

**PREDIKSI INFLASI HARGA PANGAN
MENGUNAKAN PENDEKATAN *MACHINE
LEARNING* BERBASIS *MULTIVARIATE TIME SERIES***

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



Oleh :

AHMAD ALFARREL GHAZALI

09011282126100

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PREDIKSI INFLASI HARGA PANGAN MENGGUNAKAN
PENDEKATAN *MACHINE LEARNING* BERBASIS
*MULTIVARIATE TIME SERIES***

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh :

AHMAD ALFARREL GHAZALI
09011282126100

Pembimbing I

: Dr. Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 19780611201021004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

FINAL TASK

***PREDICTION OF FOOD PRICE INFLATION USING
A MACHINE LEARNING APPROACH BASED ON
MULTIVARIATE TIME SERIES***

*As one of the requirements for completing the
Bachelor's Degree Program in Computer Systems*

By :

AHMAD ALFARREL GHAZALI

09011282126100

Advisor I

***: Dr. Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 19780611201021004***

Approved by,

Head of Computer System Department



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.
196612032006041001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 25 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Ketua Sidang : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Penguji Sidang : Sutarno, S.T., M.T.
3. Pembimbing I : Dr. Rossi Passarella, S.T., M.Eng



Mengetahui, 17/06/25
Ketua Jurusan Sistem Komputer




Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmsd Alfarrel Ghazali
Nim : 09011282126100
Judul Tugas Akhir : Prediksi Inflasi Harga Pangan Menggunakan Pendekatan
Machine Learning Berbasis *Multivariate Time Series*

Hasil pemeriksaan iThenticate/Turnitin : 2%

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri dan tidak mengandung unsur penjiplakan atau plagiat. Saya sepenuhnya menyadari bahwa jika terbukti adanya penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, Saya siap menerima sanksi akademik di Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini Saya buat dengan kesadaran penuh dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 13 Agustus 2025



Ahmad Alfarrel Ghazali
NIM. 09011282126100

PREDICTION OF FOOD PRICE INFLATION USING A MACHINE LEARNING APPROACH BASED ON MULTIVARIATE TIME SERIES

Ahmad Alfarrel Ghazali (09011282126100)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: alfarelahmad99@gmail.com

ABSTRACT

Food price inflation is an important economic indicator that can affect the social and economic stability of a country. This study aims to develop a model for predicting food price inflation in Indonesia using a machine learning approach based on multivariate time series. The data used includes monthly inflation variables as well as market price index data such as opening (open), highest (high), lowest (low), and closing (close) prices, obtained from World Bank. Three machine learning models are utilized in this study: Support Vector Regression (SVR), Long Short-Term Memory (LSTM), and Bidirectional LSTM (BiLSTM). The evaluation is conducted using the Root Mean Square Error (RMSE), Mean Square Error (MSE), and Mean Absolute Error (MAE) metric on both training/validation and testing phases. The results indicate that the SVR model provides the best performance and consistency compared to LSTM and BiLSTM model. These findings demonstrate that SVR is more effective in handling moderate data complexity with limited data compared to the other models used in this study.

Keywords: Food Price Inflation, Prediction, Machine Learning, Multivariate Time Series

PREDIKSI INFLASI HARGA PANGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING* BERBASIS MULTIVARIATE TIME SERIES

Ahmad Alfarrel Ghazali (09011282126100)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: alfarelahmad99@gmail.com

ABSTRAK

Inflasi harga pangan merupakan indikator ekonomi penting yang dapat mempengaruhi stabilitas sosial dan ekonomi suatu negara. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model prediksi inflasi harga pangan di Indonesia dengan pendekatan *machine learning* berbasis *multivariate time series*. Data yang digunakan mencakup variabel inflasi bulanan serta data indeks harga pasar terkait seperti harga pembukaan (*open*), tertinggi (*high*), terendah (*low*), dan penutupan (*close*) yang diperoleh dari World Bank. Tiga model machine learning digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Support Vector Regression* (SVR), *Long Short-Term Memory* (LSTM), dan *Bidirectional LSTM* (BiLSTM). Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE), Mean Square Error (MSE), dan Mean Absolute Error (MAE) baik pada tahap pelatihan/validasi maupun pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SVR memberikan performa terbaik dan konsisten pada data pelatihan dan pada data pengujian dibandingkan dengan model LSTM dan BiLSTM. Temuan ini menunjukkan bahwa SVR terbukti mampu mengakomodasi kompleksitas sedang dalam data dengan ukuran terbatas secara lebih optimal dibandingkan dengan model lainnya dalam penelitian ini.

