5. Jumlah Data Latih Dan Uji Setelah Segmentasi Data

Keterangan	Data Latih	Data Uji
Proporsi	80%	20%
Jumlah Data	1.127 data	282 data
Total Data	1.409 data	

Sumber : Data Diolah, 2025

Berdasarkan **Tabel 5** diatas, maka dapat dilihat bahwa data latih berjumlah sebanyak 1.127 pasangan data *input* dan *output*. Sedangkan, data uji berjumlah sebanyak 282 pasangan data *input* dan *output*.

3.5 Pelatihan Model

Pelatihan model pada penelitian ini dilakukan dengan 2 pendekatan, yaitu tanpa *Grid Search Cross-Validation* dan dengan menggunakan *Grid Search Cross-Validation*. Pelatihan model tanpa GSCV memberikan gambaran awal tentang kinerja model yang dibangun menggunakan kombinasi nilai *hyperparameter* awal atau *default*.

Model RNN, LSTM, dan ESN yang telah dibangun dengan nilai awal *hyperparameter* dilatih secara langsung menggunakan data latih dengan sekali jalan.

Sedangkan pelatihan model dengan GSCV dilakukan untuk menyesuaikan kombinasi nilai *hyperparameter* dengan validasi silang agar diperoleh kombinasi nilai *hyperparameter* terbaik untuk setiap model dan mencegah terjadinya *overfitting*. *GridSearchCV* bekerja dengan cara melakukan validasi silang sebanyak n kali untuk setiap kombinasi *hyperparameter*. Kombinasi *hyperparameter* yang menghasilkan kinerja terbaik (berdasarkan metrik evaluasi MSE terkecil) dipilih sebagai *hyperparameter* terbaik untuk model.

Tabel 6. Inisialisasi *Hyperparameter*

Model	<i>Hyperparameter</i>	Nilai awal	<i>Grid</i> Nilai
RNN/LSTM	Dropout	0.2	0.1/0.2/0.4
	Epoch	10	-
	Units	50	64/128/256
ESN	Reservoir	100	100/150/200/250
	Noise	0.001	0.1/0.2/0.3
	Sparsity	0.1	0.05/0.1/0.2
	Spectral Radius	0.95	0.98/0.99/1/1.01/1.1/1.2

Sumber : Data Diolah, 2025

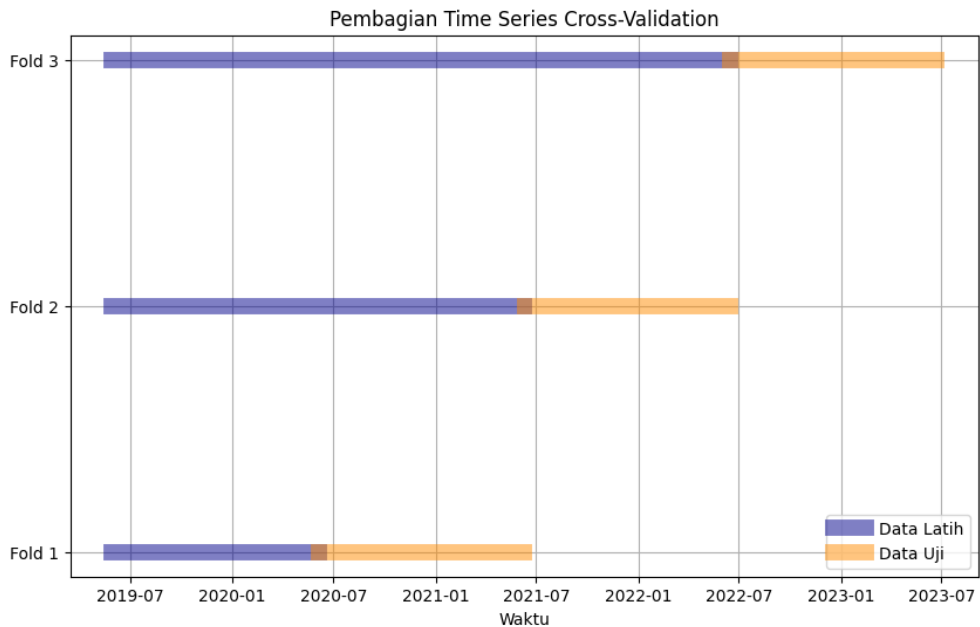
Model RNN dan LSTM memiliki struktur yang mirip, sehingga *hyperparameter* yang dimiliki kedua model ini juga agak mirip. Sedangkan model ESN sendiri memiliki struktur yang berbeda, sehingga *hyperparameter* yang dimilikinya juga berbeda. Pada penelitian ini, hanya beberapa *hyperparameter* yang akan di *tuning* untuk meminimalkan waktu komputasinya. **Tabel 6** berisi informasi terkait *hyperparameter* apa yang akan di *tuning*, nilai awal *hyperparameter* yang digunakan untuk membangun model, serta *grid* nilai *hyperparameter* yang akan digunakan pada penelitian ini. Nilai-nilai *hyperparameter* ini dipilih dan ditentukan karena menghasilkan nilai metrik evaluasi yang bagus berdasarkan asumsi penulis setelah dilakukan beberapa kali percobaan.

Untuk memastikan hasil *hyperparameter tuning* tidak bias, diterapkan juga *time series cross-validation* menggunakan *TimeSeriesSplit*. Agar waktu komputasinya tidak terlalu lama, dipilih n_split sebesar 3. Karena jumlah data yang digunakan untuk melatih model adalah 1127 data, maka diperoleh jumlah data untuk setiap *fold* sebagai berikut.

Tabel 7. Jumlah Data Tiap *Fold*

<i>Fold</i>	Data Latih	Data Uji	Jumlah Data
1	284	281	565
2	565	281	846
3	846	281	1127

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 13. Plot Cross Validation Pada Data Training

Sumber : Data Diolah, 2025

Dari **Tabel 7** dan **Gambar 13** diatas, dapat dilihat bahwa ukuran data latih meningkat secara progresif untuk setiap *fold*, sedangkan data uji tetap berada di bagian akhir deret waktu. Hal ini bertujuan agar model yang dibangun dapat beradaptasi dengan tren dan pola historis dari waktu ke waktu tanpa melanggar keteraturan temporal. Pembagian ini membantu dalam mengukur kinerja model secara lebih objektif, menghindari bias akibat pembagian data yang statis, serta memastikan bahwa model dapat menangani data baru dengan lebih baik. Berikut adalah nilai *error* (MSE) ketiga model setelah menerapkan GSCV.

Tabel 8. Pelatihan Model RNN Dengan GSCV

<i>Dropout</i>	<i>Units</i>	<i>MSE</i>
0.1	64	0.00582
	128	0.00143
	256	0.00173
0.2	64	0.00459
	128	0.00217
	256	0.00238
0.4	64	0.00781
	128	0.00336
	256	0.00108

Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 9. Pelatihan Model LSTM Dengan GSCV

<i>Dropout</i>	<i>Units</i>	<i>MSE</i>
0.1	64	0.00052
	128	0.00045
	256	0.00040
0.2	64	0.00053
	128	0.00046
	256	0.00043
0.4	64	0.00064
	128	0.00042
	256	0.00062

Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 10. Pelatihan Model ESN Dengan GSCV

<i>Reservoir</i>	<i>Noise</i>	<i>Sparsity</i>	<i>Spectral Radius</i>	<i>MSE</i>
100	0.001	0.05	0.98	0.00269
			0.99	0.00277
			1	0.01070
			1.01	0.00449
			1.1	0.01064
...	...	...	...	...
250	0.3	0.2	0.99	0.00276
			1	0.00082
			1.01	0.01842
			1.1	0.00200
			1.2	0.01030

Sumber : Data Diolah, 2025

Dari **Tabel 8**, **Tabel 9**, dan **Tabel 10**, kombinasi *hyperparameter* terbaik untuk setiap model ditentukan berdasarkan nilai MSE terkecil yang dihasilkan. Untuk data lengkap **Tabel 10** dapat dilihat secara lengkap pada **Lampiran 2**. Kombinasi *hyperparameter* terbaik ini akan digunakan untuk memprediksi data saham ke depannya.

Total waktu pelatihan yang dibutuhkan oleh ketiga model juga berbeda beda. Model ESN membutuhkan waktu komputasi yang paling singkat dibandingkan dengan model lainnya, sedangkan model LSTM membutuhkan waktu komputasi yang paling lama. Model RNN sendiri membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama dari model ESN, namun lebih cepat dari model LSTM.

Tabel 11. Perbandingan Waktu Komputasi Pelatihan Model Tanpa dan Dengan GSCV

	RNN	LSTM	ESN
Waktu Pelatihan Tanpa GSCV(detik)	9.21573	22.63889	0.40045
Waktu Pelatihan Dengan GSCV(detik)	380.91215	1087.89558	207.74349
Peningkatan Waktu Pelatihan	4033.28%	4705.43%	51777.51%

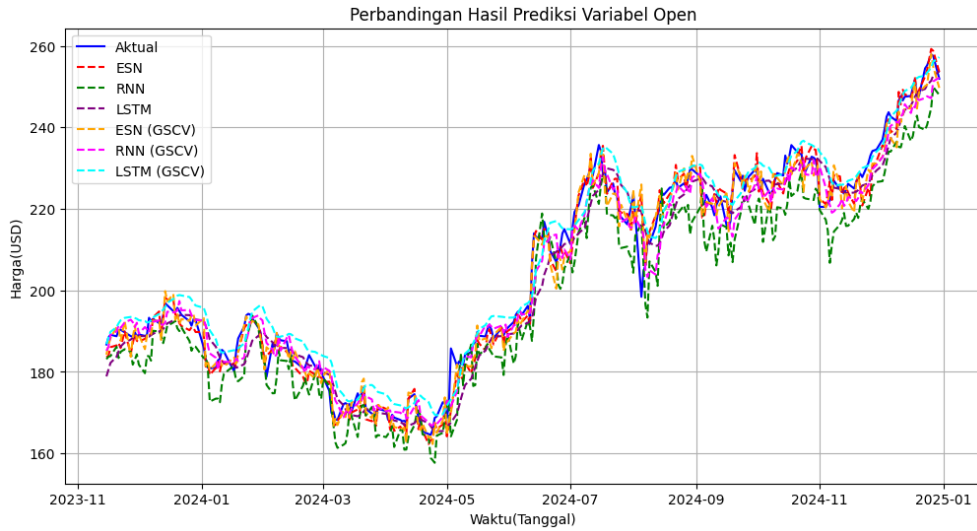
Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 11 menunjukkan perbedaan waktu komputasi pelatihan model sebelum dan setelah penerapan *grid search cross-validation*. Terlihat bahwa tanpa GSCV, model dapat dilatih menggunakan data latih dengan waktu yang sangat singkat, dengan model ESN yang paling cepat, kemudian model RNN, dan yang paling lama adalah model LSTM.

Setelah penerapan GSCV, waktu pelatihan setiap model meningkat pesat, dimana waktu pelatihan model RNN meningkat sebesar 4033.28% dari sebelumnya, model LSTM meningkat sebesar 4705.43%, dan waktu ESN meningkat sebesar 51777.51%. Meskipun peningkatan model ESN paling tinggi, namun secara keseluruhan, model ESN tetap yang paling cepat, disusul oleh model RNN, kemudian model LSTM.

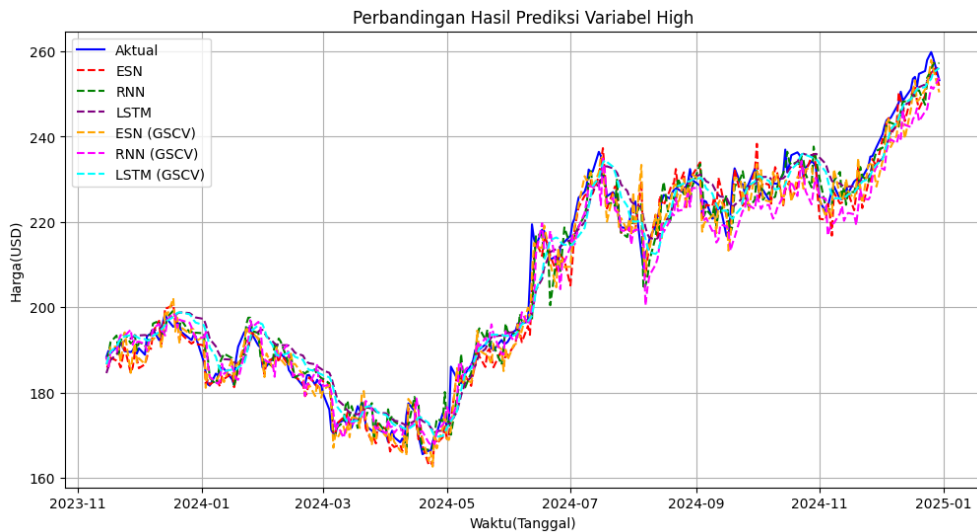
3.6 Peramalan Harga Saham

Setelah ketiga model dilatih menggunakan data latih, selanjutnya model RNN, LSTM, dan ESN akan digunakan untuk melakukan prediksi atau peramalan pada data uji yang belum pernah dilihat oleh model sebelumnya untuk melihat kemampuan model menangkap pola dari data latih sebelumnya dan melihat kemampuan model dalam menangani data baru. Agar lebih mudah melihat seluruh data hasil peramalan harga saham, data ditampilkan dalam grafik perbandingan hasil peramalan sebagai berikut.



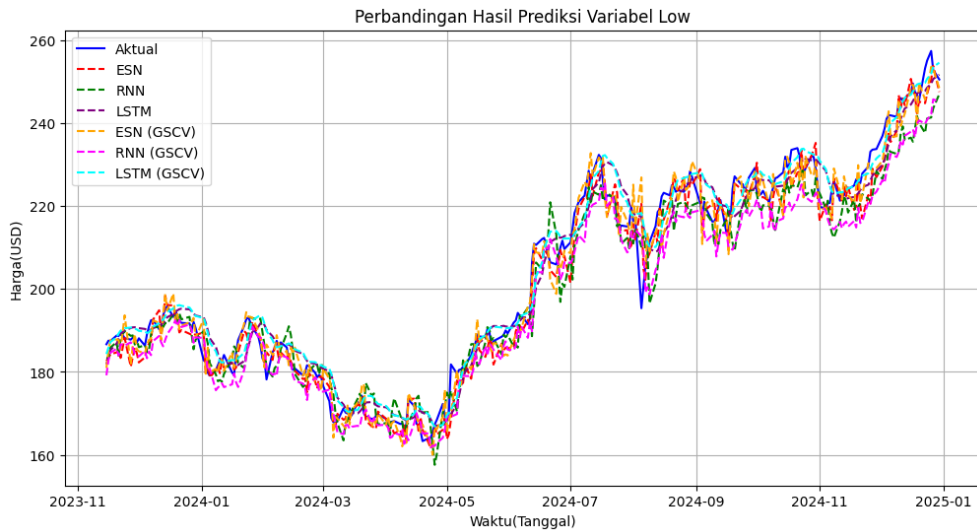
Gambar 14. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *Open*

Sumber : Data Diolah, 2025



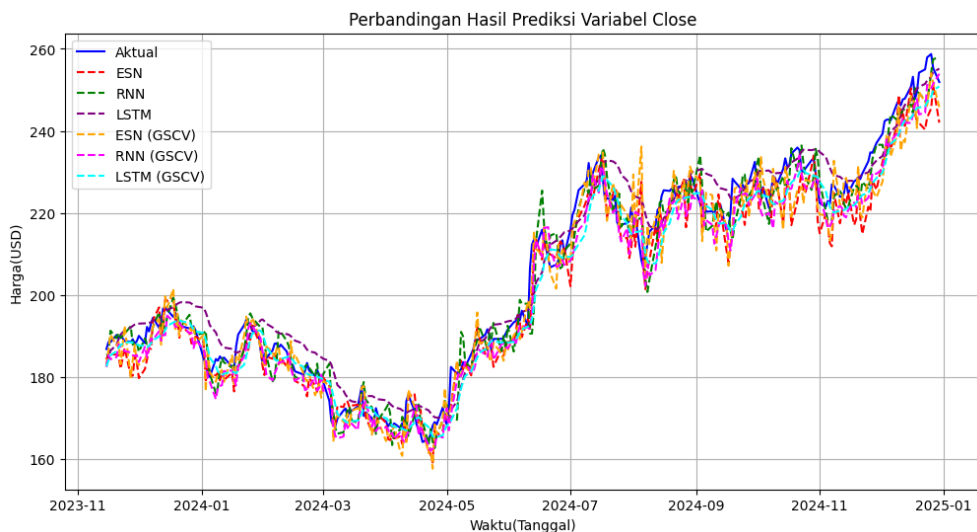
Gambar 15. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *High*

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 16. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *Low*

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 17. Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *Close*

Sumber : Data Diolah, 2025

Gambar 14 sampai **Gambar 17** menampilkan hasil perbandingan antara harga aktual saham Apple dengan hasil prediksi ketiga model sebelum dan setelah menerapkan *grid search cross validation* pada data uji untuk variabel *open*, *high*, *low*, dan *close*. Sebelum menerapkan *grid search cross validation*, ketiga model dapat mengikuti pola pergerakan harga saham aktual dengan cukup baik, namun setelah

menerapkan *grid search cross validation*, ketiga model menunjukkan kemampuan yang lebih baik lagi dalam mengikuti pola pergerakan harga saham aktual. Hal ini menandakan bahwa model berhasil belajar dari data latih dan mampu menangkap tren harga saham historis untuk memprediksi harga saham. Selain itu, terlihat pula bahwa implementasi teknik *grid search cross validation* dapat meningkatkan kemampuan model dalam peramalan. Meskipun demikian, terdapat beberapa perbedaan dalam tingkat akurasi masing-masing model.

3.7 Evaluasi Model

Setelah proses pelatihan dan peramalan pada model, model kemudian di evaluasi untuk mengukur kinerja dan akurasinya dalam peramalan data. Tujuannya untuk mengetahui apakah model mengalami *overfitting* serta membantu dalam memilih model terbaik berdasarkan metrik evaluasi MAE, MAPE, RMSE, dan R^2 .

Tabel 12. Metrik Evaluasi Data Uji Tanpa GSCV

MODEL	MAE	MAPE	RMSE	R^2	Waktu
RNN	4.64336	0.02246	5.99682	0.93942	0.20511
LSTM	4.17406	0.02059	5.30727	0.95280	0.22710
ESN	3.17524	0.01540	4.30245	0.96904	0.01106

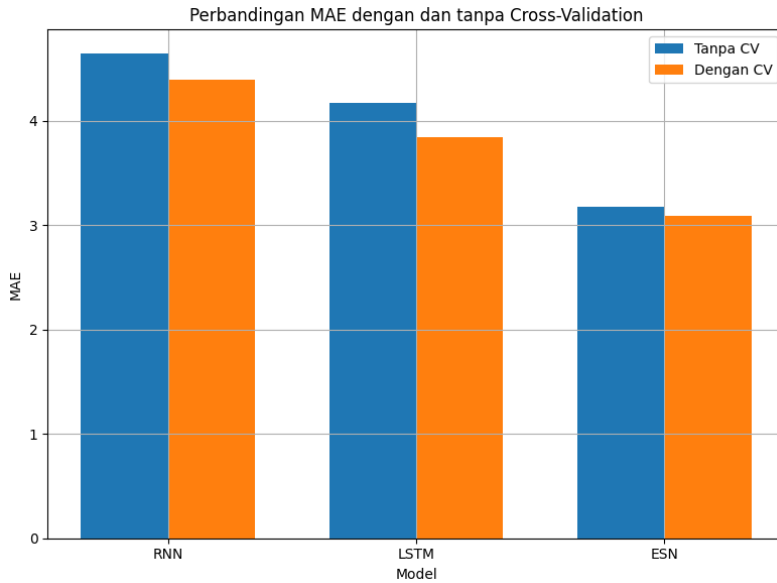
Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 13. Metrik Evaluasi Data Uji Dengan GSCV

MODEL	MAE	MAPE	RMSE	R^2	Waktu
RNN	4.39782	0.02100	5.53641	0.94846	0.39241
LSTM	3.84735	0.01892	4.98634	0.95835	1.32861
ESN	3.09501	0.01506	4.24846	0.96979	0.02727

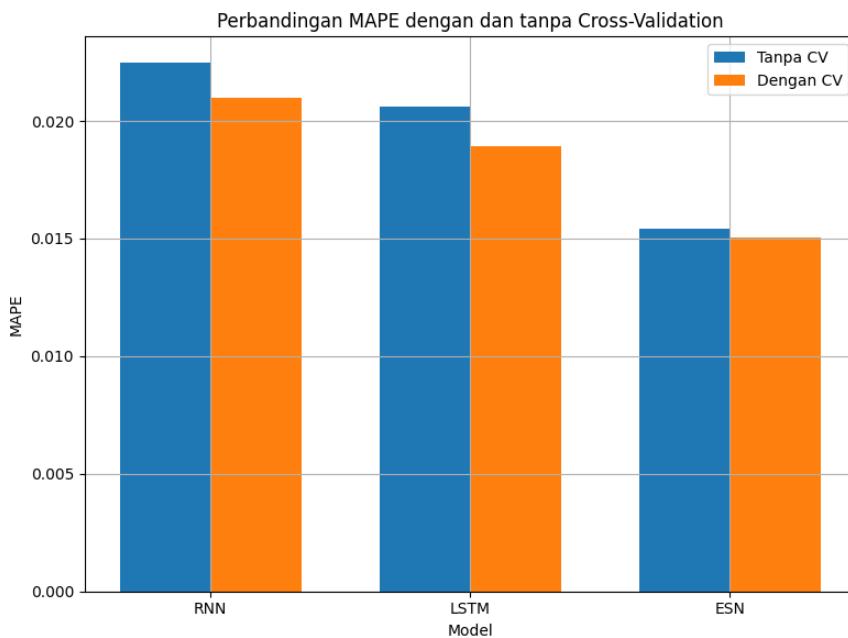
Sumber : Data Diolah, 2025

Tabel 12 dan **Tabel 13** menampilkan hasil metrik evaluasi MAE, MAPE, RMSE, R^2 , dan waktu komputasi ketiga model tanpa dan dengan GSCV. Untuk memudahkan memahami perbandingan matrik evaluasi tanpa dan dengan GSCV, maka di buat visualisasi berupa *bar chart* sebagai berikut.



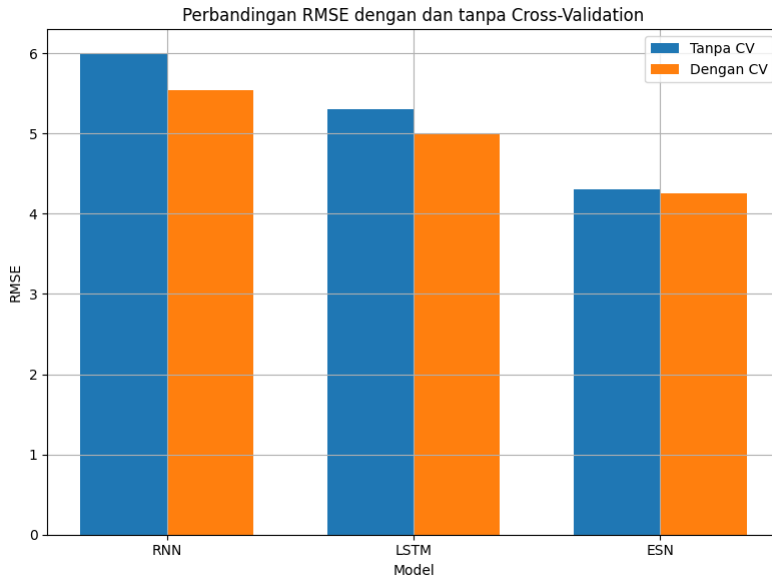
Gambar 18. Perbandingan MAE Tanpa dan Dengan GSCV

Sumber : Data Diolah, 2025



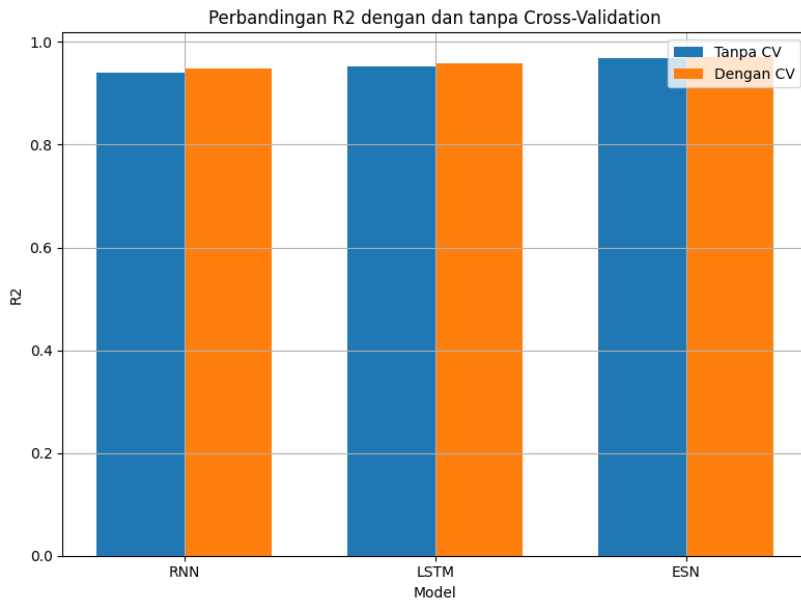
Gambar 19. Perbandingan MAPE Dengan dan Tanpa GSCV

Sumber : Data Diolah, 2025



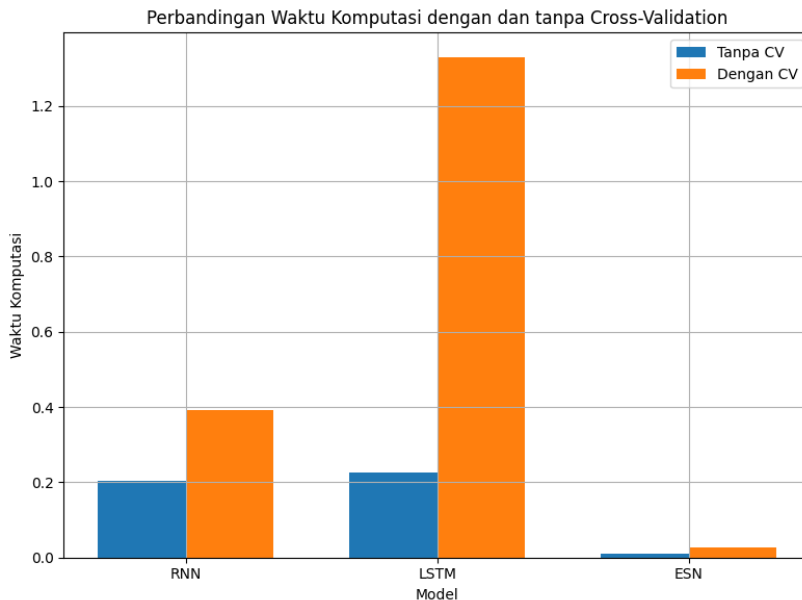
Gambar 20. Perbandingan RMSE Tanpa dan Dengan GSCV

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 21. Perbandingan R^2 Tanpa dan Dengan GSCV

Sumber : Data Diolah, 2025



Gambar 22. Perbandingan Waktu Komputasi Tanpa dan Dengan GSCV

Sumber : Data Diolah, 2025

Berdasarkan **Gambar 18**, **Gambar 19**, dan **Gambar 20**, dapat dilihat bahwa tanpa menerapkan GSCV, model ESN memiliki *error* yang paling kecil, disusul oleh model LSTM, dan terakhir adalah model RNN. Nilai *error* yang lebih rendah menunjukkan kinerja model yang lebih baik. Sedangkan nilai *error* yang tinggi menandakan bahwa model memiliki akurasi prediksi yang rendah dan menghasilkan prediksi yang jauh dari nilai aktual. Oleh karena itu diterapkan metode *Cross Validation* dengan *Hyperparameter Tuning Grid Search* untuk meningkatkan akurasi hasil prediksi model.

Dengan menerapkan GSCV, terlihat bahwa terjadi penurunan nilai *error* pada hasil peramalan ketiga model. Untuk model RNN, terjadi penurunan nilai MAE sebesar 5.29%, MAPE sebesar 6.51%, dan RMSE sebesar 7.68%. Untuk model LSTM, terjadi penurunan nilai MAE sebesar 7.83%, MAPE sebesar 8.13%, dan RMSE sebesar 6.05%. Selanjutnya pada model ESN, terjadi penurunan nilai MAE sebesar 2.53%, MAPE sebesar 2.19%, dan RMSE sebesar 1.25%. Dengan demikian, dengan menerapkan GSCV, model ESN tetap memiliki nilai *error* yang lebih kecil, disusul oleh model LSTM, dan terakhir adalah model RNN.

Pada **Gambar 21**, diperoleh bahwa tanpa menerapkan GSCV, model terbaik yang dapat menjelaskan variasi data adalah model ESN, kemudian model LSTM, lalu model RNN. Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1, di mana 1 menunjukkan bahwa model dapat menjelaskan semua variasi data dengan sempurna. Artinya, prediksi model sama persis dengan nilai aktual.

Dengan menerapkan GSCV, terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai R^2 pada ketiga model, meskipun peningkatannya tidak terlalu signifikan. Nilai R^2 pada RNN meningkat sebesar 0.96%, pada LSTM meningkat sebesar 0.58%, dan pada ESN meningkat sebesar 0.08%. Meskipun peningkatan nilai R^2 model RNN paling tinggi, namun model ESN tetap memiliki nilai R^2 tertinggi, kemudian model LSTM, lalu model RNN.

Sedangkan **Gambar 22** menampilkan perbandingan waktu komputasi prediksi tanpa dan dengan GSCV. Penerapan GSCV pada model RNN mengakibatkan waktu komputasinya meningkat sebesar 91.31%. Pada model LSTM terjadi peningkatan sebesar 485.04%. Sedangkan pada model ESN, juga terjadi peningkatan sebesar 146.47%. Secara keseluruhan, terlihat bahwa model ESN memiliki waktu komputasi yang paling cepat, disusul oleh model RNN, dan yang paling lama adalah model LSTM, baik tanpa dan dengan menerapkan GSCV.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dalam studi ini, model RNN, LSTM dan ESN di implementasikan dan di evaluasi kinerjanya untuk memprediksi harga saham multivariat menggunakan data harga saham harian perusahaan Apple. Ketiga model di optimalkan dengan menggunakan metode *grid search cross-validation* untuk mencari kombinasi *hyperparameter* yang menghasilkan kesalahan atau galat yang paling kecil serta mencegah terjadinya *overfitting*. Model RNN, LSTM, dan ESN yang sudah optimal ini kemudian di evaluasi menggunakan metrik evaluasi untuk mengukur akurasi dan performa setiap model saat melakukan prediksi dan dibandingkan kinerjanya dengan model yang tidak dioptimalkan menggunakan GSCV. Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kombinasi *hyperparameter* yang digunakan dalam penelitian ini agar modelnya optimal yaitu:
 - a. Metode RNN terbaik diperoleh menggunakan kombinasi *hyperparameter dropout* 0.4 dan *units* 256, dengan MSE sebesar 0.00108.
 - b. Metode LSTM terbaik diperoleh menggunakan kombinasi *hyperparameter dropout* 0.1 dan *units* 256, dengan MSE sebesar 0.00040.
 - c. Metode ESN terbaik diperoleh menggunakan kombinasi *hyperparameter reservoir* 250, *noise* 0.3, *sparsity* 0.2, dan *spectral radius* 1 dengan MSE sebesar 0.00082.
2. Dengan menerapkan GSCV, kinerja model ketiga model mengalami peningkatan. Model RNN mengalami peningkatan kinerja dan menghasilkan akurasi prediksi MAE 4.40, MAPE 0.02, RMSE 5.54, dan R^2 0.95. Model LSTM mengalami peningkatan, meskipun tidak sebesar model RNN dan menghasilkan akurasi prediksi MAE 3.85, MAPE 0.02, RMSE 4.99, dan R^2 0.96. Model ESN sendiri mengalami peningkatan kinerja yang cukup signifikan dibandingkan model lainnya dan menghasilkan akurasi prediksi dengan MAE 3.10, MAPE 0.02, RMSE 4.25, dan R^2 0.97. Dapat dilihat bahwa GSCV dapat meningkatkan kinerja ketiga model dan diperoleh bahwa model ESN memiliki akurasi terbaik dalam penelitian ini, di susul oleh model LSTM kemudian RNN.
3. Dengan menerapkan GSCV, waktu komputasi ketiga model mengalami peningkatan. Model RNN mengalami peningkatan waktu komputasi dan membutuhkan waktu pelatihan model selama 380.91215 detik (6 menit 20 detik) dan prediksi data uji selama 0.39241 detik. Model LSTM membutuhkan 1087.89558 detik (18 menit 7 detik) untuk pelatihan model dan 1.32861 detik untuk prediksi data uji. Model ESN membutuhkan

207.74349 detik (3 menit 27 detik) untuk melatih model dan 0.02727 detik untuk prediksi data uji. Penerapan GSCV mengakibatkan waktu komputasi ketiga model menjadi lebih lama, dimana model ESN membutuhkan waktu komputasi yang paling cepat, disusul oleh model RNN, dan yang paling lambat adalah model LSTM.

4. Dari penelitian ini, dapat dilihat bahwa model RNN membutuhkan waktu komputasi yang cukup singkat namun memiliki akurasi yang paling rendah. Sedangkan model LSTM menawarkan akurasi yang cukup tinggi, namun memerlukan waktu komputasi yang lebih lama. Disisi lain, model ESN menawarkan keduanya, yaitu keunggulan dari segi akurasi dan waktu komputasi, bahkan lebih akurat dan lebih cepat daripada model RNN dan LSTM dalam melakukan peramalan harga saham multivariat perusahaan Apple. Hal ini berlaku baik pada model yang tidak menerapkan dan yang menerapkan GSCV. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model ESN adalah model terbaik dari ketiga model yang digunakan dalam penelitian ini.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, penulis berharap model ESN dapat dipertimbangkan oleh investor untuk digunakan dalam meramalkan harga saham multivariat sebelum membeli saham, dengan tujuan dapat membantu investor dalam proses pengambilan keputusan terkait kapan waktu yang tepat untuk membeli saham.

Untuk penelitian selanjutnya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggabungkan model ESN dengan metode lain seperti *ensemble learning* atau *attention mechanism (model hybrid)*. Selain itu, penelitian dapat dilakukan untuk memprediksi tidak hanya satu langkah berikutnya tetapi juga beberapa langkah ke depan dalam studi prediksi harga saham. Hal ini akan memungkinkan perbandingan yang komprehensif mengenai model yang paling sesuai untuk studi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., Mahmood, T., Alam, T., Rehman, A., & Saba, T. (2023). Enhancing Time Series Forecasting with an Optimized Binary Gravitational Search Algorithm for Echo State Networks. *IEEE Access*, 11, 79466–79479. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3292543>
- Akil, I. (2023). KOMPARASI FUNGSI AKTIVASI NEURAL NETWORK PADA DATA TIME SERIES. *INTI NUSA MANDIRI*, 18(1), 78–83. <https://doi.org/10.33480/inti.v18i1.4288>
- Alamsyah, S. S., Maimunah, & Sukmasetya, P. (2024). Prediksi Jumlah Kedatangan Pasien Puskesmas Menggunakan Metode Backpropagation Artificial Neural Network. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(6), 2842–2849. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i6.1922>
- Bergmeir, C., Hyndman, R. J., & Koo, B. (2017). *A Note on the Validity of Cross-Validation for Evaluating Autoregressive Time Series Prediction*.
- Cerqueira, V., Torgo, L., & Mozetic, I. (2019). *Evaluating time series forecasting models: An empirical study on performance estimation methods*. <https://doi.org/10.1007/s10994-020-05910-7>
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Ding, G., & Qin, L. (2020). Study on the prediction of stock price based on the associated network model of LSTM. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 11(6), 1307–1317. <https://doi.org/10.1007/s13042-019-01041-1>
- Emanuella, C. T., Lawi, A., & Hendra. (2022). Model Prediksi Harga Saham Apple Inc Pada Beberapa Bursa Efek Menggunakan Metode Multivariate Gated Recurrent Unit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, 298–303.
- Fatmawati, & Rifai, N. A. K. (2023). View of Klasifikasi Penyakit Diabetes Retinopati Menggunakan Support Vector Machine dengan Algoritma Grid Search Cross-validation. *Jurnal Riset Statistika (JSR)*, 3(1).
- Firmansyah, M. R., Ilyas, R., & Kasyidi, F. (2020). *Prosiding The 11 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Fitriani, S. (2023). *IMPLEMENTASI METODE HYBRID AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) – LONG SHORT TERM*

MEMORY (LSTM) DALAM PERAMALAN HARGA SAHAM BANK BRI.
Universitas Lampung.

- Ghozali, I. (2013). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 21 Update PLS Regresi*. Universitas Diponegoro.
- Hadi, N. (2013). *Pasar Modal: Acuan Teoritis dan Praktis Investasi di Instrumen Keuangan Pasar Modal*. Graha Ilmu.
- Haromainy, M. M. Al, Fatichah, C., & Saikhu, A. (2021). PREDIKSI DATA DERET WAKTU MULTIVARIAT MENGGUNAKAN ECHO STATE NETWORK DAN HARMONY SEARCH PREDICTION OF MULTIVARIATE TIME SERIES DATA USING ECHO STATE NETWORK AND HARMONY SEARCH. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 19(2), 111–119. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v19i2.a1051>
- Horák, J., & Kaisler, D. (2022). Evaluation of development of Apple Inc. stock price time series. *SHS Web of Conferences*, 132, 1–9. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202213201012>
- Husnan, S. (2013). *Teori Portofolio dan Analisis Sekurita*. Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- IDX. (n.d.). *Saham*. Retrieved February 20, 2025, from <https://www.idx.co.id/id/produk/saham>
- Inaku, R. F., & Chandra, J. C. (2023). Implementasi Data Mining dalam Prediksi Harga Saham Menggunakan Metode Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal TICOM: Technology of Information and Communication*, 12(1), 1–7.
- Khalifa, Y., Mandic, D., & Sejdić, E. (2021). A review of Hidden Markov models and Recurrent Neural Networks for event detection and localization in biomedical signals. In *Information Fusion* (Vol. 69, pp. 52–72). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.11.008>
- Khumaidi, A., & Nirmala, I. A. (2022). *ALGORITMA LONG SHORT TERM MEMORY DENGAN HYPERPARAMETER TUNING: PREDIKSI PENJUALAN PRODUK* (T. Azhari, Ed.). Deepublish.
- Laskarjari, S. D., & Ahmad, I. S. (2022). Perbandingan Peramalan Harga Saham Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Fuzzy Time Series Markov Chain (Studi Kasus: Saham PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk). *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 11(6), 397–404.
- Lazonick, W., Mazzucato, M., & Tulum, Ö. (2013). Apple's changing business model: What should the world's richest company do with all those profits? *Accounting Forum*, 37(4), 249–267. <https://doi.org/10.1016/j.accfor.2013.07.002>

- Lin, X., Yang, Z., & Song, Y. (2008). The Application of Echo State Network in Stock Data Mining. In *LNAI* (Vol. 5012).
- Lusia, D. A., & Ambarwati, A. (2018). PERBANDINGAN PERAMALAN UNIVARIAT DAN MULTIVARIAT ARIMA PADA INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN. *Statistika*, 6(2), 78–4. <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5JKS>
- Magdalena, R., Saidah, S., Pratiwi, N. K. C., & Putra, A. T. (2021). Klasifikasi Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit SPOT-6 dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika)*, 7(3), 335–339.
- Mukhtar, H., Gunawan, R., Hariyanto, A., Syahril, & Mulyana, W. (2022). Peramalan Kedatangan Wisatawan ke Suatu Negara Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM). *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(3), 274–282. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i3.4211>
- Müller, A. C., & Guido, S. (2017). *Introduction to Machine Learning with Python* (D. Schanafelt, Ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Nasdaq. (n.d.). *Nasdaq-100®: The Innovation Index*. Retrieved February 20, 2025, from <https://www.nasdaq.com/solutions/global-indexes/nasdaq-100>
- Nurlifa, A., & Kusumadewi, S. (2017). Sistem Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Metode Moving Average Pada Rumah Jilbab Zaky. *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, 2(1), 18–25.
- Öztürk, G., & Eldoğan, O. (2024). Prediction of Multivariate Chaotic Time Series using GRU, LSTM and RNN. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 7(2), 156–172. <https://doi.org/10.35377/saucis...1404116>
- Putra, R. B. R., & Hendry. (2022). Multivariate Time Series Forecasting pada Penjualan Barang Retail dengan Recurrent Neural Network. *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, 7(1), 71–82.
- Qotrunnada, F. (2022). *IMPLEMENTASI LONG SHORT TERM MEMORY PADA OPTIMALISASI PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN PARAMETER ANALISIS TEKNIKAL SKRIPSI OLEH FITRIA QOTRUNNADA NIM. 15610115 PROGRAM STUDI MATEMATIKA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG 2022*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Radho, A. E., Sugiartawan, P., & Santiago, G. A. (2021). Prediksi Jumlah Kasus COVID-19 Menggunakan Teknik Sliding Windows dengan Metode BPNN. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer Terapan Indonesia (JSIKTI)*, 4(1), 12–23. <https://doi.org/10.22146/jsikti.xxxx>

- Ren, B., & Ma, H. (2022). Global optimization of hyper-parameters in reservoir computing. *Electronic Research Archive*, 30(7), 2719–2729. <https://doi.org/10.3934/ERA.2022139>
- Riyadi, S. (2015, February). APLIKASI PERAMALAN PENJUALAN OBAT MENGGUNAKAN METODE PEMULUSAN (STUDI KASUS: INSTALASI FARMASI RSUD DR MURJANI). *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2015*.
- Safira, A. N., Warsito, B., & Rusgiyono, A. (2023). ANALISIS SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR) DENGAN ALGORITMA GRID SEARCH TIME SERIES CROSS VALIDATION UNTUK PREDIKSI JUMLAH KASUS TERKONFIRMASI COVID-19 DI INDONESIA. *Jurnal Gaussian*, 11(4), 512–521. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.11.4.512-521>
- Sai, N., G, S. K., C, L. A., S, M. A. A., & Mehdi, M. (2023). Nifty Stock Prediction Using Elasticnet And LSTM. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 25(4), 9–14. <https://doi.org/10.9790/0661-2504010914>
- Shao, G. (2023). Comparisons of Stock Prediction Methods Based on Recurrent Neural Networks. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 34, 65–70.
- Sun, J., Li, L., & Peng, H. (2023). Sequence Prediction and Classification of Echo State Networks. *Mathematics*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/math11224640>
- Viehweg, J., Worthmann, K., & Mäder, P. (2023). Parameterizing echo state networks for multi-step time series prediction. In *Neurocomputing* (Vol. 522, pp. 214–228). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.11.044>
- Wildan Putra Aldi, M., & Aditsania, A. (n.d.). *Analisis dan Implementasi Long Short Term Memory Neural Network untuk Prediksi Harga Bitcoin*.
- Wiranda, L., & Sadikin, M. (2019). PENERAPAN LONG SHORT TERM MEMORY PADA DATA TIME SERIES UNTUK MEMPREDIKSI PENJUALAN PRODUK PT. METISKA FARMA. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 8(3), 184–196.
- Zahara, S., & Sugianto. (2021). Peramalan Data Indeks Harga Konsumen Berbasis Time Series Multivariate Menggunakan Deep Learning. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(1), 24–30. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2562>
- Zhu, Y. (2020). Stock price prediction using the RNN model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1650(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1650/3/032103>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode python peramalan harga saham dengan metode RNN, LSTM, dan ESN

```
# --- Segmen 1: Import library yang akan digunakan ---
!pip install xlswriter
!git clone https://github.com/cknd/pyESN.git
!mv pyESN/pyESN.py .
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import yfinance as yf
import time
import seaborn as sns
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.metrics import mean_absolute_percentage_error,
mean_absolute_error, mean_squared_error, r2_score
from sklearn.model_selection import TimeSeriesSplit,
GridSearchCV
from sklearn.base import BaseEstimator, ClassifierMixin
from pyESN import ESN
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import SimpleRNN, LSTM, Dense,
Dropout
from IPython.display import display
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
import platform
import os
import psutil
import sys
from psutil import *
print("Sistem Operasi :", platform.platform())
print("Prosesor       :", platform.processor())
print("CPU Info        :", os.popen("lscpu | grep 'Model
name']").read().strip())
print("Jumlah Core     :", psutil.cpu_count(logical=False))
print("Jumlah Thread   :", psutil.cpu_count(logical=True))
print("Total RAM       :", round(psutil.virtual_memory().total
/ (1024**3), 2), "GB")
```

```

print("Total Disk      :", round(disk_usage('/').total /
(1024**3), 2), "GB")
device_name = tf.test.gpu_device_name()
if device_name:
    print("GPU Terdeteksi :", device_name)
    !nvidia-smi
else:
    print("GPU tidak tersedia dalam sesi ini.")
print("Versi Python :", sys.version)
print("NumPy        :", np.__version__)
print("Pandas        :", pd.__version__)
import matplotlib
print("Matplotlib    :", matplotlib.__version__)
print("YFinance       :", yf.__version__)
print("Seaborn        :", sns.__version__)
import sklearn
print("Scikit-learn  :", sklearn.__version__)
print("TensorFlow    :", tf.__version__)

# --- Segmen 2: Mengunduh dan mempersiapkan data ---
"""data = yf.download("AAPL", start="2019-01-01", end="2024-
12-31")
data.columns = ['Close', 'High', 'Low', 'Open', 'Volume']
data.to_csv('/content/drive/MyDrive/Colab
Notebooks/AAPL.csv')"""
data = pd.read_csv("/content/drive/MyDrive/Colab
Notebooks/AAPL.csv")
data['Date'] = pd.to_datetime(data['Date'])
data.set_index('Date', inplace=True)
data = data.sort_index()
df = data[['Open', 'High', 'Low', 'Close']]
df
df.to_excel('/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/AAPL
stock price.xlsx', index=True)

# --- Segmen 3: Memplot data ---
print('Plot fluktuasi harga saham Apple Inc. untuk setiap
variabel')
for column in ['Open', 'High', 'Low', 'Close']:
    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.plot(df.index, df[column], label=column)
    plt.title(f'Harga Variabel {column} Terhadap Waktu')
    plt.xlabel('Waktu(Tanggal) ')
    plt.ylabel('Harga(USD) ')

```

```

plt.grid(True)
plt.legend()
plt.show()

# --- Segmen 4: Normalisasi data ---
scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 1))
df1 = scaler.fit_transform(df[df.columns])
data1 = pd.DataFrame(df1, columns=df.columns, index=df.index)
print('Data setelah dinormalisasikan dengan rentang 0 dan 1')
display(data1)
data1.to_excel('/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/AAPL
stock price minmaxscaler.xlsx', index=True)

# --- Segmen 5: Implementasi sliding window ---
def create_sliding_window(data, window_size):
    X, Y = [], []
    for i in range(window_size, len(data)):
        X.append(data.iloc[i-window_size:i].values)
        Y.append(data.iloc[i].values)
    return np.array(X), np.array(Y)
window_size = 100
X, Y = create_sliding_window(data1, window_size)

# --- Segmen 6: Pembagian data latih dan data uji ---
training_size = int(len(X) * 0.80)
X_train, X_test = X[:training_size], X[training_size:]
Y_train, Y_test = Y[:training_size], Y[training_size:]

# --- Segmen 7: Mendefinisikan Model ---
# --- RNN ---
class RNNWrapper(BaseEstimator, ClassifierMixin):
    def __init__(self, units=50, dropout=0.2):
        self.units = units
        self.dropout = dropout
    def fit(self, X, Y):
        self.rnn = Sequential([
            SimpleRNN(self.units, activation='tanh',
input_shape=(X.shape[1], X.shape[2])),
            Dropout(self.dropout),
            Dense(Y.shape[1])
        ])
        self.rnn.compile(optimizer='adam', loss='mse')
        self.rnn.fit(X, Y, epochs=10, verbose=0)
        return self