Kata kunci: Inflasi Harga Pangan, Prediksi, *Machine Learning*, *Multivariate Time Series*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur terhadap ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kasih sayang, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul "Prediksi Inflasi Harga Pangan Menggunakan Pendekatan *Machine Learning* Berbasis *Multivariate Time Series*".

Dalam penulisan laporan ini, penulis berusaha untuk menyumbangkan wawasan ilmiah dalam bidang analisis data dan teknologi, terutama dalam menggunakan metode machine learning untuk memprediksi inflasi harga pangan. Studi ini diharapkan mampu menjadi dasar untuk pengembangan solusi yang lebih efisien dalam mendukung proses pengambilan keputusan di bidang ekonomi dan pangan, serta memberikan perspektif baru bagi para akademisi dan praktisi.

Penulis menyadari bahwa pembuatan laporan ini tidak akan tercapai tanpa bantuan, dukungan, dan arahan dari banyak pihak. Dengan penuh rasa rendah hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Allah SWT, yang dengan segala limpahan rahmat dan kasih-Nya, memberikan kesehatan, kekuatan, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, yang tak pernah lelah memberikan cinta, doa, semangat, dan dukungan tanpa syarat. Setiap tetes keringat, setiap doa yang dipanjatkan, dan setiap nasihat yang diberikan adalah sumber kekuatan bagi penulis. Tanpa mereka, pencapaian ini tentu tidak dapat terwujud. Terima kasih telah menjadi pelita dalam kegelapan dan tempat berpulang dalam setiap langkah perjuangan hidup.
3. Prof. Dr. Erwin, S.Si, M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, atas dukungannya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, atas segala bantuan dan bimbingannya.
5. Bapak Dr. Rossi Passarella, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas

Akhir, yang telah memberikan waktu, saran, motivasi, dan bimbingan terbaik kepada penulis.

6. Bapak Dr. Ahmad Zarkasi, M.T., selaku Dosen Penasihat Akademik di Jurusan Sistem Komputer.
7. Kak Angga, selaku admin Jurusan Sistem Komputer, yang dengan cepat dan sigap membantu dalam pengurusan berkas administrasi.
8. Saudara, teman, sahabat, dan grup ingpo yang selalu berada di sisi penulis, memberikan dukungan, serta menjadi tempat berbagi dalam suka dan duka. Terima kasih untuk setiap semangat, bantuan, dan keceriaan yang kalian berikan. Kehadiran kalian sangat berarti dalam perjalanan ini.
9. Serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan dorongan semangat yang tak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih untuk segalanya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Indralaya, 17 Agustus 2025



Ahmad Alfarrel Ghazali
NIM. 09011282126100

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
AUTHENTICATION PAGE	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Inflasi Harga Pangan.....	5
2.2 <i>Multivariate Time Series</i>	5
2.3 <i>Machine Learning</i>	7
2.4 <i>Support Vector Regression</i>	8
2.5 Long Short-term Memory	9
2.6 Bidirectional LSTM	11
2.7 <i>Optimizer</i>	12
2.7.1 <i>Adaptive Moment Estimation (Adam)</i>	12
2.7.2 <i>Stochastic Gradient Descent (SGD)</i>	12
2.7.3 <i>Root Mean Square Propagation (RMSprop)</i>	13
2.8 Normalisasi data.....	13

2.8.1	<i>Min-Max Scaler</i>	14
2.8.2	<i>Standard Scaler</i>	14
2.9	<i>Skewness</i> (Kemencengan Distribusi Data).....	14
2.10	Denormalisasi Data.....	15
2.11	Metrik Evaluasi.....	15
2.11.1	<i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE)	15
2.11.2	<i>Mean Squared Error</i> (MSE).....	16
2.11.3	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	16
2.12	Penelitian Terkait	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Data.....	20
3.2	Kerangka Kerja Penelitian	20
3.3	Pengumpulan Data	21
3.4	Eksplorasi Data Analisis	22
3.3.1	Analisis Statistik Deskriptif	23
3.3.2	<i>Missing Value</i>	24
3.3.3	Korelasi Matriks.....	25
3.3.4	Analisis Distribusi.....	26
3.5	Pengolahan Data	28
3.6	Tahap Pemodelan	31
3.7	Spesifikasi Perangkat	37
3.7.1	<i>Hardware</i> (Perangkat Keras).....	37
3.7.2	<i>Software</i> (Perangkat Lunak)	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Evaluasi Model	39
4.2	Pengujian Model	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur LSTM	10
Gambar 3.1 Kerangka kerja penelitian.....	21
Gambar 3.2 Korelasi matriks	25
Gambar 3.3 Grafik distribusi data.....	27
Gambar 3.4 <i>Splitting</i> data.....	30
Gambar 3.5 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model LSTM Adam	33
Gambar 3.6 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model LSTM SGD.....	34
Gambar 3.7 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model LSTM RMSprop	34
Gambar 3.8 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model BiLSTM Adam	35
Gambar 3.9 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model BiLSTM SGD.....	36
Gambar 3.10 Grafik <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model BiLSTM RMSprop	36
Gambar 4.1 Grafik Evaluasi Data Latih.....	40
Gambar 4.2 Perbandingan Prediksi Data Latih Model SVR.....	42
Gambar 4.3 Perbandingan Prediksi Data Latih Model LSTM (Adam)	43
Gambar 4.4 Perbandingan Prediksi Data Latih Model LSTM (SGD)	43
Gambar 4.5 Perbandingan Prediksi Data Latih Model LSTM (RMSprop)	44
Gambar 4.6 Perbandingan Prediksi Data Latih Model BiLSTM (Adam)	45
Gambar 4.7 Perbandingan Prediksi Data Latih Model BiLSTM (SGD)	46
Gambar 4.8 Perbandingan Prediksi Data Latih Model BiLSTM (RMSprop)	46
Gambar 4.9 Grafik evaluasi data uji	48
Gambar 4.10 Perbandingan Prediksi Data Tahun 2024 Model SVR	50
Gambar 4.11 Perbandingan Prediksi Data Tahun 2024 Model LSTM Adam.....	51
Gambar 4.12 Perbandingan Prediksi Data Tahun 2024 Model BiLSTM Adam...	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Deskripsi Data	22
Tabel 3.2 Statistik deskriptif	23
Tabel 3.3 Jumlah missing value	24
Tabel 3.4 <i>Skewness</i> Variabel.....	26
Tabel 3.5 Hasil filter data	28
Tabel 3.6 Hasil pengolahan data	29
Tabel 3.7 <i>Hyperparameter</i> yang akan digunakan masing-masing model.....	31
Tabel 3.8 <i>Spesifikasi hardware</i>	37
Tabel 3.9 <i>Spesifikasi software</i>	37
Tabel 4.1 Hasil evaluasi data latih.....	39
Tabel 4.2 Hasil evaluasi pengujian model tahun 2024.....	48
Tabel 4.3 Hasil prediksi model SVR tahun 2024	49
Tabel 4.4 Hasil prediksi model LSTM (Adam) tahun 2024.....	50
Tabel 4.5 Hasil prediksi model BiLSTM (Adam) tahun 2024.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inflasi merupakan salah satu indikator ekonomi yang krusial dalam perekonomian sebuah negara. Terutama, inflasi harga pangan berdampak besar pada kesejahteraan masyarakat, karena harga pangan mencakup kebutuhan dasar yang sangat diperlukan oleh semua lapisan masyarakat. Kompleksitas inflasi harga pangan terletak pada sifatnya yang non-linear dan dinamis, di mana pola inflasi dipengaruhi oleh interaksi antara berbagai variabel ekonomi dan non-ekonomi. Hal ini menjadikan prediksi inflasi dengan metode tradisional seperti regresi linier atau model statistik konvensional menjadi kurang efektif[1]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis yang mampu menangkap hubungan non-linear dan keterkaitan dinamis antar variabel untuk meramalkan inflasi harga pangan.