```

```
def predict(self, X):
    return self.rnn.predict(X)
def get_params(self, deep=True):
    return {'units': self.units, 'dropout': self.dropout}
def set_params(self, **parameters):
    for parameter, value in parameters.items():
        setattr(self, parameter, value)
    return self
# --- LSTM ---
class LSTMWrapper(BaseEstimator, ClassifierMixin):
    def __init__(self, units=50, dropout=0.2):
        self.units = units
        self.dropout = dropout
    def fit(self, X, Y):
        self.lstm = Sequential([
            LSTM(self.units, activation='tanh',
input_shape=(X.shape[1], X.shape[2])),
            Dropout(self.dropout),
            Dense(Y.shape[1]),
        ])
        self.lstm.compile(optimizer='adam', loss='mse')
        self.lstm.fit(X, Y, epochs=10, verbose=0)
        return self
    def predict(self, X):
        return self.lstm.predict(X)
    def get_params(self, deep=True):
        return {'units': self.units, 'dropout': self.dropout}
    def set_params(self, **parameters):
        for parameter, value in parameters.items():
            setattr(self, parameter, value)
        return self
# --- ESN ---
class ESNWrapper(BaseEstimator, ClassifierMixin):
    def __init__(self, n_reservoir=100, spectral_radius=0.95,
sparsity=0.1, noise=0.001):
        self.n_reservoir = n_reservoir
        self.spectral_radius = spectral_radius
        self.sparsity = sparsity
        self.noise = noise
        self.esn_model = None
    def fit(self, X, Y):
        self.esn = ESN(n_inputs=X.shape[1],
                        n_outputs=Y.shape[1],
                        n_reservoir=self.n_reservoir,
```

```

        spectral_radius=self.spectral_radius,
        sparsity=self.sparsity,
        noise=self.noise)
    self.esn.fit(X, Y)
    return self
def predict(self, X):
    return self.esn.predict(X)
def get_params(self, deep=True):
    return {
        'n_reservoir': self.n_reservoir,
        'spectral_radius': self.spectral_radius,
        'sparsity': self.sparsity,
        'noise': self.noise
    }
def set_params(self, **parameters):
    for parameter, value in parameters.items():
        setattr(self, parameter, value)
    return self

# --- Segmen 8: Pelatihan model tanpa GSCV ---
best_models_no_cv = {}
train_time_no_cv = {}
# --- Pelatihan RNN ---
print("Training dan evaluasi RNN tanpa cross-validation...")
rnn_model = RNNWrapper()
print(f"Training RNN...")
start = time.time()
rnn_model.fit(X_train, Y_train)
end = time.time()
best_models_no_cv['RNN'] = rnn_model
train_time_no_cv['RNN'] = end-start
print(f"Waktu eksekusi untuk RNN: {train_time_no_cv['RNN']}
detik")
# --- Pelatihan LSTM ---
print("Training dan evaluasi LSTM tanpa cross-validation...")
lstm_model = LSTMWrapper()
print(f"Training LSTM...")
start = time.time()
lstm_model.fit(X_train, Y_train)
end = time.time()
best_models_no_cv['LSTM'] = lstm_model
train_time_no_cv['LSTM'] = end-start
print(f"Waktu eksekusi untuk LSTM: {train_time_no_cv['LSTM']}
detik")

```

```

# --- Pelatihan ESN ---
print("Training dan evaluasi ESN tanpa cross-validation...")
esn_model = ESNWrapper()
print(f"Training ESN...")
start = time.time()
esn_model.fit(X_train.reshape(X_train.shape[0], -1), Y_train)
end = time.time()
best_models_no_cv['ESN'] = esn_model
train_time_no_cv['ESN'] = end-start
print(f"Waktu eksekusi untuk ESN: {train_time_no_cv['ESN']} detik")

# --- Segmen 9: Pelatihan model dengan GSCV ---
best_models_cv = {}
train_time_cv = {}
final_dfs_cv = {}
# --- Pelatihan RNN ---
print("Cross-Validation dan Hyperparameter Tuning untuk RNN...")
rnn_param_grid = {
    'units': [64, 128, 256],
    'dropout': [0.1, 0.2, 0.4]
}
grid_search_rnn = GridSearchCV(estimator=RNNWrapper(),
                               param_grid=rnn_param_grid,

cv=TimeSeriesSplit(n_splits=3),

scoring='neg_mean_squared_error')
start = time.time()
grid_search_rnn.fit(X_train, Y_train)
end = time.time()
# Store the detailed results in a table
cv_results_df_rnn = pd.DataFrame(grid_search_rnn.cv_results_)
params_df_rnn =
pd.json_normalize(cv_results_df_rnn['params'])
final_df_rnn = pd.concat([params_df_rnn,
cv_results_df_rnn[['mean_test_score']], axis=1)
print(f"Hasil GridSearchCV untuk RNN:")
display(final_df_rnn)
final_dfs_cv['RNN'] = final_df_rnn.copy()
best_models_cv['RNN'] = grid_search_rnn.best_estimator_
train_time_cv['RNN'] = end - start
print(f"Hyperparameter terbaik untuk RNN:

```

```

{grid_search_rnn.best_params_}")
print(f"Skor MSE terbaik untuk RNN: {-
grid_search_rnn.best_score_}")
print(f"Waktu eksekusi untuk RNN: {train_time_cv['RNN']}
detik")
# --- Pelatihan LSTM ---
print("Cross-Validation dan Hyperparameter Tuning untuk
LSTM...")
lstm_param_grid = {
    'units': [64, 128, 256],
    'dropout': [0.1, 0.2, 0.4]
}
grid_search_lstm = GridSearchCV(estimator=LSTMWrapper(),
                                param_grid=lstm_param_grid,

cv=TimeSeriesSplit(n_splits=3),

scoring='neg_mean_squared_error')
start = time.time()
grid_search_lstm.fit(X_train, Y_train)
end = time.time()
# Store the detailed results in a table
cv_results_df_lstm =
pd.DataFrame(grid_search_lstm.cv_results_)
params_df_lstm =
pd.json_normalize(cv_results_df_lstm['params'])
final_df_lstm = pd.concat([params_df_lstm,
cv_results_df_lstm[['mean_test_score']], axis=1)
print(f"Hasil GridSearchCV untuk LSTM:")
display(final_df_lstm)
final_dfs_cv['LSTM'] = final_df_lstm.copy()
best_models_cv['LSTM'] = grid_search_lstm.best_estimator_
train_time_cv['LSTM'] = end - start
print(f"Hyperparameter terbaik untuk LSTM:
{grid_search_lstm.best_params_}")
print(f"Skor MSE terbaik untuk LSTM: {-
grid_search_lstm.best_score_}")
print(f"Waktu eksekusi untuk LSTM: {train_time_cv['LSTM']}
detik")
# --- Pelatihan ESN ---
print("Cross-Validation dan Hyperparameter Tuning untuk
ESN...")
esn_param_grid = {
    'n_reservoir': [100, 150, 200, 250],

```

```

        'noise': [0.1, 0.2, 0.3],
        'sparsity': [0.05, 0.1, 0.2],
        'spectral_radius': [0.98, 0.99, 1, 1.01, 1.1, 1.2]
    }
    grid_search_esn = GridSearchCV(estimator=ESNWrapper(),
                                   param_grid=esn_param_grid,

    cv=TimeSeriesSplit(n_splits=3),

    scoring='neg_mean_squared_error')
    start = time.time()
    grid_search_esn.fit(X_train.reshape(X_train.shape[0], -1),
                        Y_train)
    end = time.time()
    # Store the detailed results in a table
    cv_results_df_esn = pd.DataFrame(grid_search_esn.cv_results_)
    params_df_esn =
    pd.json_normalize(cv_results_df_esn['params'])
    final_df_esn = pd.concat([params_df_esn,
                              cv_results_df_esn[['mean_test_score']], axis=1)
    print(f"Hasil GridSearchCV untuk ESN:")
    display(final_df_esn)
    final_dfs_cv['ESN'] = final_df_esn.copy()
    best_models_cv['ESN'] = grid_search_esn.best_estimator_
    train_time_cv['ESN'] = end - start
    print(f"Hyperparameter terbaik untuk ESN:
    {grid_search_esn.best_params_}")
    print(f"Skor MSE terbaik untuk ESN: {-
    grid_search_esn.best_score_}")
    print(f"Waktu eksekusi untuk ESN: {train_time_cv['ESN']}
    detik")
    # Menggabungkan hasil GridSearchCV dari ketiga model
    all_gridsearch_results = pd.concat([final_dfs_cv['RNN'],
                                        final_dfs_cv['LSTM'], final_dfs_cv['ESN']], keys=['RNN',
                                        'LSTM', 'ESN'])
    all_gridsearch_results.to_excel('gridsearch_results1.xlsx',
    index=True)

    # --- Segmen 10: Visualisasi CV ---
    tscv = TimeSeriesSplit(n_splits=3)
    for fold, (train_index, test_index) in
    enumerate(tscv.split(X_train)):
        print(f"Fold {fold + 1}:")
        print(f"    Jumlah data latih: {len(train_index)}")

```

```

    print(f"    Jumlah data uji: {len(test_index)}")
print('Visualisasi Cross-validation')
X = data1.index[100:training_size]
tscv = TimeSeriesSplit(n_splits=3)
plt.figure(figsize=(10, 6))
for i, (train_index, test_index) in enumerate(tscv.split(X)):
    plt.plot(X[train_index], [i + 0.5] * len(train_index),
lw=10, color="darkblue", alpha=0.5, label="Data Latih" if i
== 0 else "")
    plt.plot(X[test_index], [i + 0.5] * len(test_index),
lw=10, color="darkorange", alpha=0.5, label="Data Uji" if i
== 0 else "")
plt.yticks(np.arange(3) + 0.5, ['Fold 1', 'Fold 2', 'Fold
3'])
plt.xlabel("Waktu(Tanggal)")
plt.title("Pembagian Time Series Cross-Validation")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

# --- Segmen 11: Mendefinisikan fungsi prediksi dan fungsi
evaluasi ---
def predict_using_train_data(model, X_train, scaler):
    if isinstance(model, (RNNWrapper, LSTMWrapper)):
        X_train_used = X_train
        predictions_scaled = model.predict(X_train_used)
    else:
        X_train_used = X_train.reshape(X_train.shape[0], -1)
        predictions_scaled = model.predict(X_train_used)
    predictions =
scaler.inverse_transform(predictions_scaled)
    return predictions
def predict_using_test_data(model, X_test, scaler):
    if isinstance(model, (RNNWrapper, LSTMWrapper)):
        X_test_used = X_test
        predictions_scaled = model.predict(X_test_used)
    else:
        X_test_used = X_test.reshape(X_test.shape[0], -1)
        predictions_scaled = model.predict(X_test_used)
    predictions =
scaler.inverse_transform(predictions_scaled)
    return predictions
def evaluate(Y_true, Y_pred):
    mae = mean_absolute_error(Y_true, Y_pred)

```

```

mape = mean_absolute_percentage_error(Y_true, Y_pred)
rmse = np.sqrt(mean_squared_error(Y_true, Y_pred))
r2 = r2_score(Y_true, Y_pred)
return mae, mape, rmse, r2

# --- Segmen 12: Prediksi dan evaluasi model tanpa GSCV ---
predictions_train_data_no_cv = {}
pred_train_runtime_no_cv = {}
Y_train_rescaled = scaler.inverse_transform(Y_train)
for model_name, model in best_models_no_cv.items():
    start = time.time()
    print(f"Prediksi data train untuk {model_name}: ...")
    predictions_train_data_no_cv[model_name] =
predict_using_train_data(model, X_train, scaler)
    end = time.time()
    pred_train_runtime_no_cv[model_name] = end - start
    print(f"Waktu eksekusi prediksi data train untuk
{model_name}: {pred_train_runtime_no_cv[model_name]} detik")
    print('\n')
predictions_test_data_no_cv = {}
pred_runtime_no_cv = {}
Y_test_rescaled = scaler.inverse_transform(Y_test)
for model_name, model in best_models_no_cv.items():
    start = time.time()
    print(f"Prediksi data test untuk {model_name}: ...")
    predictions_test_data_no_cv[model_name] =
predict_using_test_data(model, X_test, scaler)
    end = time.time()
    pred_runtime_no_cv[model_name] = end - start
    print(f"Waktu eksekusi prediksi data test untuk
{model_name}: {pred_runtime_no_cv[model_name]} detik")
    print('\n')
# Evaluasi model
metrics_data_train_no_cv = {
    metric_train: [evaluate(Y_train_rescaled, preds)[i] for
preds in predictions_train_data_no_cv.values()]
    for i, metric_train in enumerate(['MAE', 'MAPE', 'RMSE',
'R2'])
}
metrics_data_test_no_cv = {
    metric_test: [evaluate(Y_test_rescaled, preds)[i] for
preds in predictions_test_data_no_cv.values()]
    for i, metric_test in enumerate(['MAE', 'MAPE', 'RMSE',
'R2'])
}

```

```

}

# --- Segmen 13: Prediksi dan evaluasi model dengan GSCV ---
predictions_train_data_cv = {}
pred_train_runtime_cv = {}
for model_name, model in best_models_cv.items():
    start = time.time()
    print(f"Prediksi data train untuk {model_name}: ...")
    predictions_train_data_cv[model_name] =
predict_using_train_data(model, X_train, scaler)
    end = time.time()
    pred_train_runtime_cv[model_name] = end - start
    print(f"Waktu eksekusi prediksi data train untuk
{model_name}: {pred_train_runtime_cv[model_name]} detik")
    print('\n')
predictions_test_data_cv = {}
pred_runtime_cv = {}
for model_name, model in best_models_cv.items():
    start = time.time()
    print(f"Prediksi data test untuk {model_name}: ...")
    predictions_test_data_cv[model_name] =
predict_using_test_data(model, X_test, scaler)
    end = time.time()
    pred_runtime_cv[model_name] = end - start
    print(f"Waktu eksekusi data test untuk {model_name}:
{pred_runtime_cv[model_name]} detik")
    print('\n')
# Evaluasi model
metrics_data_train_cv = {
    metric_train: [evaluate(Y_train_rescaled, preds)[i] for
preds in predictions_train_data_cv.values()]
    for i, metric_train in enumerate(['MAE', 'MAPE', 'RMSE',
'R2'])
}
metrics_data_test_cv = {
    metric_test: [evaluate(Y_test_rescaled, preds)[i] for
preds in predictions_test_data_cv.values()]
    for i, metric_test in enumerate(['MAE', 'MAPE', 'RMSE',
'R2'])
}

# --- Segmen 14: Visualisasi hasil tanpa GSCV ---
variables = ['Open', 'High', 'Low', 'Close']
comparison_train_df_no_cv = {}

```

```

for i, variable in enumerate(variables):
    comparison_train_df_no_cv[variable] = pd.DataFrame({
        'Y Train': df[variable][:len(df) - len(Y_test)]
    }, index=data.index[:len(df) - len(Y_test)])
    for model_name in ['RNN', 'LSTM', 'ESN']:
        predictions =
predictions_train_data_no_cv[model_name][:, i]
        nan_predictions =
np.concatenate([np.full(window_size, np.nan), predictions])
        comparison_train_df_no_cv[variable][model_name] =
nan_predictions
        print(f"\nTabel perbandingan prediksi data train untuk
{variable}:")
        display(comparison_train_df_no_cv[variable])
        print("\n")
comparison_df_no_cv = {}
for i, variable in enumerate(variables):
    comparison_df_no_cv[variable] = pd.DataFrame({
        'Y Test': Y_test_rescaled[:, i],
        'RNN': predictions_test_data_no_cv['RNN'][:, i],
        'LSTM': predictions_test_data_no_cv['LSTM'][:, i],
        'ESN': predictions_test_data_no_cv['ESN'][:, i]
    }, index=data.index[len(data) - len(Y_test):])
    print(f"\nTabel Perbandingan prediksi data test untuk
{variable}:")
    display(comparison_df_no_cv[variable])
    print("\n")

# --- Segmen 15: Visualisasi hasil dengan GSCV ---
variables = ['Open', 'High', 'Low', 'Close']
comparison_train_df_cv = {}
for i, variable in enumerate(variables):
    comparison_train_df_cv[variable] = pd.DataFrame({
        'Y Train': df[variable][:len(df) - len(Y_test)]
    }, index=data.index[:len(df) - len(Y_test)])
    for model_name in ['RNN', 'LSTM', 'ESN']:
        predictions =
predictions_train_data_cv[model_name][:, i]
        nan_predictions =
np.concatenate([np.full(window_size, np.nan), predictions])
        comparison_train_df_cv[variable][model_name] =
nan_predictions
        print(f"\nTabel perbandingan prediksi data train untuk
{variable}:")

```

```

display(comparison_train_df_cv[variable])
print("\n")
comparison_df_cv = {}
for i, variable in enumerate(variables):
    comparison_df_cv[variable] = pd.DataFrame({
        'Y Test': Y_test_rescaled[:, i],
        'RNN': predictions_test_data_cv['RNN'][:, i],
        'LSTM': predictions_test_data_cv['LSTM'][:, i],
        'ESN': predictions_test_data_cv['ESN'][:, i]
    }, index=data.index[len(data) - len(Y_test):])
    print(f"\nTabel Perbandingan prediksi data test untuk
{variable}:")
    display(comparison_df_cv[variable])
    print("\n")
models = ['RNN', 'LSTM', 'ESN']
# Plot data actual vs hasil prediksi (data latih)
line_colors = {
    'Aktual': 'blue',
    'ESN': 'red',
    'RNN': 'green',
    'LSTM': 'purple',
    'ESN (GSCV)': 'orange',
    'RNN (GSCV)': 'magenta',
    'LSTM (GSCV)': 'cyan'
}
for variable in variables:
    plt.figure(figsize=(12, 6))
    # Plot data aktual
    plt.plot(df.index[:len(df) - len(Y_test)],
df[variable][:len(df) - len(Y_test)], label='Aktual',
color='blue')
    # Plot hasil peramalan data latih tanpa CV
    for model in models:
        plt.plot(comparison_train_df_no_cv[variable].index,
comparison_train_df_no_cv[variable][model], label=f'{model}',
linestyle="--", color=line_colors[model])
    # Plot hasil peramalan data latih dengan CV
    for model in models:
        plt.plot(comparison_train_df_cv[variable].index,
comparison_train_df_cv[variable][model], label=f'{model}
(GSCV)', linestyle="--", color=line_colors[f'{model}
(GSCV)'])
    plt.title(f'Perbandingan Hasil Prediksi Variabel
{variable} - Data Latih')

```

```

plt.xlabel('Waktu(Tanggal)')
plt.ylabel('Harga(USD)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
# Plot data actual vs hasil prediksi (data uji)
line_colors = {
    'Aktual': 'blue',
    'ESN': 'red',
    'RNN': 'green',
    'LSTM': 'purple',
    'ESN (GSCV)': 'orange',
    'RNN (GSCV)': 'magenta',
    'LSTM (GSCV)': 'cyan'
}
for variable in variables:
    plt.figure(figsize=(12, 6))
    # Plot data aktual
    plt.plot(df.index[len(df) - len(Y_test):],
df[variable][len(df) - len(Y_test):], label='Aktual',
color=line_colors['Aktual'])
    # Plot hasil peramalan data uji tanpa CV
    for model in models:
        plt.plot(comparison_df_no_cv[variable].index,
comparison_df_no_cv[variable][model], label=f'{model}',
linestyle="--", color=line_colors[model])
    # Plot hasil peramalan data uji dengan CV
    for model in models:
        plt.plot(comparison_df_cv[variable].index,
comparison_df_cv[variable][model], label=f'{model} (GSCV)',
linestyle="--", color=line_colors[f'{model} (GSCV)'])
    plt.title(f'Perbandingan Hasil Prediksi Variabel
{variable}')
    plt.xlabel('Waktu(Tanggal)')
    plt.ylabel('Harga(USD)')
    plt.legend()
    plt.grid(True)
    plt.show()
# Visualisasi hasil evaluasi tanpa GSCV
metrics_df_train_no_cv =
pd.DataFrame(metrics_data_train_no_cv,
index=predictions_train_data_no_cv.keys())
metrics_df_test_no_cv = pd.DataFrame(metrics_data_test_no_cv,
index=predictions_test_data_no_cv.keys())

```

```

print("\nMetrik Evaluasi untuk Train Model (Tanpa Cross-
validation):")
display(metrics_df_train_no_cv)
print('\n')
print("\nMetrik Evaluasi untuk Hasil Prediksi (Tanpa Cross-
validation):")
display(metrics_df_test_no_cv)
# Visualisasi hasil evaluasi dengan GSCV
metrics_df_train_cv = pd.DataFrame(metrics_data_train_cv,
index=predictions_train_data_cv.keys())
metrics_df_test_cv = pd.DataFrame(metrics_data_test_cv,
index=predictions_test_data_cv.keys())
print("\nMetrik Evaluasi untuk Train Model (Dengan Cross-
validation):")
display(metrics_df_train_cv)
print('\n')
print("\nMetrik Evaluasi untuk Hasil Prediksi (Dengan Cross-
validation):")
display(metrics_df_test_cv)
# --- Segmen 15: Menggabungkan dan membandingkan hasil
evaluasi model ---
print("\nPerbandingan Metrik Evaluasi (Test Data):")
# Create a table to compare the errors
comparison_metrics_df =
pd.concat([metrics_df_test_no_cv.add_suffix(' (Tanpa CV)'),

metrics_df_test_cv.add_suffix(' (Dengan CV)'), axis=1)
train_time_no_cv_values = [pred_runtime_no_cv[model] for
model in models]
train_time_cv_values = [pred_runtime_cv[model] for model in
models]
train_time_df = pd.DataFrame({
    'Waktu Komputasi (Tanpa CV)': train_time_no_cv_values,
    'Waktu Komputasi (Dengan CV)': train_time_cv_values
}, index=models)
comparison_metrics_df = pd.concat([comparison_metrics_df,
train_time_df], axis=1)
display(comparison_metrics_df)
# Data dari comparison_metrics_df
metrics = ['MAE', 'MAPE', 'RMSE', 'R2', 'Waktu Komputasi']
models = ['RNN', 'LSTM', 'ESN']
no_cv_values = [comparison_metrics_df[f'{metric} (Tanpa
CV)'].values for metric in metrics]
cv_values = [comparison_metrics_df[f'{metric} (Dengan

```

```

CV)'].values for metric in metrics]
bar_width = 0.35
index = np.arange(len(models))
# Fungsi untuk membuat bar chart
def create_bar_chart(metric_name, values_no_cv, values_cv):
    plt.figure(figsize=(8, 6))
    plt.bar(index - bar_width/2, values_no_cv, bar_width,
label='Tanpa CV')
    plt.bar(index + bar_width/2, values_cv, bar_width,
label='Dengan CV')
    plt.xlabel('Model')
    plt.ylabel(metric_name)
    plt.title(f'Perbandingan {metric_name} dengan dan tanpa
Cross-Validation')
    plt.xticks(index, models)
    plt.legend()
    plt.tight_layout()
    plt.grid(True)
    plt.show()
# Membuat bar chart untuk setiap metrik
for i, metric in enumerate(metrics):
    create_bar_chart(metric, no_cv_values[i], cv_values[i])
# Menghitung persentase peningkatan/penurunan metrik
peningkatan_penurunan_df = pd.DataFrame(index=models)
for metric in ['MAE', 'MAPE', 'RMSE']:
    penurunan = ((comparison_metrics_df[f'{metric} (Tanpa
CV)'] - comparison_metrics_df[f'{metric} (Dengan CV)']) /
comparison_metrics_df[f'{metric} (Tanpa CV)']) * 100
    peningkatan_penurunan_df[f'Penurunan {metric} (%)'] =
penurunan
for metric in ['R2', 'Waktu Komputasi']:
    peningkatan = ((comparison_metrics_df[f'{metric} (Dengan
CV)'] - comparison_metrics_df[f'{metric} (Tanpa CV)']) /
comparison_metrics_df[f'{metric} (Tanpa CV)']) * 100
    peningkatan_penurunan_df[f'Peningkatan {metric} (%)'] =
peningkatan
# Menampilkan tabel peningkatan/penurunan metrik
print("\nTabel Persentase Peningkatan/Penurunan Metrik:")
display(peningkatan_penurunan_df)
# Menyimpan hasil peramalan data latih sebelum GSCV ke file
Excel (karena multi index)
writer = pd.ExcelWriter('predictions_train_no_cv.xlsx',
engine='xlsxwriter')
for variable in variables:

```

```
comparison_train_df_no_cv[variable].to_excel(writer,
sheet_name=variable)
writer.close()
# Menyimpan hasil peramalan data uji sebelum GSCV ke file
Excel (karena multi index)
writer = pd.ExcelWriter('predictions_test_no_cv1.xlsx',
engine='xlsxwriter')
for variable in variables:
    comparison_df_no_cv[variable].to_excel(writer,
sheet_name=variable)
writer.close()
# Menyimpan hasil peramalan data latih setelah GSCV ke file
Excel (karena multi index)
writer = pd.ExcelWriter('predictions_train_cv1.xlsx',
engine='xlsxwriter')
for variable in variables:
    comparison_train_df_cv[variable].to_excel(writer,
sheet_name=variable)
writer.close()
# Menyimpan hasil peramalan data uji setelah GSCV ke file
Excel (karena multi index)
writer = pd.ExcelWriter('predictions_test_cv.xlsx',
engine='xlsxwriter')
for variable in variables:
    comparison_df_cv[variable].to_excel(writer,
sheet_name=variable)
writer.close()
```

Lampiran 2. Pelatihan Model ESN Dengan GSCV

Reservoir	Noise	Sparsity	Spectral Radius	MSE
100	0.1	0.05	0.98	0.00269
100	0.1	0.05	0.99	0.00277
100	0.1	0.05	1	0.01070
100	0.1	0.05	1.01	0.00449
100	0.1	0.05	1.1	0.01064
100	0.1	0.05	1.2	0.00394
100	0.1	0.1	0.98	0.00486
100	0.1	0.1	0.99	0.00295
100	0.1	0.1	1	0.00361
100	0.1	0.1	1.01	0.01136
100	0.1	0.1	1.1	0.00345
100	0.1	0.1	1.2	0.00534
100	0.1	0.2	0.98	0.00296
100	0.1	0.2	0.99	0.00417
100	0.1	0.2	1	0.00501
100	0.1	0.2	1.01	0.00212
100	0.1	0.2	1.1	0.00870
100	0.1	0.2	1.2	0.00537
100	0.2	0.05	0.98	0.00235
100	0.2	0.05	0.99	0.00225
100	0.2	0.05	1	0.00505
100	0.2	0.05	1.01	0.00212
100	0.2	0.05	1.1	0.00678
100	0.2	0.05	1.2	0.00307
100	0.2	0.1	0.98	0.00224
100	0.2	0.1	0.99	0.00416
100	0.2	0.1	1	0.00587
100	0.2	0.1	1.01	0.00158
100	0.2	0.1	1.1	0.00478
100	0.2	0.1	1.2	0.00210
100	0.2	0.2	0.98	0.00310
100	0.2	0.2	0.99	0.00175
100	0.2	0.2	1	0.00189
100	0.2	0.2	1.01	0.00181
100	0.2	0.2	1.1	0.00270
100	0.2	0.2	1.2	0.00185
100	0.3	0.05	0.98	0.00217
100	0.3	0.05	0.99	0.00148
100	0.3	0.05	1	0.00232
100	0.3	0.05	1.01	0.00246
100	0.3	0.05	1.1	0.00134
100	0.3	0.05	1.2	0.00164
100	0.3	0.1	0.98	0.00260
100	0.3	0.1	0.99	0.00152
100	0.3	0.1	1	0.00428
100	0.3	0.1	1.01	0.00290
100	0.3	0.1	1.1	0.00165
100	0.3	0.1	1.2	0.00141
100	0.3	0.2	0.98	0.00148
100	0.3	0.2	0.99	0.00254
100	0.3	0.2	1	0.00271
100	0.3	0.2	1.01	0.00166
100	0.3	0.2	1.1	0.00111
100	0.3	0.2	1.2	0.00233
150	0.1	0.05	0.98	0.01058

Reservoir	Noise	Sparsity	Spectral Radius	MSE
150	0.1	0.05	0.99	0.00474
150	0.1	0.05	1	0.00426
150	0.1	0.05	1.01	0.01495
150	0.1	0.05	1.1	0.00454
150	0.1	0.05	1.2	0.00319
150	0.1	0.1	0.98	0.00220
150	0.1	0.1	0.99	0.01588
150	0.1	0.1	1	0.00297
150	0.1	0.1	1.01	0.02396
150	0.1	0.1	1.1	0.00363
150	0.1	0.1	1.2	0.01153
150	0.1	0.2	0.98	0.00517
150	0.1	0.2	0.99	0.00779
150	0.1	0.2	1	0.00401
150	0.1	0.2	1.01	0.00551
150	0.1	0.2	1.1	0.02793
150	0.1	0.2	1.2	0.00789
150	0.2	0.05	0.98	0.00196
150	0.2	0.05	0.99	0.00491
150	0.2	0.05	1	0.00940
150	0.2	0.05	1.01	0.00298
150	0.2	0.05	1.1	0.00363
150	0.2	0.05	1.2	0.00562
150	0.2	0.1	0.98	0.00729
150	0.2	0.1	0.99	0.00885
150	0.2	0.1	1	0.00666
150	0.2	0.1	1.01	0.00345
150	0.2	0.1	1.1	0.00361
150	0.2	0.1	1.2	0.00197
150	0.2	0.2	0.98	0.00248
150	0.2	0.2	0.99	0.00793
150	0.2	0.2	1	0.00356
150	0.2	0.2	1.01	0.00199
150	0.2	0.2	1.1	0.00284
150	0.2	0.2	1.2	0.00392
150	0.3	0.05	0.98	0.00168
150	0.3	0.05	0.99	0.00385
150	0.3	0.05	1	0.00177
150	0.3	0.05	1.01	0.00322
150	0.3	0.05	1.1	0.00531
150	0.3	0.05	1.2	0.00215
150	0.3	0.1	0.98	0.00383
150	0.3	0.1	0.99	0.00143
150	0.3	0.1	1	0.00155
150	0.3	0.1	1.01	0.01499
150	0.3	0.1	1.1	0.00194
150	0.3	0.1	1.2	0.00296
150	0.3	0.2	0.98	0.00646
150	0.3	0.2	0.99	0.00305
150	0.3	0.2	1	0.00362
150	0.3	0.2	1.01	0.00323
150	0.3	0.2	1.1	0.00233
150	0.3	0.2	1.2	0.00242
200	0.1	0.05	0.98	0.00187
200	0.1	0.05	0.99	0.00162
200	0.1	0.05	1	0.00800
200	0.1	0.05	1.01	0.00411
200	0.1	0.05	1.1	0.01363

Reservoir	Noise	Sparsity	Spectral Radius	MSE
200	0.1	0.05	1.2	0.00279
200	0.1	0.1	0.98	0.02097
200	0.1	0.1	0.99	0.01433
200	0.1	0.1	1	0.01080
200	0.1	0.1	1.01	0.00620
200	0.1	0.1	1.1	0.00603
200	0.1	0.1	1.2	0.01343
200	0.1	0.2	0.98	0.02624
200	0.1	0.2	0.99	0.00266
200	0.1	0.2	1	0.00440
200	0.1	0.2	1.01	0.00413
200	0.1	0.2	1.1	0.00535
200	0.1	0.2	1.2	0.00727
200	0.2	0.05	0.98	0.00183
200	0.2	0.05	0.99	0.01071
200	0.2	0.05	1	0.00127
200	0.2	0.05	1.01	0.02095
200	0.2	0.05	1.1	0.00485
200	0.2	0.05	1.2	0.00250
200	0.2	0.1	0.98	0.00180
200	0.2	0.1	0.99	0.01509
200	0.2	0.1	1	0.00270
200	0.2	0.1	1.01	0.00125
200	0.2	0.1	1.1	0.00129
200	0.2	0.1	1.2	0.00181
200	0.2	0.2	0.98	0.00156
200	0.2	0.2	0.99	0.02362
200	0.2	0.2	1	0.00469
200	0.2	0.2	1.01	0.01470
200	0.2	0.2	1.1	0.00647
200	0.2	0.2	1.2	0.00181
200	0.3	0.05	0.98	0.00214
200	0.3	0.05	0.99	0.00120
200	0.3	0.05	1	0.00221
200	0.3	0.05	1.01	0.00107
200	0.3	0.05	1.1	0.00173
200	0.3	0.05	1.2	0.00532
200	0.3	0.1	0.98	0.00766
200	0.3	0.1	0.99	0.00148
200	0.3	0.1	1	0.00104
200	0.3	0.1	1.01	0.00764
200	0.3	0.1	1.1	0.00331
200	0.3	0.1	1.2	0.00339
200	0.3	0.2	0.98	0.01572
200	0.3	0.2	0.99	0.00175
200	0.3	0.2	1	0.00376
200	0.3	0.2	1.01	0.00191
200	0.3	0.2	1.1	0.00369
200	0.3	0.2	1.2	0.00288
250	0.1	0.05	0.98	0.02240
250	0.1	0.05	0.99	0.00554
250	0.1	0.05	1	0.01912
250	0.1	0.05	1.01	0.00629
250	0.1	0.05	1.1	0.00226
250	0.1	0.05	1.2	0.01146
250	0.1	0.1	0.98	0.00280
250	0.1	0.1	0.99	0.00256
250	0.1	0.1	1	0.00189

Reservoir	Noise	Sparsity	Spectral Radius	MSE
250	0.1	0.1	1.01	0.00682
250	0.1	0.1	1.1	0.01098
250	0.1	0.1	1.2	0.00635
250	0.1	0.2	0.98	0.00538
250	0.1	0.2	0.99	0.00304
250	0.1	0.2	1	0.00265
250	0.1	0.2	1.01	0.00269
250	0.1	0.2	1.1	0.00224
250	0.1	0.2	1.2	0.00165
250	0.2	0.05	0.98	0.00374
250	0.2	0.05	0.99	0.00111
250	0.2	0.05	1	0.00312
250	0.2	0.05	1.01	0.00431
250	0.2	0.05	1.1	0.00311
250	0.2	0.05	1.2	0.00857
250	0.2	0.1	0.98	0.00108
250	0.2	0.1	0.99	0.00989
250	0.2	0.1	1	0.00125
250	0.2	0.1	1.01	0.00235
250	0.2	0.1	1.1	0.01923
250	0.2	0.1	1.2	0.01290
250	0.2	0.2	0.98	0.00156
250	0.2	0.2	0.99	0.00148
250	0.2	0.2	1	0.00142
250	0.2	0.2	1.01	0.01389
250	0.2	0.2	1.1	0.02441
250	0.2	0.2	1.2	0.00797
250	0.3	0.05	0.98	0.00199
250	0.3	0.05	0.99	0.00556
250	0.3	0.05	1	0.00177
250	0.3	0.05	1.01	0.00208
250	0.3	0.05	1.1	0.00133
250	0.3	0.05	1.2	0.00569
250	0.3	0.1	0.98	0.00157
250	0.3	0.1	0.99	0.00481
250	0.3	0.1	1	0.00110
250	0.3	0.1	1.01	0.00148
250	0.3	0.1	1.1	0.00108
250	0.3	0.1	1.2	0.00327
250	0.3	0.2	0.98	0.00285
250	0.3	0.2	0.99	0.00276
250	0.3	0.2	1	0.00082
250	0.3	0.2	1.01	0.01842
250	0.3	0.2	1.1	0.00200
250	0.3	0.2	1.2	0.00101

Lampiran 3. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *Open*

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2023-11-15	186.72889	183.12939	178.90152	183.62034	185.19710	186.81383	184.22475
2023-11-16	188.43866	183.75584	180.54399	183.95799	186.14925	188.38689	186.65767
2023-11-17	189.11456	183.87856	182.21715	186.07194	189.14027	189.82715	188.27519
2023-11-20	188.75672	186.18877	183.72305	186.51202	189.94426	190.96852	190.98449
2023-11-21	190.26767	183.41612	185.03471	187.11580	191.44775	191.93311	190.65851
2023-11-22	190.34719	184.93079	186.22757	185.86545	190.79285	192.66057	187.65966
2023-11-24	189.73085	185.57660	187.23553	189.97893	192.12354	193.26645	192.46542
2023-11-27	188.78653	184.93353	187.93954	184.49191	192.80937	193.48871	183.71864
2023-11-28	188.64738	181.78572	188.35071	187.00495	192.19312	193.42490	188.38230
2023-11-29	189.76067	182.94119	188.59840	189.23835	191.00305	193.23978	191.38471
2023-11-30	188.70703	184.33397	188.77881	187.62899	192.05501	193.03560	187.96580
2023-12-01	189.19411	181.77988	188.78133	187.45198	189.38918	192.68770	189.11789
2023-12-04	188.84617	179.68895	188.79076	188.12774	191.01591	192.47209	185.59763
2023-12-05	189.07482	183.95294	188.65135	188.61573	190.44252	192.14452	189.01873
2023-12-06	193.28950	183.82863	188.66342	189.30879	189.69424	192.22615	189.05790
2023-12-07	192.47440	182.76172	189.01042	189.06053	191.72638	192.69176	189.15024
2023-12-08	193.04099	190.09187	189.39146	193.40045	192.30029	193.37729	192.57773
2023-12-11	191.95753	189.93192	189.91127	194.82864	192.66180	194.23312	192.62265
2023-12-12	191.92768	188.97551	190.22049	189.25000	191.67036	194.78450	187.84373
2023-12-13	193.92568	187.06575	190.53766	192.91003	191.55028	195.24954	193.03762
2023-12-14	196.83823	189.04988	191.09845	198.27086	192.13593	195.99200	199.83022
2023-12-15	196.35113	191.31487	191.90355	197.76912	194.77580	196.96915	197.32145
2023-12-18	194.91970	192.12579	192.61469	197.74705	194.59932	197.87027	199.09917
2023-12-19	194.98932	192.52745	193.09518	194.08395	194.71962	198.37225	192.75437
2023-12-20	195.72487	190.71704	193.51396	193.76037	195.06483	198.72020	194.32116
2023-12-21	194.92967	190.01807	193.83275	191.95573	197.40349	198.87210	191.74816
2023-12-22	194.01515	190.94753	193.99524	191.26682	195.11510	198.76622	192.96564
2023-12-26	192.45453	187.57143	193.93295	190.23569	195.18567	198.37061	192.53678
2023-12-27	191.34122	185.19695	193.63255	190.93495	193.93532	197.71944	193.84560
2023-12-28	192.98137	186.35703	193.19710	190.73950	193.14954	196.89737	194.08623
2023-12-29	192.74279	186.17509	192.88057	189.78866	192.74284	196.28900	191.36974
2024-01-02	186.03307	183.38676	192.52734	189.80252	192.68436	195.73509	193.19910
2024-01-03	183.12057	183.93936	191.33308	181.30822	191.36063	194.32082	181.48231
2024-01-04	181.06291	181.02872	189.79152	182.27593	186.55937	192.45532	182.67835
2024-01-05	180.90387	172.72778	187.97806	179.28092	184.54828	190.20483	180.49401
2024-01-08	181.00327	173.45663	186.17940	180.99331	183.46489	187.97787	182.13031
2024-01-09	182.82236	173.44627	184.69675	182.39216	180.50955	186.30930	181.50806
2024-01-10	183.24981	172.56200	183.54947	180.14875	182.71089	185.21666	182.39977
2024-01-11	185.42670	177.15672	182.72661	182.73305	182.29716	184.75241	181.55269
2024-01-12	184.94959	179.57683	182.31529	182.03446	182.50459	184.81799	181.35482
2024-01-16	181.07284	181.14964	182.06143	181.86348	182.38303	185.22447	183.14433
2024-01-17	180.18819	180.61568	181.55785	182.17127	182.48499	185.33301	183.53034
2024-01-18	184.97939	177.99214	181.01976	181.36828	183.29437	185.20999	181.54657
2024-01-19	188.20006	177.71480	181.20227	184.76596	182.75568	185.78409	185.02973
2024-01-22	191.15234	179.02057	181.89935	190.76580	183.48735	186.98088	191.40989
2024-01-23	193.85612	189.33612	183.07996	191.50341	187.57173	188.80826	193.64773
2024-01-24	194.25371	189.89696	184.63797	191.20011	189.49313	190.95480	192.54599
2024-01-25	194.05492	191.60068	186.20920	191.77874	193.05803	193.06927	191.86683
2024-01-26	193.11059	193.81007	187.68640	193.23672	193.23729	194.84605	192.48539
2024-01-29	190.86407	190.96797	188.84723	191.18849	193.86586	196.02058	191.67071
2024-01-30	189.80047	186.63669	189.57645	189.40702	193.07570	196.40398	188.41102
2024-01-31	185.92373	182.68829	189.83517	186.60914	192.63922	196.07674	186.24071
2024-02-01	182.89195	182.40717	189.38818	182.10210	189.67203	194.78827	180.56398
2024-02-02	178.78659	176.82404	188.58466	183.91035	187.13246	193.06897	186.04896

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-02-05	187.02712	174.74995	187.28062	185.53255	185.52498	190.95528	184.73693
2024-02-06	185.74480	174.78894	186.70482	186.98101	183.71082	189.59177	185.82632
2024-02-07	189.50224	178.65480	186.13858	188.49492	184.30002	188.71375	189.60179
2024-02-08	188.25973	185.11136	186.03880	185.18992	188.90100	188.57768	186.45236
2024-02-09	187.76342	182.85974	185.90669	186.18679	185.23862	188.67889	186.04555
2024-02-12	187.53450	182.68169	185.84926	184.89405	188.35167	189.03857	185.27907
2024-02-13	184.89694	180.66904	185.77129	184.21663	189.03532	189.35712	183.17443
2024-02-14	184.44908	184.02859	185.40912	183.75343	186.67569	189.26414	184.85708
2024-02-15	182.68739	176.70207	184.95581	181.29740	184.57042	188.89389	183.10532
2024-02-16	182.55797	173.02713	184.31859	181.01746	183.73518	188.23428	185.06831
2024-02-20	180.93564	176.59830	183.62083	178.81079	181.03128	187.48068	180.18240
2024-02-21	181.08495	178.47002	182.79755	177.55708	179.76558	186.49348	179.90498
2024-02-22	182.61771	176.09607	182.06224	177.16469	181.28671	185.60184	178.59294
2024-02-23	184.14052	174.43922	181.62599	180.29749	181.09079	183.12366	179.62160
2024-02-26	181.38355	179.49557	181.36833	179.33519	180.60556	184.91898	178.42594
2024-02-27	180.24889	178.96616	180.91942	178.56491	181.95872	184.60724	180.95173
2024-02-28	181.65226	174.54741	180.51123	178.87725	182.63310	184.34590	179.36034
2024-02-29	180.41809	173.43489	180.21964	178.60427	179.55086	184.15215	177.23071
2024-03-01	178.70619	178.47209	179.85303	177.51364	181.17963	183.90416	179.08710
2024-03-04	175.32215	176.56128	179.34395	177.59892	180.27875	183.41565	180.65530
2024-03-05	169.95749	171.56508	178.37726	173.79570	179.26410	182.35126	175.88274
2024-03-06	170.25607	167.06319	176.74637	167.26872	174.98029	180.44621	166.80957
2024-03-07	168.35505	162.70135	175.10718	166.94372	172.93680	178.28375	168.55049
2024-03-08	168.20576	161.36028	173.34570	168.00756	172.09572	176.08777	166.97025
2024-03-11	172.12725	162.13541	171.80121	170.09847	168.87444	174.32858	170.64706
2024-03-12	172.33624	162.53708	170.87978	169.46655	170.02701	173.35056	168.91677
2024-03-13	171.95805	165.21936	170.23886	171.76417	170.68454	172.89539	172.28401
2024-03-14	172.09739	170.97847	169.69537	168.29029	169.85988	172.74266	168.87378
2024-03-15	170.36556	169.09229	169.41679	170.07595	171.01045	172.97441	172.80146
2024-03-18	174.74489	164.02177	169.11855	170.78661	172.22917	173.18492	171.65740
2024-03-19	173.52064	169.14008	169.36212	170.18387	173.39261	173.95990	170.92080
2024-03-20	174.89417	171.72192	169.69501	173.70468	173.10692	174.80659	177.47928
2024-03-21	176.21794	171.89468	170.30934	175.86720	174.38686	175.92361	178.35415
2024-03-22	170.95279	169.28307	170.81662	168.38004	174.03027	176.70055	170.23047
2024-03-25	169.76839	171.39586	170.82645	167.90237	173.25412	176.79736	168.61808
2024-03-26	169.20106	170.09535	170.58749	168.58972	170.51842	176.39827	171.06224
2024-03-27	169.60913	163.95949	170.18480	166.76101	171.87007	175.68074	167.34019
2024-03-28	170.94284	164.51378	169.93135	171.86181	171.23732	175.06847	171.82242
2024-04-01	170.38548	163.99397	169.71426	170.91776	170.35114	174.50630	170.53194
2024-04-02	168.28537	164.77176	169.42044	169.81259	170.48764	173.91423	171.32994
2024-04-03	167.99673	164.90340	168.90724	165.88102	170.57564	173.15912	167.03002
2024-04-04	169.48969	166.71358	168.41965	167.31208	168.46683	172.52257	168.34490
2024-04-05	168.79298	161.58072	168.07906	165.53859	170.20035	172.11449	166.50066
2024-04-08	168.23562	165.73308	167.75661	166.58107	170.01768	171.79401	166.05238
2024-04-09	167.90716	166.01170	167.39482	165.84204	169.53593	171.46989	166.12700
2024-04-10	168.00668	160.92009	167.10286	167.26628	171.19916	171.27312	166.30339
2024-04-11	167.54885	160.96150	166.79596	164.76115	168.56326	171.03754	162.66679
2024-04-12	173.44103	164.01932	166.79324	173.42623	168.91391	171.31279	174.94329
2024-04-15	174.53587	166.94913	167.42311	175.83731	171.45076	172.38835	174.46932
2024-04-16	170.94284	169.48900	168.12712	170.42313	172.39886	173.53702	170.08289
2024-04-17	168.81290	170.56973	168.42224	165.92767	173.09190	174.15131	166.87600
2024-04-18	167.24033	169.23242	168.38290	169.08356	169.39301	174.18576	165.74408
2024-04-19	165.42887	164.69542	168.07159	165.63029	168.89861	173.67073	167.30904
2024-04-22	164.74212	164.05585	167.43445	162.30028	167.60637	172.59998	163.84342
2024-04-23	164.57293	158.91025	166.70430	163.27197	166.98438	171.40730	164.11645
2024-04-24	165.75731	158.34529	165.99878	163.31682	166.88905	170.26498	162.29461

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-04-25	168.73327	157.69894	165.53175	167.50290	167.62769	169.53485	167.48979
2024-04-26	169.08162	164.35663	165.44930	165.99938	167.21939	169.36906	165.04120
2024-04-29	172.55522	165.06255	165.48859	167.10815	168.91127	169.59991	168.04260
2024-04-30	172.51541	168.36923	166.10953	170.91751	170.42078	170.64169	173.74995
2024-05-01	168.78303	172.94780	166.71844	164.18894	172.86285	171.72762	164.64398
2024-05-02	171.69925	171.20232	166.96939	167.07150	172.79433	172.46017	167.85744
2024-05-03	185.77279	164.17909	167.56891	170.54113	171.59665	173.25854	169.83115
2024-05-06	181.49302	168.24702	169.76006	179.60185	175.18994	175.78938	181.82249
2024-05-07	182.58785	179.62724	171.58034	178.41970	178.59637	178.29907	178.77125
2024-05-08	181.99066	184.53580	173.50475	178.73279	181.07857	180.77402	178.71783
2024-05-09	181.70204	176.72426	175.22960	178.20427	182.98717	182.81804	180.92556
2024-05-10	184.28064	181.54095	176.79335	182.28870	183.88640	184.50835	181.55625
2024-05-13	184.81884	186.70636	178.30406	179.67468	183.56335	185.85623	181.29537
2024-05-14	186.88190	176.54526	179.74725	181.57511	187.47845	187.06642	183.36610
2024-05-15	187.28058	176.77353	181.20486	183.25843	187.55095	188.21249	184.13960
2024-05-16	189.83200	186.89929	182.60258	187.83979	188.82220	189.35532	191.38878
2024-05-17	188.87520	184.20741	184.03444	186.92164	188.79436	190.52550	187.66367
2024-05-20	188.69582	185.76431	185.20995	185.32243	191.31979	191.46503	188.21753
2024-05-21	190.44991	186.84648	186.22882	189.23432	191.03937	192.23903	187.73321
2024-05-22	191.62597	185.51945	187.24844	190.47904	191.62473	193.00662	187.52276
2024-05-23	190.34027	184.73718	188.14670	188.70299	191.12289	193.62714	185.82656
2024-05-24	188.18753	183.82539	188.60802	186.74972	190.60457	193.71838	188.99624
2024-05-28	190.86849	183.55937	188.79915	190.93960	191.35086	193.54921	191.06351
2024-05-29	188.97487	179.24811	189.08469	186.84794	189.64420	193.48660	185.15026
2024-05-30	190.12102	186.58435	189.12250	189.39973	191.62617	193.34074	187.58019
2024-05-31	190.79873	189.24568	189.24683	190.04806	188.56409	193.29790	187.44173
2024-06-03	192.25385	182.04445	189.43144	190.99257	191.42784	193.35378	189.53500
2024-06-04	193.98803	183.85858	189.77380	193.53580	191.55984	193.76469	189.78243
2024-06-05	194.74547	191.92392	190.28177	194.09190	193.23389	194.39604	192.73392
2024-06-06	195.03451	189.90590	190.90427	193.48658	194.96680	195.28270	191.47031
2024-06-07	193.99797	187.98871	191.48814	192.26670	194.09952	196.12199	192.40509
2024-06-10	196.24045	192.52707	192.03616	193.87964	194.22997	196.88876	195.07316
2024-06-11	193.00132	191.15063	192.56514	191.21071	194.42845	197.46094	194.11896
2024-06-12	206.67537	187.61946	193.32901	205.41824	197.04948	198.55116	206.77019
2024-06-13	214.02071	194.36618	195.47128	213.04934	200.38091	201.44780	213.27221
2024-06-14	213.13369	207.89944	198.36160	214.58971	204.73087	205.08208	213.02876
2024-06-17	212.65528	218.87819	201.08321	212.49558	207.25540	208.58873	211.18034
2024-06-18	216.86114	212.89896	203.79422	215.11020	211.54285	211.97498	213.34122
2024-06-20	213.21341	211.93761	206.50737	214.23871	212.11267	214.92302	213.27348
2024-06-21	209.68526	213.02972	208.38507	207.58291	213.29427	216.59659	206.44275
2024-06-24	207.02420	206.93089	209.46837	204.68195	213.71782	217.03441	200.42863
2024-06-25	208.44941	201.38980	209.96297	209.70689	208.00984	216.62424	208.39996
2024-06-26	210.79155	200.39119	210.28088	210.65095	208.88423	215.81694	207.58747
2024-06-27	213.97086	201.77454	210.75049	209.12709	207.93250	215.25607	205.10913
2024-06-28	215.04723	205.41864	211.36945	209.66535	210.01930	215.07503	208.46720
2024-07-01	211.37956	208.80685	211.85222	206.64888	207.64641	215.00438	209.67515
2024-07-02	215.42596	204.41605	212.17601	211.22916	215.01399	215.16087	214.20696
2024-07-03	219.26307	206.95529	212.91805	215.67454	215.88449	215.93127	214.42997
2024-07-05	220.90754	214.24036	213.98642	223.29495	214.82805	217.27806	224.06733
2024-07-08	226.32932	217.80386	215.39247	227.33890	218.73257	219.26210	228.44442
2024-07-09	227.16650	212.84157	217.28731	225.53306	221.87917	221.70093	228.07948
2024-07-10	228.53192	220.13766	219.17607	227.59359	224.47395	224.29561	227.93747
2024-07-11	230.61492	225.20624	221.26424	232.43666	225.85716	227.07008	233.56351
2024-07-12	228.15319	225.86647	223.16000	225.14136	227.04956	229.33179	225.95115
2024-07-15	235.68787	221.22992	224.72394	228.76437	225.15112	231.12912	228.53310
2024-07-16	234.21282	225.76823	226.87262	233.61023	230.15282	233.16898	234.17509