Dalam upaya memprediksi inflasi harga pangan berbasis multivariate time series, penggunaan variabel indeks harga pasar berupa harga pembukaan (*Open*), harga tertinggi (*High*), harga terendah (*Low*), dan harga penutup (*Close*) dipilih karena mampu mencerminkan dinamika pergerakan harga pasar secara menyeluruh. Nilai *Open* mencerminkan harga pada awal periode, *High* dan *Low* menggambarkan fluktuasi ekstrem, sedangkan *Close* mengindikasikan harga akhir periode. Kombinasi keempat variabel ini menyediakan informasi penting mengenai volatilitas pasar yang seringkali menjadi sinyal awal tekanan inflasi. Dalam literatur ekonomi dan keuangan, data *Open*, *High*, *Low*, *Close* telah terbukti menyediakan informasi volatilitas secara lebih kaya dibandingkan hanya menggunakan harga penutupan saja karena mencerminkan rentang fluktuasi dalam periode waktu tertentu[2]. Selain itu, studi mengenai pemodelan *Open*, *High*, *Low*, *Close* menunjukkan bahwa fitur ini penting dalam menangkap pergerakan ekstrem yang membantu meningkatkan akurasi prediksi model multivariate time series[3][4].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai metode untuk peramalan. Pada penelitian yang dilakukan oleh [5], membahas mengenai peramalan radiasi matahari dengan pendekatan *deep learning*. Dari hasil penelitian

didapatkan bahwa model LSTM multivariate mendapatkan hasil terbaik diantara model lainnya, dan juga menunjukkan bahwa penggunaan data *multivariate* secara signifikan meningkatkan kinerja peramalan dibandingkan dengan model *univariate*.

Selanjutnya, pada penelitian lain yang dilakukan oleh [6], membahas mengenai peramalan Harga Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO) yang berbasis *Multivariate Time Series* juga dengan menerapkan metode *machine learning*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model SVR, dengan penerapan algoritma *Sequential Minimal Optimization* (SMO), memiliki akurasi terbaik dengan nilai MAPE 7.8%. Studi tambahan dari [7] menjelaskan bahwa volatilitas harga pangan merupakan salah satu faktor penyumbang terbesar dalam penentuan inflasi, khususnya pada negara berkembang yang mayoritas penduduknya berpenghasilan rendah.

Berdasarkan sejumlah penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi *machine learning*, khususnya melalui pendekatan *multivariate time series*, memiliki potensi besar untuk menghasilkan peramalan yang lebih akurat dibandingkan dengan metode *univariate*. Dengan kemampuan memahami keterkaitan antar variabel secara bersamaan dan menghasilkan prediksi yang lebih tepat, metode ini berfungsi sebagai alat yang amat bermanfaat untuk mendukung proses pengambilan keputusan di berbagai bidang.

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan inflasi harga pangan di Indonesia dengan memanfaatkan indeks harga pasar sebagai variabel input. Dengan mengintegrasikan pendekatan *multivariate time series* dan metode *machine learning* khususnya model LSTM, BiLSTM dan SVR diharapkan model yang dikembangkan akan memberikan prediksi yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan pasar, sehingga dapat mendukung strategi dalam menjaga stabilitas ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model prediksi inflasi harga pangan menggunakan teknik *machine learning* berbasis *multivariate time series*.