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-07-17	228.68141	228.35875	228.66441	235.48333	232.71581	234.81462	234.53446
2024-07-18	229.50863	227.22220	229.49910	229.15988	229.49214	235.26750	224.17485
2024-07-19	224.06693	218.59650	229.95302	223.70408	228.53455	234.81480	220.71958
2024-07-22	226.24960	218.40335	229.59224	226.84156	224.76096	233.51894	223.73867
2024-07-23	223.61843	217.75293	229.21513	227.41559	225.25639	232.03323	223.78611
2024-07-24	223.24969	218.55498	228.50084	227.38026	224.57101	230.42822	223.07365
2024-07-25	218.19665	210.93501	227.43535	219.55927	221.16658	228.49852	215.70074
2024-07-26	217.96743	210.39484	225.83888	219.10932	216.75288	226.18596	221.01048
2024-07-29	216.23326	210.74913	224.22919	218.78497	217.59949	224.00365	217.20657
2024-07-30	218.45579	208.99828	222.55685	217.67434	215.67664	222.07527	217.92924
2024-07-31	220.69825	208.07272	221.25821	214.46824	215.36922	220.72653	215.12702
2024-08-01	223.61842	204.32858	220.46489	221.05870	215.92061	220.35246	224.77663
2024-08-02	218.41592	213.40260	220.03043	216.56261	217.90642	220.45935	217.16513
2024-08-05	198.42312	216.40622	219.90566	223.48732	214.89194	220.77606	225.99104
2024-08-06	204.61233	206.86673	216.78139	211.29960	213.83443	218.81659	212.66622
2024-08-07	206.20694	196.42247	214.59514	206.14595	204.92270	216.45244	207.14671
2024-08-08	212.39616	193.32379	212.68129	212.99758	203.29045	214.44325	214.11641
2024-08-09	211.38955	207.13271	211.67905	214.40936	204.94705	213.23604	212.99484
2024-08-12	215.59551	204.55505	210.94734	218.32388	203.89670	212.85330	218.04104
2024-08-13	218.52903	201.11765	210.96027	218.82143	208.68912	213.48470	220.57585
2024-08-14	220.08562	214.79382	211.65546	224.59523	209.18262	215.03278	223.26693
2024-08-15	224.10677	225.01044	212.71347	223.19898	215.79565	217.05679	217.84022
2024-08-16	223.42826	215.28041	214.36232	221.39491	216.03323	219.58331	219.22482
2024-08-19	225.22431	216.99341	216.03186	223.66168	221.27870	222.13541	222.17597
2024-08-20	225.27421	220.26399	217.81561	224.26976	220.72420	224.40480	223.96382
2024-08-21	226.02255	221.12949	219.47275	226.41434	223.46088	226.38229	225.81188
2024-08-22	227.28976	217.60196	221.04453	230.79866	223.92993	227.94862	229.08685
2024-08-23	225.16444	218.93651	222.45000	227.14726	225.72893	229.03490	224.70807
2024-08-26	226.26202	220.84419	223.53427	228.64041	224.14821	229.66049	229.94840
2024-08-27	225.50368	219.22270	224.49957	224.81052	225.62123	229.92575	226.49642
2024-08-28	227.41947	221.00536	225.21008	227.22933	224.78490	230.02950	228.72045
2024-08-29	229.59470	213.78719	225.85530	227.23254	223.71211	230.10220	227.51865
2024-08-30	229.68449	216.87042	226.69328	230.66147	227.76097	230.53539	233.01102
2024-09-03	228.04808	220.30249	227.39114	230.11884	228.63507	230.86978	226.71850
2024-09-04	221.17322	224.69478	227.58630	217.85597	227.00833	230.65018	218.38724
2024-09-05	221.14328	212.24846	226.92702	217.98242	223.34196	229.42596	219.34841
2024-09-06	223.45820	209.51932	226.16547	221.48043	220.47639	228.23640	221.72034
2024-09-09	220.33507	215.87547	225.51073	221.27288	222.61713	227.08151	221.25723
2024-09-10	218.43924	212.36357	224.56793	223.65298	220.04012	225.67845	223.17860
2024-09-11	220.97366	206.13803	223.42207	221.57083	218.52522	224.30229	218.44077
2024-09-12	222.01137	209.58446	222.67888	225.24179	215.16411	223.39935	220.55494
2024-09-13	223.08901	216.21353	222.10007	224.66545	215.76025	222.96872	221.36161
2024-09-16	216.06446	215.50679	221.74326	223.79313	217.90807	222.99612	223.81308
2024-09-17	215.27619	208.58775	220.66927	218.47993	217.52275	222.25310	214.24815
2024-09-18	217.07225	211.70395	219.61333	221.08334	214.75197	221.35498	219.72387
2024-09-19	224.49592	206.94183	218.94527	225.00258	213.16347	220.97777	223.61132
2024-09-20	229.46497	212.45619	219.40150	233.20377	217.35925	221.92148	231.20309
2024-09-23	226.84074	219.04601	220.43008	227.63514	219.55850	223.78804	228.28278
2024-09-24	228.14787	223.04416	221.33728	224.91236	222.21693	225.55798	225.60312
2024-09-25	224.43604	221.66858	222.45212	226.76724	222.99237	227.24973	228.12680
2024-09-26	226.80084	222.87709	223.13638	227.38067	221.56749	228.34389	227.20264
2024-09-27	227.95829	220.82822	223.98520	226.87652	222.57167	229.24474	224.22005
2024-09-30	229.53482	216.10399	224.81642	228.05618	225.90849	230.01439	229.52335
2024-10-01	229.01597	220.99718	225.92310	233.68754	228.02927	231.00668	230.55715
2024-10-02	225.39394	222.55391	226.60312	224.23242	224.54607	231.37190	225.20697
2024-10-03	224.64557	220.58452	226.84599	225.65716	224.70787	231.16599	229.19440

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-10-04	227.39952	211.90356	226.80754	223.89775	222.64410	230.60010	222.44341
2024-10-07	224.00698	221.18434	226.94829	221.40943	224.43761	230.10674	219.38200
2024-10-08	223.80743	218.41124	226.47888	220.15030	221.57788	229.17915	222.93676
2024-10-09	224.73539	212.30678	226.13438	224.35452	225.16257	228.37305	228.64314
2024-10-10	227.27979	213.28616	225.99806	228.54301	223.93571	228.05693	227.62619
2024-10-11	228.79645	220.42072	226.07498	226.68431	224.97842	228.17487	227.65648
2024-10-14	228.19776	220.12996	226.28438	223.77769	224.75157	228.54926	225.75339
2024-10-15	233.09698	218.53938	226.64606	226.44409	227.04028	229.26437	229.75732
2024-10-16	231.09140	221.15765	227.56491	227.99833	228.43546	230.72607	232.05114
2024-10-17	232.91737	227.26717	228.24223	229.73954	226.49321	231.86115	233.01594
2024-10-18	235.66132	223.15628	229.06764	229.95065	230.24492	232.98367	228.44332
2024-10-21	233.93514	224.43961	230.16353	231.86478	229.18108	234.32449	233.48898
2024-10-22	233.37637	227.28716	231.10153	234.24208	229.51271	235.55746	233.16552
2024-10-23	233.56595	228.97490	231.90416	235.45370	231.60553	236.45923	230.77476
2024-10-24	229.47496	222.78532	232.40102	229.38040	231.73444	236.73381	224.25410
2024-10-25	229.23548	222.54202	232.34395	232.40678	228.45837	236.29530	229.94650
2024-10-28	232.80762	222.28696	232.17618	235.39195	228.26283	235.69183	231.58628
2024-10-29	232.58810	222.17955	232.31917	234.70925	231.91980	235.38013	228.18749
2024-10-30	232.09916	224.97766	232.41670	234.47571	228.45644	235.16980	229.32706
2024-10-31	228.83635	224.24924	232.31911	230.09191	227.88469	234.82115	230.62125
2024-11-01	220.48473	219.70758	231.73978	222.53974	230.37346	233.92509	222.40141
2024-11-04	220.50470	217.32501	230.26059	221.14136	225.14230	232.10707	220.32970
2024-11-05	221.31292	214.61176	228.70496	223.67512	222.16974	229.94806	221.53804
2024-11-06	222.12114	206.76924	227.27222	226.76292	220.95946	228.01309	224.54745
2024-11-07	224.13671	211.20142	225.97925	222.19502	219.07458	226.50665	223.26804
2024-11-08	226.92050	214.43642	225.22746	228.32593	219.38350	225.82375	230.70956
2024-11-11	224.75289	216.10869	224.88406	227.98280	221.16806	225.88875	225.95741
2024-11-12	224.30339	217.26076	224.45935	223.54089	222.48196	225.91835	220.12842
2024-11-13	223.76398	219.00500	224.10004	225.11786	220.73019	226.09039	222.12047
2024-11-14	224.77288	215.80675	223.84825	225.45521	221.40926	226.33699	225.56485
2024-11-15	226.15134	215.87062	223.89542	223.99951	222.86963	226.90033	221.84040
2024-11-18	225.00261	217.52786	224.00130	221.24426	222.54654	227.38768	219.16393
2024-11-19	226.73071	219.10335	224.20876	226.27363	221.91490	227.99428	226.57035
2024-11-20	227.80952	217.78491	224.60527	228.47199	222.66907	228.70906	228.67599
2024-11-21	228.62863	220.87201	225.15929	225.41566	224.40366	229.40118	224.66988
2024-11-22	227.80953	222.38966	225.73718	220.83313	223.85947	230.02510	221.78794
2024-11-25	231.20580	220.01347	226.25018	225.14979	225.78423	230.63022	228.58072
2024-11-26	233.07374	221.78912	227.16661	223.17608	228.18451	231.52132	228.86452
2024-11-27	234.21250	225.53731	228.26630	230.40939	229.76755	232.76613	231.12289
2024-11-29	234.55211	226.59261	229.43225	231.70959	230.74792	234.07474	231.09858
2024-12-02	237.00941	226.80679	230.67200	235.63202	232.72458	235.44534	232.81224
2024-12-03	239.54662	228.77051	232.09604	235.24579	233.91539	237.06215	234.43168
2024-12-04	242.60326	231.45450	233.76271	241.03851	235.55949	238.87990	240.98552
2024-12-05	243.72204	234.06963	235.55518	241.99064	239.18951	240.82399	240.79995
2024-12-06	242.64322	234.06331	237.29585	238.78719	240.37598	242.65199	237.34705
2024-12-09	241.56441	236.51671	238.75371	239.76862	241.39668	244.12598	235.10824
2024-12-10	246.61884	235.19975	240.09975	248.70937	241.11478	245.37953	243.85510
2024-12-11	247.68767	235.10771	241.66844	245.64047	242.64145	246.71791	241.24307
2024-12-12	246.61885	237.06935	243.07506	249.23902	243.33018	248.00087	243.25795
2024-12-13	247.54783	240.32947	244.28539	248.10055	245.69199	248.94356	244.76794
2024-12-16	247.71764	236.66217	245.36403	247.42135	243.53163	249.69121	244.64990
2024-12-17	249.80534	237.93636	246.38414	248.79475	245.40884	250.42999	248.81959
2024-12-18	251.88306	241.10115	247.50308	252.32817	244.87753	251.35922	250.94447
2024-12-19	247.22818	242.88101	248.42081	247.55079	247.06340	252.10799	244.63140
2024-12-20	247.76758	240.05170	248.87558	249.14072	246.68614	252.40027	248.52436
2024-12-23	254.49020	239.40706	249.44556	252.50500	247.22433	252.67610	250.13765

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-12-24	255.20941	240.60208	250.38794	254.10836	247.63034	253.46196	250.46810
2024-12-26	257.90643	244.72661	251.45363	259.24907	247.16458	254.60115	257.95932
2024-12-27	257.54683	249.92824	252.71033	258.77824	251.31281	256.09253	254.89091
2024-12-30	251.95299	247.94295	253.73444	253.60152	252.21643	257.22913	249.69189

Lampiran 4. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *High*

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2023-11-15	188.36904	187.77982	184.60228	186.18961	188.43024	186.68224	186.57503
2023-11-16	189.82036	189.01775	186.13177	186.04165	185.95610	188.26361	187.35906
2023-11-17	189.24379	191.83780	187.66756	188.22878	189.65469	189.69153	190.71359
2023-11-20	190.76466	193.40332	188.99124	187.52303	189.62029	190.85519	190.80710
2023-11-21	190.37701	188.98199	190.23633	187.18924	192.16801	191.83437	190.46023
2023-11-22	191.77859	192.16655	191.26387	185.91450	193.53127	192.59129	187.25240
2023-11-24	189.76067	193.89552	192.19150	190.59129	193.32744	193.21228	194.15783
2023-11-27	189.53206	191.58113	192.74243	184.63737	194.78914	193.48381	184.66682
2023-11-28	189.93962	191.82649	193.06844	186.02227	191.23322	193.46944	189.11181
2023-11-29	190.94357	193.52272	193.30330	189.44623	192.58199	193.31995	191.49193
2023-11-30	189.18418	189.98651	193.43915	187.93395	191.81320	193.10609	187.04968
2023-12-01	190.41676	191.83691	193.43320	185.75679	191.98544	192.78403	188.09231
2023-12-04	188.91576	191.27129	193.52359	186.65700	191.42654	192.57033	186.71395
2023-12-05	193.23980	189.78079	193.37654	188.31786	189.82095	192.25743	189.12119
2023-12-06	193.59765	193.44585	193.60925	190.59822	192.18288	192.27017	190.50519
2023-12-07	193.83622	193.55975	193.98651	190.27635	192.53249	192.69862	192.51075
2023-12-08	194.82032	196.22797	194.48514	194.30899	195.01762	193.37617	192.45392
2023-12-11	192.33526	196.85268	195.08806	196.86848	196.13960	194.19751	193.96970
2023-12-12	193.55789	194.80356	195.33383	191.31637	194.60654	194.77203	190.71014
2023-12-13	196.81832	193.57852	195.65414	194.74189	194.29698	195.23264	193.95410
2023-12-14	198.42867	194.94681	196.33112	199.94409	193.41071	195.93060	199.20904
2023-12-15	197.21593	197.68582	197.15294	199.82419	197.02475	196.85114	198.19259
2023-12-18	195.45649	199.25815	197.84344	200.64197	198.67177	197.77289	202.16385
2023-12-19	195.77460	198.36954	198.20226	196.47231	198.02806	198.30771	194.34210
2023-12-20	196.50022	196.07622	198.57396	196.72801	195.27422	198.70552	197.53803
2023-12-21	195.90381	195.50285	198.77330	192.14772	197.14331	198.86226	191.75972
2023-12-22	194.24379	197.09392	198.82753	193.75259	196.94339	198.75429	195.27634
2023-12-26	192.73286	194.12927	198.67331	191.90223	196.42555	198.40236	193.82279
2023-12-27	192.34519	194.36014	198.34334	191.50634	195.31566	197.82805	195.11885
2023-12-28	193.49827	193.57076	197.91180	191.91570	193.88020	197.03697	194.87305
2023-12-29	193.23980	194.06851	197.64737	191.45417	192.90997	196.44806	192.00941
2024-01-02	187.31538	193.94009	197.30843	191.11936	192.96545	195.88266	193.17885
2024-01-03	184.77067	189.04123	195.98232	181.99710	194.60553	194.51503	181.17439
2024-01-04	181.99731	188.28700	194.41286	183.15081	186.94572	192.75522	186.12543
2024-01-05	181.66927	183.53192	192.59482	181.87655	183.72919	190.60378	183.35540
2024-01-08	184.49233	181.95906	190.86101	183.10358	182.49036	188.42447	183.21026
2024-01-09	184.04501	183.83919	189.68275	182.61482	182.11780	186.69623	183.41078
2024-01-10	185.28757	187.04816	188.76591	181.46915	182.71709	185.57219	184.38032
2024-01-11	185.93367	188.14996	188.19357	183.81302	186.78662	185.05513	183.90403
2024-01-12	185.62554	189.16095	187.87584	183.23490	184.42439	185.04207	182.50951
2024-01-16	183.16030	188.11481	187.73050	184.55244	186.19058	185.42723	188.00982
2024-01-17	181.83828	181.87125	187.23412	181.30356	184.95673	185.52464	182.87136
2024-01-18	188.01119	183.42087	186.66560	183.69115	183.29408	185.42816	186.43690
2024-01-19	190.80442	186.36111	187.01640	185.19742	183.02792	185.91891	186.67821
2024-01-22	194.16426	189.20718	187.87776	191.11669	188.98683	187.01013	191.45903
2024-01-23	194.58176	196.03758	189.18489	192.27762	191.39688	188.72476	195.41391
2024-01-24	195.20799	197.58035	190.70979	190.87386	192.16536	190.80586	194.31590
2024-01-25	195.09866	197.57957	192.15610	192.51393	196.99922	192.88881	194.01592
2024-01-26	193.59765	194.45776	193.41254	194.02861	195.40724	194.64340	194.03699
2024-01-29	191.05294	193.99309	194.29437	192.69580	196.61435	195.85216	192.69709
2024-01-30	190.65534	188.49959	194.75737	191.59111	195.62967	196.31158	191.03137
2024-01-31	185.98338	188.28105	194.73499	187.40692	189.18100	196.04181	187.51395
2024-02-01	185.83427	186.79553	194.01381	184.33534	187.85080	194.88799	183.68788
2024-02-02	186.21201	187.30521	193.21645	187.44940	187.36800	193.25581	189.19809

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-02-05	188.12056	186.08885	192.03676	187.88397	186.91711	191.11218	185.88224
2024-02-06	188.18018	191.75653	191.53749	188.60821	183.74425	189.75409	186.71359
2024-02-07	189.90980	190.47157	191.20949	189.11920	189.85744	188.87485	190.85180
2024-02-08	188.40883	192.71446	191.22052	187.09804	188.32323	188.69949	188.79072
2024-02-09	189.09714	191.97597	191.13324	189.06167	189.25365	188.78873	187.87493
2024-02-12	187.78332	188.13162	191.15302	187.12669	191.14981	189.13683	186.11237
2024-02-13	185.33488	186.35472	191.03772	188.73258	188.53586	189.46556	186.65457
2024-02-14	184.65808	189.10503	190.58325	186.90886	187.57893	189.40329	189.17920
2024-02-15	183.62297	185.87141	190.04280	185.38759	183.88680	189.06136	186.68202
2024-02-16	183.98126	183.54474	189.39386	183.79589	184.39085	188.43443	186.76634
2024-02-20	181.57263	184.80322	188.70345	182.29678	184.21086	187.70267	184.18287
2024-02-21	182.03048	184.47281	187.87535	179.21361	179.30974	186.76067	179.53337
2024-02-22	184.09076	184.97620	187.21187	179.90472	182.05199	185.89105	180.76526
2024-02-23	184.17038	184.87573	186.92088	183.59680	181.97472	185.38293	181.95053
2024-02-26	181.90110	185.49149	186.67915	182.23969	184.80521	185.14258	179.22756
2024-02-27	183.05563	183.95923	186.22958	181.10592	186.49422	184.84540	181.98479
2024-02-28	182.25939	183.90517	185.88803	182.56165	182.27835	184.53716	181.70157
2024-02-29	181.71198	183.46698	185.58008	183.19667	183.04915	184.34044	178.85861
2024-03-01	179.68158	183.20686	185.21918	182.62178	181.58075	184.09750	180.62966
2024-03-04	176.06863	182.23099	184.67528	181.88542	181.79843	183.63193	181.82943
2024-03-05	171.23147	178.13782	183.58986	177.70461	180.12566	182.63992	178.03832
2024-03-06	170.43523	169.67458	181.81770	170.24065	175.44395	180.86617	167.11991
2024-03-07	169.92763	170.26584	180.07916	170.59390	171.17657	178.78625	170.25956
2024-03-08	172.88367	171.99644	178.39418	172.88864	172.50150	176.64154	169.40365
2024-03-11	173.56049	173.12856	177.07449	174.22892	169.43259	174.81319	172.09426
2024-03-12	173.21211	176.96797	176.34778	173.74769	171.35233	173.78282	170.13827
2024-03-13	172.37608	178.11943	175.85979	175.35720	174.65015	173.26221	172.92581
2024-03-14	173.49081	174.63316	175.36842	172.11472	173.49881	173.08430	169.58010
2024-03-15	171.80875	176.89731	175.19159	174.50705	172.28590	173.27864	174.21504
2024-03-18	176.87483	171.74429	174.93854	173.76666	174.43768	173.47836	174.00392
2024-03-19	175.77998	174.61382	175.22067	172.88604	174.67690	174.15318	171.73417
2024-03-20	177.83031	177.97047	175.61536	175.07895	175.50664	174.94067	179.61201
2024-03-21	176.65587	177.83086	176.33543	176.57934	174.25455	175.99762	180.40705
2024-03-22	172.23674	174.54163	176.54521	171.63807	178.08429	176.71257	173.64224
2024-03-25	171.13195	177.58063	176.41797	168.52427	176.25180	176.89384	167.96305
2024-03-26	170.61438	169.18547	176.06497	169.32287	172.75644	176.58945	172.57145
2024-03-27	172.78414	173.57907	175.58076	168.13486	171.55060	175.95856	169.21012
2024-03-28	171.42058	173.12929	175.08813	172.86437	171.85500	175.33498	171.96602
2024-04-01	170.44519	170.64189	175.17320	171.41748	170.48863	174.80737	169.82558
2024-04-02	168.54414	176.11893	174.82460	169.44576	173.68829	174.24916	172.23465
2024-04-03	169.87785	173.53923	174.26883	166.23977	171.98016	173.55132	168.34967
2024-04-04	171.11203	174.61858	173.82697	167.78546	172.04936	172.91713	170.30185
2024-04-05	169.58923	173.29417	173.48740	167.29163	170.56741	172.46933	168.51799
2024-04-08	168.40482	172.30788	173.19640	167.84571	172.36018	172.15666	166.42758
2024-04-09	169.28068	171.23132	172.82990	166.26075	170.12450	171.86061	166.04507
2024-04-10	168.29531	170.58429	172.59991	169.95942	171.59734	171.65515	169.95311
2024-04-11	174.63540	166.92448	172.25505	166.03308	171.73088	171.41966	165.34062
2024-04-12	177.52177	172.42622	172.54921	176.16096	171.76790	171.51419	178.57984
2024-04-15	175.79990	179.03326	173.39166	177.34805	173.01862	172.47746	176.38729
2024-04-16	172.94339	177.22485	174.00639	172.92900	178.68576	173.57341	172.72320
2024-04-17	169.84800	177.38908	174.08748	169.07751	175.70770	174.17792	170.30601
2024-04-18	167.84746	169.45004	173.85744	172.62062	170.82460	174.30609	170.22805
2024-04-19	165.61796	166.77205	173.39255	167.56988	170.90541	173.89481	169.34389
2024-04-22	166.47393	166.65541	172.60420	163.19978	168.33206	172.92206	164.06427
2024-04-23	166.26494	166.54999	171.88374	163.73140	167.86398	171.78229	166.19542
2024-04-24	168.50435	167.08406	171.26045	162.97568	168.57803	170.67067	162.68993