2. Membandingkan model yang telah dibuat untuk mencari model terbaik.
3. Memprediksi inflasi harga pangan pada tahun 2024 dan melihat keakuratan prediksi dengan nilai aktual data.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dari penggunaan *machine learning* dalam prediksi inflasi harga pangan
2. Model manakah yang memberikan kinerja terbaik dalam memprediksi inflasi harga pangan.
3. Bagaimana keakuratan model dalam memprediksi inflasi harga pangan pada tahun 2024

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan hanya mencakup pada data *time series* dengan jangka waktu tertentu yang diambil dari World Bank. Keakuratan dan kelengkapan data dapat mempengaruhi hasil prediksi.
2. Penelitian ini berfokus pada prediksi harga pangan dengan menggunakan model yang dapat menangkap hubungan dinamis antar berbagai variabel yang berubah seiring waktu. Penelitian ini tidak akan membahas secara rinci faktor-faktor non-ekonomi yang mungkin berpengaruh terhadap harga pangan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Memberikan sistem prediksi inflasi harga pangan sehingga dapat digunakan sebagai tambahan informasi dalam melakukan kebijakan stabilitas ekonomi.
2. Membuka peluang penelitian lebih lanjut dalam bidang ekonomi dan *machine learning*, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan metodologi analisis *multivariate time series* untuk peramalan variabel ekonomi di negara berkembang seperti Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

BAB I membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan juga sistematika penulisan pada penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II berisi ulasan literatur tentang penelitian sebelumnya serta teori yang relevan untuk mendukung penelitian ini. Teori-teori yang dibahas mengenai *multivariate time series*, dan *machine learning*, LSTM, SVR, dan penelitian terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III menjelaskan tentang proses tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing proses tahapan penelitian dijelaskan dengan mengacu pada suatu rangka kerja.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

BAB IV menyajikan hasil penelitian, dimulai dari evaluasi model dan kinerja, akurasi dan visualisasi dalam "Prediksi Inflasi Harga Pangan menggunakan Pendekatan *Machine Learning* Berbasis *Multivariate Time Series*"

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V menyajikan kesimpulan penelitian, dan memberikan rekomendasi strategis untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. P. Zhang, "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model," 2003. [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/neucom
- [2] A. Rodriguez, H. Gzyl, G. Molina, and E. ter Horst, "Stochastic Volatility Models Including Open, Close, High and Low Prices," Jan. 2009, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/0901.1315>
- [3] H. Wang, W. Huang, and S. Wang, "Forecasting open-high-low-close data contained in candlestick chart," Mar. 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2104.00581>
- [4] G. Kumar and V. Sharma, "Stock Market Index Forecasting of Nifty 50 Using Machine Learning Techniques with ANN Approach," 2016. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/305329827>
- [5] M. C. Sorkun, Ö. Durmaz Incel, and C. Paoli, "Time series forecasting on multivariate solar radiation data using deep learning (LSTM)," *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, vol. 28, no. 1, pp. 211–223, 2020, doi: 10.3906/elk-1907-218.
- [6] K. Kanchymalay, N. Salim, A. Sukprasert, R. Krishnan, and U. R. A. Hashim, "Multivariate Time Series Forecasting of Crude Palm Oil Price Using Machine Learning Techniques," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Aug. 2017. doi: 10.1088/1757-899X/226/1/012117.
- [7] J. Von Braun, "Global Food Price Volatility and Spikes: An Overview of Costs, Causes, and Solutions," 2012. [Online]. Available: www.zef.de
- [8] Badan Pusat Statistik, "Indeks Harga Konsumen dan Inflasi."
- [9] Kompasiana, "Dampak Kenaikan Harga Pangan Global pada Inflasi dan Daya Beli di Indonesia," 2024.
- [10] S. Makridakis, E. Spiliotis, and V. Assimakopoulos, "Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward," *PLoS One*, vol. 13, no. 3, Mar. 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0194889.
- [11] A. Santoso, A. I. Purnamasari, and I. Ali, "PREDIKSI HARGA BERAS MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK DAN LONG SHORT-TERM MEMORY".
- [12] G. Lai, W. C. Chang, Y. Yang, and H. Liu, "Modeling long- and short-term temporal patterns with deep neural networks," in *41st International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR 2018*, Association for Computing Machinery, Inc, Jun. 2018, pp. 95–104. doi: 10.1145/3209978.3210006.