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-04-25	169.80820	170.49838	170.96709	169.90668	167.96637	169.90508	170.92282
2024-04-26	170.53475	173.87085	171.00772	168.12584	170.97931	169.69449	166.95543
2024-04-29	175.20272	173.32849	171.13385	169.59242	172.56317	169.88950	171.84058
2024-04-30	174.16761	180.17216	171.91736	171.94863	173.28630	170.82224	175.40330
2024-05-01	171.89833	172.95413	172.43393	169.20900	176.65973	171.81017	169.18262
2024-05-02	172.60498	173.37302	172.61354	170.07656	175.38950	172.54605	168.95855
2024-05-03	186.12116	170.17639	173.18047	173.71568	173.45038	173.34813	171.43169
2024-05-06	183.33432	179.06557	175.57376	184.48826	177.41751	175.66386	185.76967
2024-05-07	184.03104	181.46121	177.45168	182.79735	187.13449	178.08229	182.39649
2024-05-08	182.20963	189.07501	179.28348	184.15333	186.87189	180.51607	183.10372
2024-05-09	183.79218	184.18396	180.85359	181.47399	183.22745	182.61191	182.36056
2024-05-10	184.47000	181.25288	182.33208	184.01980	185.38623	184.33163	183.50473
2024-05-13	186.47328	184.67355	183.62509	181.61629	186.69368	185.70474	182.36599
2024-05-14	187.66927	186.83635	185.01186	184.56006	185.73384	186.93083	184.79582
2024-05-15	190.01140	188.98778	186.39708	186.38396	188.67441	188.09099	187.36109
2024-05-16	190.45989	193.31032	187.79865	190.49335	191.87212	189.20627	194.57760
2024-05-17	190.17085	195.09616	189.15598	188.53255	190.82196	190.39462	189.91466
2024-05-20	191.27714	192.47882	190.25569	186.04161	192.84660	191.36307	188.98456
2024-05-21	192.08442	194.75255	191.23135	189.64882	192.00328	192.13493	189.14079
2024-05-22	192.17413	190.90123	192.22432	190.28254	192.87892	192.91837	187.81614
2024-05-23	190.36021	191.99550	193.00815	188.24163	196.04399	193.54793	186.74765
2024-05-24	189.94162	191.08347	193.22823	185.95633	193.70631	193.65399	191.61610
2024-05-28	192.35350	186.60873	193.42010	189.95217	189.12492	193.53706	190.19077
2024-05-29	191.60603	190.46606	193.70296	186.22609	188.94550	193.46010	185.07252
2024-05-30	191.53626	196.22035	193.82159	188.97265	194.45937	193.33545	190.52836
2024-05-31	191.92495	194.31102	194.01120	188.79435	194.11411	193.32327	187.70231
2024-06-03	194.33686	193.88194	194.24963	190.89147	192.21956	193.37132	191.17007
2024-06-04	194.66576	193.63551	194.72278	191.78000	192.30385	193.75462	191.41013
2024-06-05	196.24045	192.78015	195.27219	196.54049	193.67751	194.36104	195.98087
2024-06-06	195.84179	198.48813	195.97743	194.16183	195.35556	195.22131	192.95730
2024-06-07	196.28030	196.84700	196.52652	191.85683	198.86656	196.04982	194.60371
2024-06-10	196.63912	196.60312	197.11432	195.63342	195.98869	196.80013	199.95304
2024-06-11	206.46608	197.59331	197.46692	193.57744	196.81339	197.33115	197.43545
2024-06-12	219.46240	197.02654	198.69099	204.21300	200.10899	198.11996	207.83287
2024-06-13	216.02397	209.29184	201.25104	212.20140	201.07634	200.64973	215.11233
2024-06-14	214.44926	217.12634	204.12572	215.38772	212.74530	204.18164	214.08093
2024-06-17	218.21659	216.91495	206.67819	212.05425	219.70720	207.70166	213.97504
2024-06-18	217.89766	211.63846	209.28780	216.46465	213.51083	211.04262	219.17773
2024-06-20	213.52238	213.41393	211.60265	214.72661	214.15224	213.99902	214.42672
2024-06-21	211.18024	200.49808	212.98985	212.06554	217.89854	215.78397	210.29328
2024-06-24	211.98752	211.22285	213.67099	208.50545	209.63065	216.38220	204.70195
2024-06-25	210.67195	209.80283	213.98009	212.66451	209.58203	216.07559	213.98998
2024-06-26	214.14030	208.52834	214.17030	212.53143	204.26801	215.40622	209.54066
2024-06-27	215.01735	213.56726	214.69382	211.60926	210.92819	214.86298	211.35941
2024-06-28	215.34623	218.73589	215.33215	211.02200	210.64636	214.68451	209.42871
2024-07-01	216.78141	214.42848	215.70155	205.12789	214.16400	214.58141	209.53868
2024-07-02	219.64180	216.81053	216.23471	211.03839	216.83051	214.69627	215.84046
2024-07-03	220.80788	216.80730	217.15764	218.32050	214.70964	215.39746	218.90185
2024-07-05	225.69147	218.97072	218.33937	223.40728	218.81499	216.72879	223.94771
2024-07-08	227.08678	221.54720	219.94650	226.16173	222.12242	218.60669	230.73844
2024-07-09	228.63158	223.71538	221.79666	226.60690	225.09018	220.95023	229.73372
2024-07-10	232.29926	230.14240	223.67317	228.73128	228.41759	223.51758	230.07001
2024-07-11	231.61157	232.30391	225.78792	229.76329	228.38879	226.22813	231.62757
2024-07-12	231.86073	228.24258	227.36469	226.68546	228.15282	228.43808	227.84264
2024-07-15	236.43536	228.75047	228.82294	230.74198	228.92809	230.27246	231.68985
2024-07-16	235.47857	229.62880	230.78027	234.00474	223.94969	232.27316	235.40981

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-07-17	230.68469	232.97372	232.43054	237.30086	234.88136	233.92197	234.72752
2024-07-18	229.66810	228.67366	233.01505	231.15385	231.70262	234.47005	226.28415
2024-07-19	226.04029	224.34058	233.03851	223.16097	224.39046	234.06923	220.09153
2024-07-22	227.01702	224.43979	232.57822	227.11720	225.63017	232.94858	226.46231
2024-07-23	226.17983	223.63182	232.10007	228.35655	222.78033	231.54485	225.54746
2024-07-24	224.04701	230.10210	231.48399	227.64690	222.32037	230.00288	224.31092
2024-07-25	220.11024	220.67384	230.31079	221.22026	221.93285	228.08794	218.80096
2024-07-26	218.75479	217.52753	228.75896	217.45237	218.04803	225.85245	220.88963
2024-07-29	218.56542	216.46645	227.29424	218.51171	217.83179	223.76985	218.04822
2024-07-30	219.59197	218.89529	225.89357	218.02627	218.75473	221.89545	220.73694
2024-07-31	223.07028	218.44044	224.80879	217.11438	214.71014	220.53160	217.45148
2024-08-01	223.72805	221.13831	224.35912	223.02358	217.88477	220.09993	226.95427
2024-08-02	224.84433	221.72252	223.95338	218.09614	218.15422	220.06837	217.89586
2024-08-05	212.78486	224.22295	223.58450	229.60199	218.29028	220.28154	233.38825
2024-08-06	209.28662	204.28638	221.07753	212.39985	216.66800	218.27243	212.72688
2024-08-07	212.92437	205.11804	218.77800	207.22986	200.50980	216.06694	207.97032
2024-08-08	213.48251	207.04837	217.14232	211.47025	204.58382	214.13686	214.95299
2024-08-09	216.05387	211.00224	216.29576	214.55010	207.51004	212.93654	213.49867
2024-08-12	219.02794	216.42979	215.95169	221.65992	209.99327	212.52362	221.70769
2024-08-13	221.40271	220.65099	216.20235	216.67112	211.48383	213.08971	217.89726
2024-08-14	222.54021	218.13939	217.08102	226.13281	214.70323	214.55821	224.43766
2024-08-15	224.85512	226.33018	218.17953	224.96085	219.57816	216.50740	216.22165
2024-08-16	226.33187	229.40492	219.75961	223.92916	217.68396	218.96506	219.85065
2024-08-19	225.49372	219.64114	221.38000	227.37388	220.23074	221.46480	224.31104
2024-08-20	226.67113	222.39453	222.91121	228.86875	222.10706	223.72530	226.46059
2024-08-21	227.47933	225.90195	224.39178	228.94944	221.55573	225.73920	228.40202
2024-08-22	227.83856	224.76466	225.72002	232.41685	225.45323	227.31805	228.82148
2024-08-23	227.71882	230.22043	226.79041	228.15554	222.58617	228.40433	223.63553
2024-08-26	226.78088	226.50819	227.71100	231.64429	222.93982	229.05386	230.14442
2024-08-27	228.34743	226.90263	228.47237	223.23475	225.44315	229.35890	223.50945
2024-08-28	229.35521	228.63200	229.13306	226.05750	226.69528	229.48232	227.95626
2024-08-29	232.40850	224.76318	229.66029	228.96013	223.56628	229.55962	226.45114
2024-08-30	229.89402	228.18898	230.48776	230.85607	227.96141	229.95204	231.17381
2024-09-03	228.49709	233.58183	231.07654	233.98356	227.94859	230.29749	229.84786
2024-09-04	221.29296	228.91327	231.00099	220.25907	225.17561	230.05069	217.74605
2024-09-05	224.98481	221.47696	230.16887	222.22849	220.47357	228.96478	219.75333
2024-09-06	224.74537	222.91649	229.52197	224.05125	220.93233	227.85332	220.17878
2024-09-09	220.78408	221.26364	228.83824	223.68437	217.90953	226.69992	221.46262
2024-09-10	220.99362	223.87469	227.92761	225.93231	218.43530	225.34387	222.07145
2024-09-11	222.60007	219.02606	226.94427	222.88838	215.19621	224.00577	217.40828
2024-09-12	223.05906	222.02719	226.35692	230.37448	215.91229	223.07274	224.37415
2024-09-13	223.54799	222.13586	225.96751	228.47614	219.40219	222.63081	225.35145
2024-09-16	216.74297	226.26733	225.76459	221.28577	219.02496	222.66437	222.06343
2024-09-17	216.42366	220.21024	224.67604	216.20238	217.81310	221.99855	213.29462
2024-09-18	222.22092	217.55495	223.65732	218.14669	213.28592	221.17996	216.92081
2024-09-19	229.31531	219.14284	223.23477	224.52470	215.06401	220.72949	223.13625
2024-09-20	232.57811	228.31290	224.00537	232.33286	216.37471	221.48648	230.47824
2024-09-23	228.94611	230.33963	225.17784	226.37378	221.23483	223.17322	229.68870
2024-09-24	228.84634	231.90657	226.05905	223.81471	222.60612	224.90149	224.90061
2024-09-25	226.79086	229.10733	227.02650	224.64003	222.80705	226.57637	229.11405
2024-09-26	227.99820	225.23962	227.61237	227.26663	226.27753	227.71815	227.88222
2024-09-27	229.01596	223.32957	228.31395	227.62477	223.90057	228.65079	222.75724
2024-09-30	232.48833	225.22615	229.04291	231.88807	223.02901	229.45653	231.45623
2024-10-01	229.14567	231.96236	230.16629	238.31924	226.23755	230.40338	233.56749
2024-10-02	226.87068	229.60812	230.56738	225.60528	224.72443	230.75479	226.88254
2024-10-03	226.31190	230.49403	230.66875	227.68727	223.07234	230.61377	232.15604

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-10-04	227.49930	225.22395	230.54930	229.18415	223.83762	230.12910	225.21706
2024-10-07	225.19437	227.00116	230.59721	228.73518	224.01056	229.65718	224.83859
2024-10-08	225.48373	226.26872	230.05374	224.28951	222.20952	228.78386	224.79145
2024-10-09	229.24546	225.63972	229.76070	229.10193	220.78760	228.01770	231.72917
2024-10-10	228.99601	225.91727	229.84016	232.86182	221.63425	227.63324	229.74294
2024-10-11	228.90621	228.20872	230.02667	231.59565	223.24310	227.73949	231.08984
2024-10-14	231.22110	231.47939	230.23358	223.90605	226.06514	228.11153	224.20892
2024-10-15	236.96846	232.96835	230.71910	227.45006	228.03621	228.77293	229.64150
2024-10-16	231.61025	236.46092	231.73412	228.46908	227.85739	230.09045	229.89485
2024-10-17	233.33646	234.12047	232.33273	229.50075	227.57465	231.23479	229.07407
2024-10-18	235.66132	233.37843	233.04584	225.34910	229.50676	232.34732	224.77761
2024-10-21	236.32988	234.12808	234.08060	228.31497	226.09322	233.67084	230.56933
2024-10-22	235.70125	233.23323	235.04834	232.56830	229.96599	234.89145	230.78116
2024-10-23	234.62362	235.33316	235.77530	234.28293	234.25606	235.78477	230.25404
2024-10-24	230.31313	234.40182	235.99158	230.71568	231.35959	236.03114	227.78148
2024-10-25	232.70783	231.21021	235.81549	231.54428	227.25964	235.72456	232.32005
2024-10-28	234.21452	228.11409	235.67407	235.44652	224.13382	235.17621	232.86351
2024-10-29	233.81540	237.67741	235.82965	235.95117	227.78445	234.88451	229.50569
2024-10-30	232.95728	235.16425	235.96777	233.55958	230.39613	234.68704	229.25445
2024-10-31	229.32528	232.62199	235.79373	226.03375	227.77901	234.33595	228.27083
2024-11-01	224.85512	230.04379	235.06812	220.76120	225.91939	233.48468	225.21292
2024-11-04	222.30073	223.49158	233.60329	220.52710	225.40599	231.76363	221.28533
2024-11-05	223.45819	222.69579	232.03490	224.23344	216.82800	229.72507	223.57126
2024-11-06	225.57355	223.01030	230.75522	221.79459	218.59795	227.84669	222.38283
2024-11-07	227.37957	223.97997	229.65741	216.81789	219.60330	226.30244	221.49007
2024-11-08	228.40887	229.67805	229.18280	226.92454	219.73016	225.55577	232.34766
2024-11-11	225.45212	231.72919	229.03601	224.33142	221.99289	225.56631	226.36520
2024-11-12	225.34224	225.53528	228.62801	224.57854	223.78217	225.55507	224.91312
2024-11-13	226.40108	228.29655	228.32414	224.81898	220.27971	225.74464	226.47293
2024-11-14	228.61864	224.03697	228.14540	226.61088	221.41170	225.95863	230.08114
2024-11-15	226.67077	227.06189	228.33260	226.93078	222.12196	226.46463	227.28332
2024-11-18	229.48769	227.00099	228.37857	222.74733	221.81819	226.95921	225.37192
2024-11-19	229.90722	228.81929	228.67801	226.30312	219.27666	227.51117	227.59267
2024-11-20	229.67746	227.87886	229.08643	233.05904	223.48767	228.19673	234.92347
2024-11-21	229.90723	232.89630	229.57375	227.90526	227.58968	228.85745	227.60528
2024-11-22	230.46661	230.73860	230.05013	223.26649	225.60562	229.45978	224.48702
2024-11-25	232.99383	229.36188	230.57304	229.10773	225.26701	230.08458	233.36196
2024-11-26	235.31128	231.45346	231.45172	229.22390	225.98761	230.93069	233.58040
2024-11-27	235.43116	233.14639	232.58266	234.75948	230.48752	232.14136	234.01836
2024-11-29	237.54882	236.68687	233.67606	232.99522	233.02985	233.43480	228.29652
2024-12-02	240.52554	237.37914	234.86441	239.45843	232.50644	234.74393	234.23868
2024-12-03	242.49338	239.40738	236.25809	238.65528	232.20148	236.29514	236.08753
2024-12-04	243.84190	242.87219	237.86023	243.47405	236.69478	238.03625	243.31559
2024-12-05	244.27142	243.40816	239.51573	244.33848	238.54434	239.94194	244.11227
2024-12-06	244.36133	243.28267	241.06883	240.37436	239.36865	241.76208	237.55210
2024-12-09	246.96847	242.62802	242.35780	243.00569	238.45682	243.25146	240.33693
2024-12-10	247.93740	242.33559	243.64799	250.35874	240.34515	244.44554	245.13352
2024-12-11	250.52455	245.99333	245.05447	248.36529	239.43750	245.77599	242.59768
2024-12-12	248.46683	248.18527	246.33754	247.96784	246.23804	247.02420	243.02825
2024-12-13	249.01620	248.25189	247.39420	243.65817	242.74103	247.98666	239.57538
2024-12-16	251.10392	248.62801	248.33342	248.98721	242.24695	248.75984	246.36671
2024-12-17	253.55122	250.61011	249.33009	251.09718	244.09280	249.48581	250.83255
2024-12-18	254.00073	249.46387	250.45262	251.89832	244.83017	250.37183	253.20817
2024-12-19	251.72324	250.63054	251.17818	248.42037	246.65282	251.07040	248.26858
2024-12-20	254.71994	250.86530	251.59821	246.51281	243.59038	251.38994	248.65063
2024-12-23	255.36923	247.47482	252.19719	249.60668	245.89037	251.56781	251.09451

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-12-24	257.92641	253.75345	253.11490	252.60530	246.46651	252.39114	251.77837
2024-12-26	259.81434	255.61696	254.26266	254.79817	251.67848	253.51192	257.96291
2024-12-27	258.41590	257.16180	255.51582	257.33106	251.19820	254.97519	255.86848
2024-12-30	253.22159	257.22366	256.34280	251.76248	253.80325	256.07138	250.37366

Lampiran 5. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel Low

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2023-11-15	186.65930	183.45100	181.84381	182.63474	179.17354	184.31349	180.92473
2023-11-16	187.52413	183.30611	183.55466	183.39169	182.81534	185.82823	185.23344
2023-11-17	187.44460	185.88002	185.26682	184.26013	184.61160	187.22978	187.70553
2023-11-20	188.74678	187.15346	186.77390	184.68403	185.59334	188.30833	187.83523
2023-11-21	188.60764	183.90047	188.01131	185.24648	183.94598	189.23251	187.61622
2023-11-22	189.69113	188.40999	189.11745	183.36008	186.67627	189.92645	185.37027
2023-11-24	188.12052	189.84035	189.98840	188.20397	186.31886	190.52655	193.64072
2023-11-27	187.77262	188.68060	190.53867	181.24103	187.14445	190.69083	181.78242
2023-11-28	188.26964	188.79419	190.74059	183.50973	185.81581	190.58463	186.38374
2023-11-29	187.84220	186.59006	190.75424	185.80865	184.27510	190.40042	189.04989
2023-11-30	187.06688	187.53761	190.73827	184.51877	184.09633	190.22865	185.44109
2023-12-01	188.10066	185.95428	190.53874	182.28151	183.72719	189.88168	184.97220
2023-12-04	186.33127	186.43539	190.35168	183.49765	185.05418	189.71858	184.47211
2023-12-05	189.04499	184.78224	190.05994	185.46615	183.28911	189.38937	186.52458
2023-12-06	190.96347	185.19295	189.91707	186.92441	184.90773	189.55652	187.71997
2023-12-07	192.43463	189.07637	190.22623	187.21198	184.04153	190.14178	188.03966
2023-12-08	192.51416	190.67299	190.57741	192.59739	187.41321	190.88400	192.41190
2023-12-11	190.27761	190.88550	191.11528	194.85515	188.65538	191.74869	191.82741
2023-12-12	190.57580	191.48164	191.46033	188.90326	187.12752	192.19560	187.61210
2023-12-13	193.68712	190.81009	191.76401	191.75624	186.16600	192.59442	193.58695
2023-12-14	194.98933	191.78577	192.31175	198.30688	187.68709	193.37086	198.74333
2023-12-15	195.82429	191.62483	193.17516	196.11296	189.09854	194.39722	194.72096
2023-12-18	193.22985	193.94061	193.93347	196.01456	191.21577	195.28267	198.87629
2023-12-19	194.72093	193.58473	194.44331	193.17565	192.42424	195.67545	192.14711
2023-12-20	193.66724	191.37286	194.81770	192.46855	191.04991	195.97588	193.93265
2023-12-21	192.34518	194.04959	195.10942	189.50570	192.45776	196.09219	190.28537
2023-12-22	191.81835	192.66064	195.22101	190.07937	190.80415	195.93973	191.11584
2023-12-26	191.67918	193.26180	195.07263	189.20545	191.42250	195.50652	191.95390
2023-12-27	189.94957	189.21707	194.63283	188.95895	190.09856	194.83339	191.92320
2023-12-28	192.01716	185.45413	194.05022	189.30649	187.03044	193.99385	193.00440
2023-12-29	190.58574	187.77208	193.59209	188.89833	188.34607	193.47403	188.24166
2024-01-02	182.79253	189.85275	193.15038	189.51193	188.16476	192.97040	192.70890
2024-01-03	182.33528	188.97035	191.87219	179.23284	184.39330	191.36502	179.56162
2024-01-04	179.80050	186.83746	190.12303	182.79187	180.29123	189.40660	185.86490
2024-01-05	179.09473	182.10701	188.08377	178.66143	180.76164	187.10812	179.91856
2024-01-08	180.41679	179.38554	186.06752	180.39794	175.57875	184.94170	180.71560
2024-01-09	181.63946	177.74867	184.42003	181.21154	176.22784	183.43861	179.87254
2024-01-10	182.82237	178.01947	183.22925	179.67096	176.62157	182.52908	182.63263
2024-01-11	182.52413	177.63641	182.43983	182.89788	177.24057	182.22647	182.91162
2024-01-12	184.08479	179.50925	182.17522	180.84357	176.32751	182.40770	180.25656
2024-01-16	179.85017	183.18562	182.08446	182.22268	176.99580	182.87120	184.69705
2024-01-17	179.22398	186.13771	181.76271	180.57381	179.62653	182.84523	181.00231
2024-01-18	184.72095	185.40677	181.35765	181.05076	177.46901	182.60159	182.87331
2024-01-19	187.69311	182.07706	181.67372	184.71857	176.35896	183.29042	186.34765
2024-01-22	191.11257	180.92392	182.60283	189.83491	180.51976	184.60966	191.66893
2024-01-23	192.67322	183.90933	184.07986	189.31895	183.68904	186.54800	194.38462
2024-01-24	193.18015	189.07672	185.97618	187.52895	186.36551	188.72624	193.30083
2024-01-25	191.95751	193.21173	187.86345	189.47176	188.07069	190.77701	193.23984
2024-01-26	190.79449	192.96712	189.60201	192.07056	190.89546	192.40985	193.07255
2024-01-29	188.44858	192.62726	190.93004	188.50153	188.44641	193.40007	189.90507
2024-01-30	186.35118	192.84261	191.69551	188.26828	188.27760	193.57196	188.07814
2024-01-31	183.24979	189.60503	191.89888	184.78602	187.43483	193.08665	184.40906
2024-02-01	182.72296	186.37994	191.26883	181.46660	185.88667	191.62761	181.07455
2024-02-02	178.18023	180.80336	190.15671	184.73196	180.70314	189.85265	186.59117

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-02-05	184.73091	178.88356	188.56882	182.87765	179.27892	187.66801	184.05943
2024-02-06	185.65534	180.92346	187.74475	186.02980	179.60622	186.58220	184.81586
2024-02-07	187.48436	181.43773	186.99185	186.23058	179.02859	185.91409	188.85144
2024-02-08	186.23191	182.55716	186.82022	183.41091	182.74713	186.01189	186.82058
2024-02-09	187.11648	185.47066	186.68031	184.68536	184.06084	186.19174	183.56685
2024-02-12	185.91215	189.30769	186.62645	183.25682	183.49121	186.59123	185.10524
2024-02-13	182.64756	190.99477	186.59010	184.32367	183.02209	186.87334	181.60123
2024-02-14	181.58261	188.92432	186.25150	182.45566	182.16878	186.64204	185.87630
2024-02-15	180.49773	185.01584	185.78253	181.51225	179.11909	186.17535	184.32492
2024-02-16	180.81619	179.49821	185.09290	180.24879	177.85463	185.43585	185.84658
2024-02-20	179.15406	176.35893	184.33621	178.27489	177.19226	184.67473	179.07105
2024-02-21	179.81096	176.82350	183.45021	178.42309	176.29663	183.65936	180.43827
2024-02-22	181.60251	178.43411	182.64790	175.10364	173.22997	182.81316	177.97417
2024-02-23	181.37359	180.17087	182.18681	179.66241	176.62796	182.45496	181.68207
2024-02-26	179.80101	181.86787	181.98749	177.71893	178.72040	182.34610	177.52428
2024-02-27	178.71612	181.76012	181.58937	176.01424	177.87773	182.01926	177.15259
2024-02-28	179.28345	179.42911	181.23239	178.67736	175.32799	181.73531	177.08825
2024-02-29	178.68626	181.99385	181.01105	178.91170	175.21684	181.55249	175.56139
2024-03-01	176.54639	180.70984	180.69795	178.38131	175.24687	181.28764	180.77591
2024-03-04	172.97324	179.42587	180.22701	176.42336	175.74387	180.73079	178.32299
2024-03-05	168.82285	176.11801	179.25117	173.71835	172.14886	179.52840	175.96726
2024-03-06	167.88725	174.55411	177.50772	166.90849	169.88506	177.43680	164.14999
2024-03-07	167.69817	170.24113	175.70271	166.82773	168.06657	175.25337	169.13603
2024-03-08	168.14605	167.67775	173.76324	169.89839	165.40337	173.11446	168.78642
2024-03-11	171.24143	163.48288	172.11197	168.47177	164.99727	171.50186	167.01308
2024-03-12	170.20630	167.71526	171.19426	168.75352	167.16826	170.77107	166.43107
2024-03-13	169.95749	168.16936	170.65884	171.40660	167.22556	170.46460	171.89652
2024-03-14	171.24143	170.32504	170.25554	168.43983	166.30064	170.38235	167.33645
2024-03-15	169.48969	170.64030	170.12512	170.41021	166.77946	170.67262	170.66480
2024-03-18	172.70452	173.55717	169.99644	172.21325	167.01888	170.82436	172.64843
2024-03-19	172.21680	174.72975	170.44414	171.75001	166.78969	171.67955	172.09140
2024-03-20	174.26713	173.20673	171.00316	173.29258	169.18465	172.49106	176.54366
2024-03-21	170.03711	170.98849	171.84180	174.03112	169.97603	173.59995	177.13244
2024-03-22	169.26078	177.26468	172.62364	168.27628	170.93408	174.26224	169.97123
2024-03-25	168.65364	174.18140	172.72800	166.82283	167.56802	174.16757	166.80563
2024-03-26	168.78304	174.80743	172.49312	166.66060	168.90981	173.63702	169.15439
2024-03-27	169.31054	169.56490	172.02789	166.28499	167.58249	172.86349	167.11392
2024-03-28	169.70866	167.32486	171.70575	170.42083	167.12280	172.28584	169.96175
2024-04-01	168.68351	167.67136	171.45010	168.68687	167.27774	171.78311	167.18898
2024-04-02	167.43936	167.39369	171.10869	166.51048	166.58723	171.22731	169.25350
2024-04-03	167.78773	164.85588	170.51834	165.97143	164.10440	170.46492	166.62432
2024-04-04	168.02661	171.12015	169.95024	166.31231	164.34758	169.86798	167.72916
2024-04-05	168.15599	173.63013	169.58493	165.16195	165.25804	169.53534	168.12701
2024-04-08	167.44934	169.56096	169.24901	165.90283	164.82967	169.25554	164.11124
2024-04-09	167.55882	167.87221	168.88109	164.41950	166.19356	168.93909	162.04460
2024-04-10	166.32462	164.56602	168.58362	167.39621	162.64960	168.75853	165.36873
2024-04-11	167.36971	167.14655	168.29782	163.38777	164.61969	168.50970	162.89660
2024-04-12	173.39128	167.74654	168.34915	173.50079	163.52184	168.82793	174.84000
2024-04-15	171.68931	170.87491	169.13336	173.52804	167.84674	170.07520	171.70744
2024-04-16	167.47920	173.63159	170.06502	169.69979	170.07971	171.23906	169.66297
2024-04-17	167.21046	174.24289	170.53537	165.83716	168.52580	171.68661	167.14303
2024-04-18	165.76729	170.17160	170.54356	169.08532	167.83057	171.56139	165.43083
2024-04-19	163.30887	170.25491	170.19122	166.07298	165.17368	170.91493	167.28963
2024-04-22	163.99564	170.31258	169.44835	162.86226	165.18082	169.73280	163.43742
2024-04-23	164.14494	166.66327	168.55818	161.61168	161.81931	168.54585	162.43909
2024-04-24	165.42887	162.38200	167.70824	162.09418	162.22481	167.46317	160.03177

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-04-25	167.35976	157.60498	167.14716	167.04102	162.16345	166.86282	166.73766
2024-04-26	168.38490	160.05656	167.05148	164.90384	162.82001	166.86856	166.16189
2024-04-29	172.28650	170.22060	167.12917	166.02998	164.13197	167.21626	169.16266
2024-04-30	169.20106	171.34270	167.85861	169.27565	166.09344	168.43437	175.69164
2024-05-01	168.31524	175.02083	168.68120	163.80902	169.16101	169.50162	165.30161
2024-05-02	170.08687	173.44405	169.07045	164.93438	169.32028	170.09564	168.14072
2024-05-03	181.80156	175.43204	169.77449	168.48389	169.18671	170.85609	170.01073
2024-05-06	179.57209	170.43326	172.17430	177.94407	169.83002	173.77229	180.41517
2024-05-07	180.46787	174.61876	174.30171	177.19852	177.60634	176.25920	176.96395
2024-05-08	180.59723	179.02628	176.48878	177.22624	178.39194	178.64656	176.90990
2024-05-09	181.25416	182.77461	178.38876	177.32661	179.18353	180.51785	180.74362
2024-05-10	181.51993	180.01530	180.02881	181.67917	179.00827	182.04619	182.42978
2024-05-13	184.00158	186.68242	181.58081	178.34693	178.97981	183.28195	180.59856
2024-05-14	185.66599	186.71440	182.97838	182.20639	180.36148	184.44714	184.18169
2024-05-15	186.74238	185.79604	184.38187	182.95113	184.57780	185.58945	187.09266
2024-05-16	189.02471	181.41486	185.70952	188.30756	182.61369	186.72931	192.67944
2024-05-17	188.54630	181.90469	187.07358	185.23358	181.88596	187.92813	187.22120
2024-05-20	188.37689	187.14000	188.15399	183.61486	186.25117	188.82414	189.03574
2024-05-21	190.28049	190.78363	189.05190	185.47033	183.91211	189.54648	187.89937
2024-05-22	189.63266	190.24246	189.93507	187.99433	186.66177	190.31657	186.23001
2024-05-23	186.00485	187.65843	190.71616	186.93088	186.35709	190.92142	184.99212
2024-05-24	187.41012	188.13277	191.05446	181.76829	185.35327	190.91156	186.94715
2024-05-28	188.46657	184.27789	191.00751	186.80230	182.81218	190.69688	186.52031
2024-05-29	188.87520	188.94254	191.10161	185.19217	186.21878	190.69380	183.89221
2024-05-30	189.99147	188.38081	190.94768	185.82142	187.35680	190.56540	184.23301
2024-05-31	189.27386	188.91687	190.90125	185.66866	185.37329	190.57515	183.94435
2024-06-03	191.87513	186.08543	190.95975	185.98795	185.24034	190.66295	187.79709
2024-06-04	192.38342	186.64459	191.19852	189.73890	186.25839	191.15884	188.87607
2024-06-05	194.21725	185.85312	191.66833	191.24529	190.85423	191.84712	189.83822
2024-06-06	193.51959	193.55540	192.27061	191.17610	188.30746	192.78189	189.48980
2024-06-07	193.48968	193.32089	192.87743	189.67095	190.79755	193.59558	190.83194
2024-06-10	191.50636	195.46872	193.41884	192.52375	188.21167	194.30194	195.88438
2024-06-11	192.98140	193.94438	194.00275	191.42333	192.00819	194.80908	196.67971
2024-06-12	206.20695	188.60562	194.75867	200.75735	189.78470	195.88564	202.34271
2024-06-13	210.89123	195.53557	197.12038	208.34709	196.90590	199.14943	210.75935
2024-06-14	210.59223	206.36615	200.39613	209.80002	204.07500	202.98457	208.83941
2024-06-17	212.00746	204.72232	203.47017	207.00129	203.97377	206.42339	208.30446
2024-06-18	212.28652	209.79408	206.40665	209.59851	210.04460	209.66840	211.48284
2024-06-20	208.15044	212.87364	209.34229	208.03314	209.65186	212.45303	209.06002
2024-06-21	206.41625	220.88135	211.29642	204.50527	212.02069	213.79971	202.30444
2024-06-24	205.89798	213.17946	212.22940	202.86702	207.73547	213.94283	198.79723
2024-06-25	207.91122	205.15118	212.41006	206.02413	205.96933	213.35515	206.69000
2024-06-26	209.93443	196.87721	212.34265	209.36564	202.35272	212.53891	204.80926
2024-06-27	211.63870	201.25015	212.42131	207.49474	203.51363	212.12045	206.34363
2024-06-28	209.59555	200.48898	212.73834	207.92572	206.42636	212.12492	209.20195
2024-07-01	211.21013	207.87036	213.02417	201.44037	206.26874	212.16193	208.61904
2024-07-02	214.37949	202.23643	213.06976	207.61864	207.10971	212.38028	213.15003
2024-07-03	218.29631	210.34558	213.63177	213.01320	208.94344	213.28661	214.40241
2024-07-05	220.90754	214.21391	214.60095	219.32793	212.93535	214.77446	221.92829
2024-07-08	222.50219	218.09753	215.95773	222.16517	211.34651	216.85980	225.83032
2024-07-09	225.61173	218.42302	217.93152	221.90485	217.21146	219.35483	224.74591
2024-07-10	228.48208	224.49513	219.89070	224.44614	217.42575	221.93677	228.69399
2024-07-11	225.01375	220.44525	222.02420	227.58001	219.60934	224.67967	232.73105
2024-07-12	227.91399	223.44249	224.08583	222.45643	220.30377	226.77153	227.21620
2024-07-15	232.30923	222.69228	225.61841	228.08909	221.06929	228.41379	231.68800
2024-07-16	231.55177	224.98827	227.74336	228.66223	224.33150	230.50912	230.93959

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-07-17	225.88082	221.28387	229.50443	230.53916	223.81387	232.07394	231.70335
2024-07-18	221.52547	223.13737	230.26022	224.97542	225.40128	232.24335	221.79891
2024-07-19	222.53208	223.17778	230.56255	217.61348	219.91388	231.59148	217.30094
2024-07-22	222.34273	221.98099	229.81914	223.23684	222.02499	230.16083	222.58501
2024-07-23	221.93409	221.20450	229.05186	225.20802	216.91119	228.72411	222.93405
2024-07-24	216.40270	215.10596	227.92433	223.25514	216.84067	227.18034	220.30303
2024-07-25	213.90109	216.44104	226.58228	214.71672	215.64934	225.26056	212.77942
2024-07-26	215.28644	210.88896	224.62454	214.02097	211.84816	222.92444	219.75187
2024-07-29	215.02731	212.26436	222.63094	214.15380	208.79633	220.84805	216.27990
2024-07-30	215.39606	209.79080	220.62483	209.82227	209.16502	219.03789	214.16010
2024-07-31	219.89097	213.96812	219.11227	210.43631	213.81772	217.86403	212.67065
2024-08-01	216.29305	210.93903	218.19423	215.67593	212.30168	217.74246	225.12386
2024-08-02	216.98076	214.65703	217.89514	211.91290	214.20673	217.96751	215.23304
2024-08-05	195.34348	210.17876	217.36754	220.49926	212.65610	218.27620	226.87054
2024-08-06	200.39650	212.71048	214.92519	204.82193	209.29825	215.60260	207.18759
2024-08-07	205.69865	209.69835	212.69594	202.20964	199.12788	213.06078	205.29971
2024-08-08	208.13050	209.29224	210.64751	207.37902	200.44019	211.18042	213.47826
2024-08-09	211.25998	196.49203	209.63628	208.53140	198.67377	210.24738	209.01070
2024-08-12	215.12654	201.32640	208.95726	213.59699	204.55083	210.10141	213.27591
2024-08-13	218.52903	205.22528	209.16177	211.07020	205.70671	210.98853	215.53061
2024-08-14	219.21753	210.52875	210.14354	219.76056	208.45096	212.72906	218.78008
2024-08-15	222.27080	214.81154	211.58391	218.09256	213.36089	214.80275	209.65713
2024-08-16	223.15885	221.28853	213.62727	216.65688	207.47676	217.36742	213.14636
2024-08-19	222.55019	220.40698	215.66919	221.16167	216.12480	219.83170	218.87656
2024-08-20	224.95490	222.04816	217.79747	223.64243	217.49297	221.94888	223.67888
2024-08-21	224.55578	213.97202	219.67444	226.71314	218.56657	223.79605	228.29423
2024-08-22	223.40830	217.61040	221.40678	225.78734	216.14288	225.22816	226.89514
2024-08-23	223.83736	220.47495	222.93246	223.67656	217.60951	226.19347	220.98579
2024-08-26	223.39832	220.96101	223.98862	226.84854	217.24956	226.71173	226.80713
2024-08-27	224.39612	220.46251	224.87918	218.53127	219.55307	226.91545	223.85989
2024-08-28	225.18438	219.27509	225.43727	221.23244	217.54388	227.00803	224.44289
2024-08-29	228.37738	217.99609	225.94749	225.81241	217.10545	227.12617	227.47781
2024-08-30	226.98043	220.14583	226.62547	225.01704	218.46768	227.69440	230.72275
2024-09-03	220.68428	220.98804	227.22136	228.86579	218.96741	228.05345	226.05948
2024-09-04	217.00240	222.04141	227.37418	214.06411	219.12166	227.72009	210.81236
2024-09-05	221.03352	221.87859	226.48824	217.37758	213.26262	226.27158	217.73262
2024-09-06	219.28739	218.20694	225.37788	219.21813	211.52335	225.11588	220.73061
2024-09-09	216.23409	216.02214	224.49310	220.48604	213.03148	224.03372	221.35173
2024-09-10	216.25405	210.66777	223.31633	220.54470	214.05408	222.61357	218.06670
2024-09-11	217.41149	213.71194	221.92677	216.42733	207.81293	221.26663	211.06639
2024-09-12	219.33726	210.75375	220.99205	222.26428	211.14862	220.49693	218.25312
2024-09-13	221.42268	214.21861	220.30432	220.77417	213.57507	220.20795	219.90141
2024-09-16	213.45022	216.61237	219.90750	216.36405	213.47006	220.36789	217.75209
2024-09-17	214.02894	219.59044	218.85397	211.89649	210.07686	219.42529	208.35831
2024-09-18	217.06226	214.25069	217.71935	216.81129	209.75533	218.44675	217.62878
2024-09-19	224.13671	211.08153	216.99646	219.48676	209.41628	218.16051	217.64757
2024-09-20	227.12012	209.16307	217.52553	225.39610	210.77803	219.39966	225.59598
2024-09-23	225.31410	218.77069	218.86292	224.15027	215.68193	221.48738	227.12924
2024-09-24	225.23428	219.78456	220.11522	222.70076	218.70396	223.20084	222.96322
2024-09-25	223.52805	221.92000	221.52838	221.00690	218.51456	224.80331	224.07053
2024-09-26	224.91499	218.38655	222.41574	223.83192	219.05681	225.68434	225.55660
2024-09-27	226.80083	223.54747	223.38298	222.87623	217.40413	226.48923	219.93784
2024-09-30	229.14568	223.96906	224.28017	227.32876	220.05641	227.22270	228.59192
2024-10-01	223.24866	222.79680	225.39801	230.40226	221.61653	228.25381	226.45307
2024-10-02	222.53024	220.18587	226.20544	222.45091	219.81367	228.47813	222.49279
2024-10-03	222.82958	218.53323	226.38129	221.99865	219.60216	228.13191	228.00198

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-10-04	223.63781	220.16222	226.20058	222.14400	214.56239	227.50525	226.02455
2024-10-07	220.84395	220.00259	226.18304	221.25264	215.03139	227.07489	220.14555
2024-10-08	222.75973	219.60492	225.57993	216.07676	220.52782	226.10582	220.62480
2024-10-09	224.33627	216.72517	225.00255	222.12096	215.09883	225.36603	227.67652
2024-10-10	226.67113	214.18274	224.68910	224.32945	213.83154	225.17790	224.01897
2024-10-11	226.84075	216.86267	224.69029	223.58520	216.33133	225.42816	224.32040
2024-10-14	228.09799	224.04837	224.89305	218.20280	216.97800	225.88574	217.54259
2024-10-15	231.85970	223.14502	225.23302	225.10725	219.79559	226.65370	231.52836
2024-10-16	229.33525	225.67555	226.23805	227.43356	219.56651	228.25710	231.85549
2024-10-17	230.01377	223.19415	227.05756	228.59828	220.82208	229.29221	230.39525
2024-10-18	233.49609	225.09247	227.98181	224.52495	218.91685	230.36476	224.69799
2024-10-21	233.93514	224.45131	229.13618	228.00179	221.60757	231.73683	230.39591
2024-10-22	232.08921	225.92213	230.11543	228.24031	223.56987	232.91855	226.23418
2024-10-23	227.25982	228.10999	230.96674	233.38801	225.17258	233.70120	231.41440
2024-10-24	227.90841	229.00604	231.54936	226.81658	223.17036	233.80017	222.03706
2024-10-25	229.06585	222.53722	231.37297	229.25355	222.13956	233.20158	231.86575
2024-10-28	232.03931	223.85693	231.01346	232.16575	220.98093	232.58093	227.39900
2024-10-29	231.80982	221.91136	230.98578	233.58823	221.95583	232.39296	227.43514
2024-10-30	229.04589	226.77849	230.95938	235.18066	223.12607	232.25803	230.65639
2024-10-31	224.87507	223.75929	230.80881	221.87793	222.41905	231.90869	223.88743
2024-11-01	219.78627	223.00748	230.15961	216.37780	221.00771	230.90652	218.84951
2024-11-04	219.22751	219.42441	228.49190	220.31970	218.76811	228.86516	219.62946
2024-11-05	220.65436	221.26472	226.68083	218.75895	216.69110	226.64667	218.42780
2024-11-06	220.70426	215.43170	224.97775	219.78668	215.35701	224.81468	218.20215
2024-11-07	224.07684	213.47025	223.52153	216.54889	214.78815	223.46457	217.00422
2024-11-08	226.16134	212.34996	222.66171	226.61331	214.32253	223.01300	229.03133
2024-11-11	221.25674	216.32115	222.36768	222.96759	216.15053	223.28615	223.57828
2024-11-12	223.11469	218.75932	222.09578	220.93774	214.60780	223.28935	221.57357
2024-11-13	222.51535	222.43288	221.83983	224.56982	215.71045	223.45715	227.13040
2024-11-14	224.75290	221.07620	221.70403	222.32913	216.21722	223.67526	224.48666
2024-11-15	224.02369	218.40410	221.86995	224.68350	215.02203	224.25957	222.57866
2024-11-18	224.92270	221.52957	222.17200	219.04880	216.36307	224.71185	222.78305
2024-11-19	226.41107	215.97145	222.50893	219.89321	214.80182	225.29680	224.47830
2024-11-20	225.64190	219.78564	223.06845	226.03763	219.57066	226.01021	229.81280
2024-11-21	225.46212	220.62885	223.79166	219.97690	215.88507	226.67126	220.67702
2024-11-22	227.80953	222.80638	224.52414	216.97692	216.19994	227.25943	222.54423
2024-11-25	229.48769	221.71071	225.10626	222.63243	220.99564	227.85130	230.32336
2024-11-26	233.07374	221.25591	226.09932	220.65847	220.46552	228.80109	229.10017
2024-11-27	233.55322	222.41774	227.27608	228.98337	222.43002	230.12875	228.16070
2024-11-29	233.71304	228.39992	228.54956	226.93025	223.43398	231.45100	229.13115
2024-12-02	236.89953	226.44229	229.86983	229.50657	226.23521	232.79825	230.89150
2024-12-03	238.63762	228.67146	231.36572	231.14019	225.53845	234.44084	233.85496
2024-12-04	240.98504	230.21515	233.10913	233.54364	228.42299	236.27724	239.19185
2024-12-05	241.86408	233.41245	234.99617	237.59754	230.12001	238.23827	242.79347
2024-12-06	241.81413	233.01830	236.80437	235.42113	232.54892	240.03334	236.55423
2024-12-09	241.48450	232.55025	238.26955	237.99379	231.79013	241.41074	236.80010
2024-12-10	245.07054	233.09824	239.53773	246.67206	233.06230	242.56409	245.56002
2024-12-11	245.98953	237.57726	241.04272	243.67542	235.77469	243.92342	239.29056
2024-12-12	245.41017	239.16917	242.40152	245.91114	234.79391	245.21780	240.88790
2024-12-13	245.96956	235.89749	243.50169	244.26650	236.91837	246.09445	242.27414
2024-12-16	247.37801	236.44775	244.44136	250.62319	237.90446	246.80685	248.46579
2024-12-17	249.50567	235.47305	245.26353	248.06662	238.46149	247.54694	249.22096
2024-12-18	247.46792	238.66875	246.20163	246.74120	236.57315	248.52655	247.31721
2024-12-19	246.81862	241.69128	247.08415	242.29190	239.75592	249.26245	239.35046
2024-12-20	245.42017	239.97842	247.35893	245.12563	240.60776	249.45061	249.66434
2024-12-23	253.17165	237.59000	247.72841	244.75465	239.81699	249.68100	245.63538

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-12-24	255.00962	241.06395	248.50157	246.98696	240.76611	250.62825	247.13688
2024-12-26	257.34705	241.31024	249.40868	250.38404	242.14297	251.88750	253.53537
2024-12-27	252.78208	243.50233	250.58650	253.74823	245.69418	253.47528	253.05107
2024-12-30	250.47461	246.94136	251.63945	247.47816	245.06464	254.51953	248.37053

Lampiran 6. Tabel Hasil Prediksi vs. Data Uji Variabel *C*lose

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2023-11-15	186.88792	185.34067	183.26875	184.30112	182.50398	182.63850	182.77564
2023-11-16	188.57782	185.59387	184.86055	185.89644	185.42145	184.03421	186.72272
2023-11-17	188.55791	191.35004	186.48598	185.61217	184.39987	185.36116	190.43679
2023-11-20	190.30740	189.51678	187.93381	185.52392	184.91667	186.35846	187.76347
2023-11-21	189.50226	190.77237	189.27599	185.32467	188.05269	187.24265	188.50534
2023-11-22	190.16826	189.57516	190.42487	182.11443	187.34377	187.88336	183.17981
2023-11-24	188.83623	190.62289	191.42065	187.12232	186.36961	188.44467	192.50132
2023-11-27	188.65730	192.45566	192.10661	180.35012	186.04401	188.55287	190.00816
2023-11-28	189.26367	187.93025	192.54005	180.40708	185.35826	188.41133	184.22216
2023-11-29	188.23981	188.59569	192.84015	185.24857	185.18666	188.23764	187.86479
2023-11-30	188.81638	188.42017	193.02641	183.61888	185.44666	188.07275	183.49162
2023-12-01	190.09868	186.21944	193.06830	179.78779	183.70096	187.75909	182.98781
2023-12-04	188.29945	189.47675	193.14497	182.01434	187.46629	187.66791	184.33704
2023-12-05	192.26566	188.08540	193.03767	184.28314	184.84943	187.36511	186.01118
2023-12-06	191.17223	188.53729	193.19151	187.13366	186.99721	187.64363	188.04019
2023-12-07	193.11058	189.57120	193.45796	186.87934	189.49533	188.26511	189.90038
2023-12-08	194.54199	192.34860	193.82681	194.00306	189.10263	189.03268	192.47131
2023-12-11	192.02710	195.84039	194.38040	197.03174	191.24417	189.92247	194.13133
2023-12-12	193.54796	192.41296	194.69016	189.15637	188.92447	190.29732	187.94344
2023-12-13	196.77856	193.60129	195.04083	192.03987	190.45309	190.66463	193.85419
2023-12-14	196.92769	191.64830	195.65970	199.04119	190.23055	191.48093	199.71574
2023-12-15	196.39090	194.80276	196.42496	198.57246	195.03130	192.51474	196.99113
2023-12-18	194.72090	199.36447	197.06924	199.26728	193.57034	193.33704	201.52847
2023-12-19	195.76466	197.81026	197.51318	193.97465	192.28413	193.62807	191.20344
2023-12-20	193.66724	195.48824	197.90366	194.64703	192.34868	193.86285	195.49590
2023-12-21	193.51813	192.43130	198.16330	189.63902	193.18889	193.89218	190.05409
2023-12-22	192.44460	192.53383	198.29808	192.53545	192.48360	193.67996	193.89761
2023-12-26	191.89787	195.24246	198.21645	190.69832	190.76685	193.19046	192.03685
2023-12-27	191.99727	192.17577	197.93248	188.21705	190.84882	192.48930	191.22742
2023-12-28	192.42471	192.43422	197.58174	188.98845	187.08235	191.68724	192.58756
2023-12-29	191.38097	190.32336	197.27141	189.93660	189.17923	191.23178	188.21152
2024-01-02	184.53209	190.74844	196.92574	188.63899	186.73697	190.77847	190.34791
2024-01-03	183.15039	191.34068	195.84163	178.73342	184.70992	189.07707	176.59424
2024-01-04	180.82436	185.18643	194.38376	183.31239	179.76913	187.05989	187.13121
2024-01-05	180.09869	180.91312	192.66251	180.74646	178.88951	184.76695	181.29030
2024-01-08	184.45256	176.05037	190.91432	180.47370	174.68120	182.68431	178.92019
2024-01-09	184.03508	177.68120	189.61035	181.11725	177.39716	181.43204	181.03003
2024-01-10	185.07883	182.45316	188.51773	179.25475	177.85214	180.73294	181.26018
2024-01-11	184.48238	184.77924	187.73157	181.48788	178.10519	180.60640	181.77906
2024-01-12	184.81042	183.61920	187.24370	179.35241	181.46152	180.88071	178.90154
2024-01-16	182.53407	182.35449	186.91074	181.08750	181.67963	181.35641	185.31300
2024-01-17	181.58977	183.08699	186.45552	176.55984	179.47572	181.26167	177.83794
2024-01-18	187.50424	182.54193	185.92796	180.97820	178.01485	180.93269	185.04247
2024-01-19	190.41675	182.64363	186.10822	182.00738	182.72299	181.70358	184.02539
2024-01-22	192.73285	186.80821	186.79689	187.16047	185.07962	183.12120	190.19955
2024-01-23	194.01515	190.26042	187.92255	188.71738	187.04713	185.10493	194.76130
2024-01-24	193.33920	194.73450	189.33780	186.65942	191.87036	187.25247	192.43017
2024-01-25	193.01118	195.57799	190.75970	189.22304	193.13545	189.16109	192.71303
2024-01-26	191.27162	194.45813	192.11647	192.62164	192.39040	190.61024	194.49016
2024-01-29	190.58574	192.75903	193.16919	189.01417	190.40688	191.37546	190.53605
2024-01-30	186.91777	192.23701	193.87482	188.11894	189.61020	191.37000	186.84680
2024-01-31	183.29948	192.21109	194.10370	182.87202	186.48529	190.69882	183.63244
2024-02-01	185.74481	187.90482	193.65111	180.55089	183.68190	189.07036	182.94232
2024-02-02	184.74084	185.18779	193.03677	185.00734	180.44562	187.33266	187.50456