- [13] C. Hu, Y. Hu, and S. Seo, "A Deep Structural Model for Analyzing Correlated Multivariate Time Series," Jan. 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2001.00559>
- [14] GeeksforGeeks, "Vector Autoregression (VAR) for Multivariate Time Series."
- [15] Q. Guo, L. Fang, R. Wang, and C. Zhang, "Multivariate Time Series Forecasting Using Multiscale Recurrent Networks With Scale Attention and Cross-Scale Guidance," *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, 2023, doi: 10.1109/TNNLS.2023.3326140.
- [16] K. Jiang, Z. Huang, X. Zhou, C. Tong, M. Zhu, and H. Wang, "Deep belief improved bidirectional LSTM for multivariate time series forecasting," *Mathematical Biosciences and Engineering*, vol. 20, no. 9, pp. 16596–16627, 2023, doi: 10.3934/mbe.2023739.
- [17] A. J. Smola, B. Schölkopf, and S. Schölkopf, "A tutorial on support vector regression *," Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [18] N. Sapankevych and R. Sankar, "Time series prediction using support vector machines: A survey," *IEEE Comput Intell Mag*, vol. 4, no. 2, pp. 24–38, May 2009, doi: 10.1109/MCI.2009.932254.
- [19] F. E. H. Tay and L. Cao, "Application of support vector machines in financial time series forecasting," 2001. [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/dsw
- [20] M. Längkvist, L. Karlsson, and A. Loutfi, "A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling," *Pattern Recognit Lett*, vol. 42, no. 1, pp. 11–24, Jun. 2014, doi: 10.1016/j.patrec.2014.01.008.
- [21] T. M. Mitchell, *Machine Learning*. in McGraw-Hill International Editions. McGraw-Hill, 1997. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=EoYBngEACAAJ>
- [22] H. Ismail Fawaz, G. Forestier, J. Weber, L. Idoumghar, and P. A. Muller, "Deep learning for time series classification: a review," *Data Min Knowl Discov*, vol. 33, no. 4, pp. 917–963, Jul. 2019, doi: 10.1007/s10618-019-00619-1.
- [23] V. Vapnik and S. E. Golowich, "Support Vector Method for Function Approximation, Regression Estimation, and Signal Processing."
- [24] M. Awad and R. Khanna, *Efficient learning machines: Theories, concepts, and applications for engineers and system designers*. Apress Media LLC, 2015. doi: 10.1007/978-1-4302-5990-9.
- [25] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, "Long Short-Term Memory," *Neural Comput*, vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, Nov. 1997, doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
- [26] G. Xu, Y. Meng, X. Qiu, Z. Yu, and X. Wu, "Sentiment analysis of comment texts based on BiLSTM," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 51522–51532, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2909919.