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-02-05	186.55992	179.01500	192.14705	184.51757	179.26228	185.28766	186.20246
2024-02-06	188.17024	179.80963	191.52321	185.97818	180.90067	184.41562	184.40297
2024-02-07	188.27959	184.26221	191.02776	184.47436	182.04854	183.97786	187.03244
2024-02-08	187.19612	191.21194	190.83017	183.19320	183.51057	184.23987	187.53040
2024-02-09	187.96249	191.10637	190.62108	184.88383	183.68831	184.47383	183.50053
2024-02-12	186.27046	188.83174	190.52722	182.53524	183.95316	184.88507	183.28146
2024-02-13	184.17036	187.54300	190.38251	185.33801	185.78685	185.10674	181.39235
2024-02-14	183.28456	184.34038	190.00797	182.75936	182.22839	184.77100	188.81046
2024-02-15	182.99593	181.71858	189.53004	180.65204	180.53586	184.21867	184.32974
2024-02-16	181.45319	180.10403	188.93823	179.11379	179.15544	183.44000	185.62815
2024-02-20	180.70673	179.22824	188.24596	178.10117	180.42514	182.64227	181.24282
2024-02-21	181.46317	182.68141	187.44368	177.49171	176.88048	181.62514	179.59967
2024-02-22	183.50352	183.06438	186.73633	175.35255	177.17111	180.83774	179.00886
2024-02-23	181.66223	182.39983	186.32983	179.76462	177.56258	180.60254	180.92480
2024-02-26	180.30862	180.15184	185.99231	178.07977	180.14001	180.53955	175.60714
2024-02-27	181.77170	183.33366	185.51549	176.47987	176.81468	180.19429	177.02844
2024-02-28	180.56738	179.47678	185.19864	179.16990	177.42821	179.94597	178.30113
2024-02-29	179.90053	179.44272	184.87671	180.33504	181.02480	179.76019	175.03252
2024-03-01	178.81567	180.77396	184.50720	179.87139	176.70193	179.47670	179.19303
2024-03-04	174.27710	183.32780	184.02551	177.96781	177.21205	178.89676	177.80875
2024-03-05	169.32050	174.17986	183.07701	175.14801	173.88435	177.59366	176.09575
2024-03-06	168.32518	171.39182	181.49007	168.11970	167.84770	175.36217	164.55065
2024-03-07	168.20576	167.51186	179.81108	168.69615	165.65257	173.15292	169.59763
2024-03-08	169.92763	166.27879	178.09406	173.06199	165.11952	171.08415	170.80433
2024-03-11	171.93814	166.60959	176.68681	172.74852	165.58533	169.65028	169.14644
2024-03-12	172.41586	169.89458	175.73650	174.19421	169.24525	169.13843	168.63164
2024-03-13	170.32576	171.99834	175.09137	174.04528	167.62967	169.01241	171.14448
2024-03-14	172.18697	172.81766	174.47177	172.54487	168.69347	168.97266	168.24119
2024-03-15	171.80875	169.51247	174.15797	173.11128	168.73065	169.30629	171.81756
2024-03-18	172.90358	168.86234	173.89755	173.31924	167.14656	169.46046	172.50977
2024-03-19	175.25247	172.32478	174.05115	172.76231	171.43422	170.30937	171.48633
2024-03-20	177.83031	176.79424	174.42184	172.95079	172.15665	171.13486	177.59671
2024-03-21	170.56462	178.85538	175.10725	173.48154	173.26761	172.27785	177.83890
2024-03-22	171.47035	174.51830	175.43837	170.32154	174.17989	172.74727	172.65550
2024-03-25	170.04707	172.68161	175.43491	166.71037	167.99957	172.48875	166.01377
2024-03-26	168.91243	171.07770	175.21544	167.02080	170.06540	171.83771	169.93715
2024-03-27	172.49550	166.19368	174.80467	167.55073	166.90686	170.99258	168.60049
2024-03-28	170.67410	169.52200	174.66048	170.87194	167.61443	170.51605	169.43358
2024-04-01	169.23093	172.43288	174.41553	168.92375	167.79506	170.07294	164.46487
2024-04-02	168.04649	173.38394	174.05374	164.93437	167.33961	169.54329	167.35111
2024-04-03	168.85269	171.26080	173.51202	164.69126	165.97098	168.78703	165.41857
2024-04-04	168.02661	163.48828	173.05023	165.51980	166.47446	168.24280	166.85931
2024-04-05	168.78304	166.55482	172.66432	165.11737	164.93088	167.94501	168.25459
2024-04-08	167.65834	167.19388	172.32217	165.60100	166.65541	167.70885	161.82988
2024-04-09	168.87260	170.37750	171.93094	163.76935	165.00832	167.40147	160.87750
2024-04-10	166.99147	168.41425	171.66945	169.54409	164.28111	167.26591	168.93043
2024-04-11	174.21736	170.33867	171.33018	164.75118	165.71313	167.00851	164.22535
2024-04-12	175.72028	165.72450	171.62221	175.17846	166.73595	167.51634	176.97085
2024-04-15	171.87842	170.69446	172.29787	176.09448	172.25439	168.89217	172.87546
2024-04-16	168.58398	173.80699	172.85829	171.76063	173.12375	169.98787	170.36030
2024-04-17	167.21046	173.40817	173.06128	168.45796	165.92776	170.24083	169.68937
2024-04-18	166.25497	169.35771	172.94083	172.11550	168.25397	169.91081	168.29719
2024-04-19	164.22455	169.27711	172.59935	166.92500	166.48445	169.12781	167.52655
2024-04-22	165.06061	163.62257	171.95320	162.24654	163.39851	167.85664	161.52523
2024-04-23	166.11563	167.36501	171.26802	161.21113	162.12071	166.68919	162.68881
2024-04-24	168.22566	164.30348	170.64183	159.25607	162.56244	165.71614	157.74151

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-04-25	169.09158	162.75861	170.27660	167.90261	162.69695	165.29747	168.51880
2024-04-26	168.50435	165.93359	170.17339	165.76374	165.91222	165.46642	166.06319
2024-04-29	172.68462	169.57324	170.15590	166.96523	165.32185	165.88367	169.57765
2024-04-30	169.52951	174.28584	170.72769	170.42688	170.50087	167.20651	177.30026
2024-05-01	168.50435	173.23279	171.24634	169.10474	172.48770	168.20956	170.21366
2024-05-02	172.21681	170.22800	171.49942	169.53617	167.11443	168.65398	171.35112
2024-05-03	182.51817	170.48970	172.08379	172.91074	170.76672	169.38969	172.37636
2024-05-06	180.85603	169.64873	174.09102	183.42663	179.36992	172.49364	183.88200
2024-05-07	181.54279	179.33310	175.92509	182.44731	181.21664	174.94644	180.33935
2024-05-08	181.88118	191.07602	177.80005	184.05502	180.27647	177.20723	180.61364
2024-05-09	183.70261	189.99348	179.49297	181.90458	181.53693	178.91318	182.38466
2024-05-10	182.43684	183.99843	181.12123	183.65716	183.77945	180.32516	182.45470
2024-05-13	185.65602	181.97549	182.56378	180.46812	181.11333	181.42183	181.23294
2024-05-14	186.80217	185.46939	184.01303	186.81068	181.26271	182.53572	185.90663
2024-05-15	189.08452	187.63776	185.45180	188.20195	182.99852	183.65422	189.55865
2024-05-16	189.20410	189.02150	186.91252	192.54973	186.53757	184.81227	195.79206
2024-05-17	189.23399	192.32964	188.28677	189.76981	186.69868	185.99005	188.22033
2024-05-20	190.40009	188.60246	189.45740	185.65281	185.48625	186.84377	188.79778
2024-05-21	191.70570	186.62683	190.53688	187.89374	184.99173	187.55042	188.08365
2024-05-22	190.26054	190.69743	191.57162	189.18882	188.34804	188.32484	184.61002
2024-05-23	186.25401	189.46985	192.41911	186.97472	189.49222	188.88863	183.83020
2024-05-24	189.34363	193.25793	192.79665	182.53149	184.21483	188.74361	188.39722
2024-05-28	189.35359	186.36964	193.04791	186.93426	188.10866	188.50209	185.63272
2024-05-29	189.65259	190.07790	193.34792	185.25075	188.23692	188.51414	184.03768
2024-05-30	190.64925	186.77969	193.47063	187.45776	187.44472	188.40388	187.12994
2024-05-31	191.60602	192.55534	193.63156	188.54710	187.06015	188.46344	186.55542
2024-06-03	193.38007	186.26566	193.86797	189.02228	189.32225	188.62863	190.20461
2024-06-04	193.69901	189.44760	194.24799	190.50973	187.84688	189.20314	190.97254
2024-06-05	195.21390	192.15981	194.72746	195.15645	190.65359	189.93466	192.15497
2024-06-06	193.82855	198.88100	195.33240	193.34407	192.52684	190.89041	189.28479
2024-06-07	196.23047	197.91864	195.86540	189.78969	192.71753	191.64632	191.00494
2024-06-10	192.47311	197.93146	196.46863	194.17848	192.04095	192.33856	198.60472
2024-06-11	206.45610	190.66872	196.91122	191.89616	191.82866	192.73283	196.84259
2024-06-12	212.35629	190.63165	198.20384	200.18151	195.95547	194.06551	203.73904
2024-06-13	213.52238	196.78403	200.51306	211.66669	207.70097	197.56303	215.26987
2024-06-14	211.77824	213.28127	203.12665	213.57480	213.42297	201.43037	211.26134
2024-06-17	215.94423	225.48944	205.56915	208.68883	209.35916	204.66722	209.80345
2024-06-18	213.57219	216.89967	208.18343	213.07005	216.36403	207.72174	216.56376
2024-06-20	208.97765	209.60715	210.62325	210.32377	216.57808	210.20938	209.93640
2024-06-21	206.79498	214.51172	212.28683	209.97766	211.15977	211.16229	205.40051
2024-06-24	207.44279	215.13553	213.27275	209.01528	206.97339	210.95586	201.57646
2024-06-25	208.36969	210.09604	213.86240	211.48353	207.03258	210.19049	212.30706
2024-06-26	212.53569	206.52914	214.21268	213.11935	207.61575	209.34691	207.56256
2024-06-27	213.38284	207.03012	214.76062	212.31491	208.58290	209.09573	211.06069
2024-06-28	209.91447	210.87993	215.36163	211.29389	207.35953	209.27827	210.24881
2024-07-01	216.02396	212.58061	215.74353	202.18248	208.43321	209.36475	208.07557
2024-07-02	219.53217	211.58940	216.22600	209.29432	209.56183	209.73204	216.48216
2024-07-03	220.80788	214.63287	217.07593	215.78268	211.44009	210.82544	217.87213
2024-07-05	225.58183	221.10373	218.08147	218.91131	215.90648	212.41853	219.87621
2024-07-08	227.05688	225.94017	219.49940	221.84862	217.63445	214.61868	227.46281
2024-07-09	227.91399	225.95102	221.22557	223.26241	221.13988	217.14084	225.83463
2024-07-10	232.19958	224.81085	222.93260	225.60848	223.74182	219.62231	230.87461
2024-07-11	226.80772	229.80876	224.90950	225.01371	223.65021	222.28413	231.05843
2024-07-12	229.76776	225.65164	226.59586	223.58858	229.22314	224.12029	226.57809
2024-07-15	233.61484	226.68674	228.04430	230.61096	224.97462	225.53580	234.29020
2024-07-16	234.03343	232.06882	229.93149	232.43557	231.34003	227.52757	234.54156

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-07-17	228.11333	235.74899	231.60938	233.96639	230.71498	228.98434	234.76864
2024-07-18	223.42906	234.21088	232.48273	227.09713	227.77725	228.92726	224.06185
2024-07-19	223.55862	228.95210	232.85828	219.01106	224.74138	228.04778	218.14230
2024-07-22	223.20982	219.98206	232.58333	224.70742	220.08464	226.48270	227.36968
2024-07-23	224.25629	223.29343	232.25395	225.91451	220.85110	225.06015	225.13111
2024-07-24	217.80797	222.73273	231.72011	224.88793	219.33026	223.63333	225.52868
2024-07-25	216.76149	224.75037	230.77689	217.49521	215.22731	221.75174	217.01211
2024-07-26	217.22992	216.66125	229.37550	213.61589	213.07166	219.47490	221.90836
2024-07-29	217.50897	218.85454	227.91640	213.99059	216.34666	217.53427	219.68215
2024-07-30	218.06709	214.28465	226.47029	209.04801	210.01772	215.91399	218.50300
2024-07-31	221.33611	214.54564	225.27715	211.53864	214.68604	214.95114	213.49133
2024-08-01	217.62856	216.54446	224.52533	217.18332	215.34828	215.04726	229.39105
2024-08-02	219.12355	218.23550	224.00723	211.82524	220.28006	215.33963	216.66732
2024-08-05	208.56903	218.82104	223.48845	227.60809	219.16252	215.63779	236.19661
2024-08-06	206.53586	215.37456	221.73630	207.19883	205.44490	212.80110	210.81325
2024-08-07	209.11717	203.84111	219.68829	201.44503	202.25911	210.14481	205.04297
2024-08-08	212.59549	200.77957	217.90324	206.30000	207.48654	208.35548	216.93452
2024-08-09	215.51569	203.87286	216.80873	208.63057	204.80031	207.66441	212.44241
2024-08-12	217.05229	211.89320	216.12982	216.89945	206.15439	207.75554	219.16885
2024-08-13	220.78407	214.99734	216.02757	213.00322	210.86182	208.80583	218.80867
2024-08-14	221.23309	222.46312	216.55336	221.35665	215.28033	210.66687	221.01911
2024-08-15	224.22650	223.02654	217.42865	217.39481	218.25864	212.73486	207.88655
2024-08-16	225.55359	219.85405	218.78815	216.36934	215.71413	215.24379	214.80584
2024-08-19	225.39394	220.85680	220.29553	222.30919	223.53630	217.58189	221.00933
2024-08-20	226.01257	222.99649	221.85153	223.22167	222.37083	219.52084	224.60869
2024-08-21	225.90280	228.02727	223.31445	226.67475	222.78979	221.16400	230.27468
2024-08-22	224.03693	229.33624	224.71887	226.52507	222.72766	222.41301	227.46454
2024-08-23	226.34184	225.52251	225.92422	223.26723	218.53362	223.18042	220.71456
2024-08-26	226.68109	223.53690	226.95624	228.45845	224.05766	223.59274	227.85196
2024-08-27	227.52922	227.04518	227.87619	216.54624	219.20840	223.75940	223.01677
2024-08-28	225.99261	222.55655	228.62619	220.15166	221.12184	223.86008	226.67498
2024-08-29	229.28537	227.90262	229.21925	229.15602	220.91087	223.96147	231.32901
2024-08-30	228.49710	225.01889	229.97482	223.62568	224.04849	224.58084	229.85735
2024-09-03	222.28078	234.06326	230.60526	229.62470	222.71098	224.95816	227.76354
2024-09-04	220.36501	226.55597	230.76729	215.42674	225.50938	224.50824	213.17121
2024-09-05	221.89163	221.93364	230.20715	219.50448	216.93726	222.93576	219.90299
2024-09-06	220.33508	215.48753	229.59431	222.08635	218.23982	221.77577	224.99058
2024-09-09	220.42487	216.94806	228.99489	222.35761	217.12492	220.74806	224.32081
2024-09-10	219.62663	220.19092	228.18883	219.41090	212.54208	219.42583	216.99072
2024-09-11	222.17102	222.84386	227.23877	216.76352	214.40492	218.17677	210.90075
2024-09-12	222.28078	218.88943	226.59247	224.55791	216.62352	217.59181	220.41998
2024-09-13	222.01138	221.02936	226.05461	221.17974	218.16222	217.44176	220.65758
2024-09-16	215.84496	219.48398	225.64499	210.84026	217.04059	217.66681	217.00450
2024-09-17	216.31390	220.09920	224.68832	207.98053	213.05664	216.63850	207.17610
2024-09-18	220.20535	215.73117	223.68678	212.18310	210.91882	215.61816	212.13417
2024-09-19	228.36739	213.52940	223.14555	216.17442	214.85785	215.43195	216.73507
2024-09-20	227.69885	217.29257	223.59685	223.96734	221.33412	216.92352	225.88097
2024-09-23	225.97266	223.52946	224.47163	221.64695	226.07230	219.09192	227.03497
2024-09-24	226.87068	229.28816	225.22987	219.98146	224.54340	220.69893	221.72141
2024-09-25	225.87288	229.40056	226.15645	217.10279	224.76482	222.16248	224.19871
2024-09-26	227.02036	222.89467	226.82698	221.99684	224.67159	222.86685	228.05385
2024-09-27	227.28975	224.31378	227.58487	221.74240	221.96465	223.55449	219.03087
2024-09-30	232.48833	226.65323	228.31155	228.01286	224.41782	224.19252	229.86300
2024-10-01	225.71324	231.90889	229.38287	230.87496	228.49998	225.26909	226.60811
2024-10-02	226.28198	233.74597	230.01216	221.07560	225.33826	225.38506	223.84209
2024-10-03	225.17441	224.39796	230.26178	223.03063	220.30376	224.95265	233.62866

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-10-04	226.30194	223.18471	230.26976	226.06016	219.12727	224.27493	228.40034
2024-10-07	221.20316	217.35052	230.36392	225.55472	220.06421	223.88615	222.84986
2024-10-08	225.27420	225.27107	229.93727	218.41224	218.36009	222.85622	221.42376
2024-10-09	229.03592	224.69591	229.62856	226.02990	216.24883	222.19429	230.79216
2024-10-10	228.53702	226.36676	229.65895	228.47025	222.76657	222.19836	226.13587
2024-10-11	227.05029	225.52892	229.74416	226.90281	222.31398	222.56487	227.25593
2024-10-14	230.79205	228.98271	229.84532	217.56901	222.27057	223.04431	215.92886
2024-10-15	233.33646	226.30289	230.20255	225.12004	223.32692	223.87263	231.27160
2024-10-16	231.27100	227.43588	231.03954	226.68059	227.85661	225.52258	229.01080
2024-10-17	231.64018	228.26518	231.63950	226.05642	225.92859	226.48000	224.83468
2024-10-18	234.48392	235.81247	232.32755	217.05823	225.90726	227.45363	219.09845
2024-10-21	235.96068	230.26019	233.24335	222.98169	231.12482	228.76257	225.59433
2024-10-22	235.34204	233.41023	234.16364	226.61178	234.02039	229.89104	225.22155
2024-10-23	230.25323	236.46921	234.98454	229.97547	229.69786	230.60608	226.40345
2024-10-24	230.06367	231.94009	235.44771	225.05507	227.37813	230.55051	222.33470
2024-10-25	230.90181	228.70155	235.39978	225.10096	225.99643	229.81380	228.12021
2024-10-28	232.88744	225.65228	235.33025	231.38582	226.18100	229.17032	227.58373
2024-10-29	233.15685	229.15601	235.44101	234.00276	227.70558	229.05113	228.02222
2024-10-30	229.59468	235.64665	235.54753	230.10754	227.56255	228.99734	226.45898
2024-10-31	225.41389	233.52821	235.44279	217.99324	228.33813	228.63843	221.50889
2024-11-01	222.42047	227.66895	234.88248	215.06925	224.21912	227.54547	219.65328
2024-11-04	221.52245	220.43588	233.69420	219.82813	218.80339	225.42053	219.44764
2024-11-05	222.95929	218.24918	232.32034	217.03298	216.31819	223.22079	217.22947
2024-11-06	222.23090	218.33798	231.04733	212.68030	216.81795	221.53841	213.37147
2024-11-07	226.98044	218.29468	229.89632	211.90975	217.81924	220.35222	214.99003
2024-11-08	226.71074	224.08669	229.21210	224.85920	220.64720	220.14531	232.74443
2024-11-11	223.98373	225.35474	228.83379	217.49617	221.69708	220.57225	221.91748
2024-11-12	223.98373	224.53395	228.40669	220.54041	221.25333	220.60468	222.90082
2024-11-13	224.87276	222.24533	227.99200	223.37881	219.32497	220.73076	227.88360
2024-11-14	227.96936	221.08932	227.76408	222.32320	218.94716	220.93250	228.56939
2024-11-15	224.75288	221.45349	227.85159	224.96348	220.66496	221.55188	226.68667
2024-11-18	227.76958	226.33379	227.87480	217.12419	222.57100	221.93353	224.39305
2024-11-19	228.02928	226.62457	228.10439	218.46876	221.42096	222.50650	224.63912
2024-11-20	228.74849	226.18767	228.46594	227.78802	224.35124	223.19064	231.52080
2024-11-21	228.26903	223.60081	228.95595	218.95967	224.40157	223.83611	219.87346
2024-11-22	229.61754	227.61522	229.44736	214.92380	222.29749	224.37691	218.90272
2024-11-25	232.61424	225.90404	229.91576	221.52628	223.74658	224.92375	229.52564
2024-11-26	234.80183	228.62999	230.73898	220.38627	225.84698	225.90651	227.49762
2024-11-27	234.67198	233.17007	231.73523	228.05758	229.78253	227.25447	225.58265
2024-11-29	237.06935	236.62393	232.76636	225.67853	229.56467	228.54134	223.82415
2024-12-02	239.32686	236.62015	233.93532	232.48175	230.72661	229.87299	227.68261
2024-12-03	242.38350	233.11497	235.26126	234.73521	233.83788	231.49091	232.77449
2024-12-04	242.74310	234.61638	236.80751	234.32362	237.97083	233.32727	238.90388
2024-12-05	242.77307	240.24243	238.39140	237.80498	236.27745	235.21851	239.10316
2024-12-06	242.57329	243.95609	239.89865	235.42507	237.54944	236.88733	233.75303
2024-12-09	246.47900	242.76831	241.20631	241.32578	239.27998	238.10681	238.67633
2024-12-10	247.49788	244.69685	242.57724	248.75759	238.57494	239.21658	246.26533
2024-12-11	246.21928	243.54565	243.99304	243.10750	241.44846	240.53323	235.23712
2024-12-12	247.68768	245.33862	245.25455	244.95275	243.09921	241.72830	238.04751
2024-12-13	247.85748	245.24187	246.35448	241.24378	242.01282	242.53123	237.26458
2024-12-16	250.76428	246.48795	247.34645	250.37985	241.93855	243.18063	248.51252
2024-12-17	253.20160	244.33105	248.35051	246.38565	243.80222	243.93033	247.41282
2024-12-18	247.77757	250.46152	249.44971	244.22031	246.52927	244.95880	246.81011
2024-12-19	249.51566	249.57584	250.26038	242.40738	247.78888	245.59023	240.70693
2024-12-20	254.21051	249.24059	250.73309	241.94151	244.04515	245.69630	249.53252
2024-12-23	254.98965	247.49678	251.47298	240.34514	244.42120	246.02255	247.01321

Date	Y Test	Tanpa GSCV			Dengan GSCV		
		RNN	LSTM	ESN	RNN	LSTM	ESN
2024-12-24	257.91644	246.78345	252.25658	243.23007	251.22383	247.00485	246.17907
2024-12-26	258.73550	254.18617	253.21709	245.48563	250.41571	248.33205	254.06474
2024-12-27	255.30930	257.50104	254.29913	251.02927	251.44839	249.92041	251.63834
2024-12-30	251.92302	257.85913	255.18495	242.01891	253.91805	250.85634	245.82752