- [27] Dede Kurniadi, Rifky Muhammad Shidiq, and Asri Mulyani, "Perbandingan Penggunaan Optimizer dalam Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Convolutional Neural Network," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 14, no. 1, pp. 77–86, Mar. 2025, doi: 10.22146/jnteti.v14i1.17162.
- [28] M. Wildan Putra Aldi and A. Aditsania, "Analisis dan Implementasi Long Short Term Memory Neural Network untuk Prediksi Harga Bitcoin."
- [29] Muhamad Rashif Hilmi, Devi Nurtiyasari, and Angga Syahputra, "Pemanfaatan Skewness dan Kurtosis dalam Menentukan Harga Opsi Beli Asia," *Quadratic: Journal of Innovation and Technology in Mathematics and Mathematics Education*, vol. 2, no. 1, pp. 7–15, May 2022, doi: 10.14421/quadratic.2022.021-02.
- [30] T. Chai and R. R. Draxler, "Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature," *Geosci Model Dev*, vol. 7, no. 3, pp. 1247–1250, Jun. 2014, doi: 10.5194/gmd-7-1247-2014.
- [31] Q. Q. Abuein, M. Q. Shatnawi, E. Y. Aljawarneh, and A. Manasrah, "Time Series Forecasting Model for the Stock Market using LSTM and SVR," *International Journal of Advances in Soft Computing and its Applications*, vol. 16, no. 1, pp. 169–185, 2024, doi: 10.15849/IJASCA.240330.10.
- [32] B. B. Sahoo, R. Jha, A. Singh, and D. Kumar, "Application of Support Vector Regression for Modeling Low Flow Time Series," *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 23, no. 2, pp. 923–934, Feb. 2019, doi: 10.1007/s12205-018-0128-1.
- [33] C. Shoko and C. Sigauke, "Short-term forecasting of COVID-19 using support vector regression: An application using Zimbabwean data," *Am J Infect Control*, vol. 51, no. 10, pp. 1095–1107, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.ajic.2023.03.010.
- [34] A. M. Kalteh, "Monthly river flow forecasting using artificial neural network and support vector regression models coupled with wavelet transform," *Comput Geosci*, vol. 54, pp. 1–8, Apr. 2013, doi: 10.1016/j.cageo.2012.11.015.
- [35] T. Ibrahim, Y. Omar, and F. A. Maghraby, *Water Demand Forecasting Using Machine Learning and Time Series Algorithms*. IEEE, 2020. doi: <https://doi.org/10.1109/ESCI48226.2020.9167651>.
- [36] S. Siامي-Namini, N. Tavakoli, and A. Siامي Namin, "A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series," in *Proceedings - 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul. 2018, pp. 1394–1401. doi: 10.1109/ICMLA.2018.00227.
- [37] U. M. Sirisha, M. C. Belavagi, and G. Attigeri, "Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 124715–124727, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3224938.

- [38] S. Siامي-Namini, N. Tavakoli, and A. S. Namin, *The Performance of LSTM and BiLSTM in Forecasting Time Series*. IEEE, 2019. doi: <https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9005997>.
- [39] A. Kumar Dubey, A. Kumar, V. García-Díaz, A. Kumar Sharma, and K. Kanhaiya, "Study and analysis of SARIMA and LSTM in forecasting time series data," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 47, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.seta.2021.101474.
- [40] J. Luo, Z. Zhang, Y. Fu, and F. Rao, "Time series prediction of COVID-19 transmission in America using LSTM and XGBoost algorithms," *Results Phys*, vol. 27, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.rinp.2021.104462.
- [41] World Bank, "Getting to Know the World Bank." Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://www.worldbank.org/en/news/feature/2012/07/26/getting_to_know_the_worldbank
- [42] GeeksforGeeks, "Data Normalization Machine Learning." Accessed: Mar. 03, 2025. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-data-normalization/>
- [43] O. Surakhi *et al.*, "Time-lag selection for time-series forecasting using neural network and heuristic algorithm," *Electronics (Switzerland)*, vol. 10, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/electronics10202518.
- [44] L. Li, S. Dai, and Z. Cao, "Deep Long Short-term Memory (LSTM) Network with Sliding-window Approach in Urban Thermal Analysis," Aug. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/ICCCChinaW.2019.8849965>.
- [45] V. Cherkassky and Y. Ma, "Practical selection of SVM parameters and noise estimation for SVM regression," *Neural Networks*, vol. 17, no. 1, pp. 113–126, 2004, doi: 10.1016/S0893-6080(03)00169-2.
- [46] F. A. Gers, J. Schmidhuber, and F. Cummins, "Learning to forget: Continual prediction with LSTM," *Neural Comput*, vol. 12, no. 10, pp. 2451–2471, 2000, doi: 10.1162/089976600300015015.
- [47] A. Graves and J. Schmidhuber, "Framewise Phoneme Classification with Bidirectional LSTM Networks," 2005. doi: <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2005.1556215>.
- [48] Z. Huang, W. Xu, and K. Yu, "Bidirectional LSTM-CRF Models for Sequence Tagging," Aug. 2015, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1508.01991>