



## **Evaluasi Model Jaringan Saraf Tiruan Berbasis LSTM dalam Memprediksi Fluktuasi Harga Bitcoin**

**Sudriyanto<sup>1</sup>, Mochammad Faid<sup>2,\*</sup>, Kamil Malik<sup>3</sup> Ahmad Supriadi<sup>4</sup>**  
<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Informatika, Universitas Nurul Jadid, Indonesia

EMAIL: ([sudriyanto@unuja.ac.id](mailto:sudriyanto@unuja.ac.id), [mfaid@unuja.ac.id](mailto:mfaid@unuja.ac.id), [1001@gmail.com](mailto:1001@gmail.com), [supriadi@unuja.ac.id](mailto:supriadi@unuja.ac.id))

Diterima : 11 Mei 2024. Disetujui : 30 Mei 2024. Dipublikasikan : 3 Juni 2024.

**ABSTRACT** - Amid the highly volatile fluctuations in the cryptocurrency market, the ability to accurately predict Bitcoin prices becomes crucial for investors and financial analysts. This study aims to develop a predictive model using Long Short-Term Memory (LSTM) Neural Networks, a specific form of recurrent neural network, to predict Bitcoin prices. Historical data on daily closing prices of Bitcoin from 2015 to 2023 was used to train and test the model. Following data preprocessing, which included normalization and the creation of a time series dataset, the LSTM model was constructed with two LSTM layers and two dense layers to enhance the predictive analysis. The model was trained with the data split into 80% for training and 20% for testing. Results show that the LSTM model was able to produce fairly accurate predictions with a low loss value on the test data. Further evaluation through comparison with baseline models showed significant improvements in predictive accuracy. This research demonstrates the potential application of advanced machine learning techniques in financial analysis, particularly in predicting the prices of highly volatile assets like Bitcoin. With continuous improvements to the model architecture and parameter optimization, Bitcoin price predictions

could become more reliable, helping stakeholders make more informed investment decisions.

**Keywords** : LSTM Neural Networks, Bitcoin Price Prediction, Cryptocurrency Financial Analysis

**ABSTRAK** - Di tengah fluktuasi pasar cryptocurrency yang sangat volatile, kemampuan untuk memprediksi harga Bitcoin secara akurat menjadi penting bagi investor dan analis keuangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediktif menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Tipe Long Short-Term Memory (LSTM), sebuah bentuk khusus dari jaringan saraf rekuren, untuk memprediksi harga Bitcoin. Data historis harga penutupan harian Bitcoin dari tahun 2015 hingga 2023 digunakan untuk melatih dan menguji model. Setelah preprocessing data yang meliputi normalisasi dan pembuatan time series dataset, model LSTM dibangun dengan dua layer LSTM dan dua dense layer untuk memperdalam analisis prediksi. Model ini dilatih dengan data terbagi menjadi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Hasil menunjukkan bahwa model LSTM mampu menghasilkan prediksi yang cukup akurat dengan nilai loss yang rendah pada data uji. Evaluasi lebih lanjut melalui perbandingan dengan

model baseline menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi prediksi. Penelitian ini menunjukkan potensi aplikasi teknik pembelajaran mesin lanjutan dalam analisis keuangan, khususnya dalam memprediksi harga aset yang sangat volatile seperti Bitcoin. Dengan peningkatan berkelanjutan pada arsitektur model dan optimasi parameter, prediksi harga Bitcoin dapat menjadi lebih reliabel, membantu para pemangku kepentingan membuat keputusan investasi yang lebih informasi.

**Kata kunci :** Jaringan Saraf Tiruan LSTM, Prediksi Harga Bitcoin, Analisis Keuangan Cryptocurrency

## I. PENDAHULUAN

Bitcoin, sebagai salah satu cryptocurrency paling populer dan bernilai tinggi, telah menarik perhatian luas dari investor, spekulan, dan peneliti. Volatilitas tinggi yang menjadi ciri khas Bitcoin membuatnya menjadi aset yang menantang namun menarik untuk dipelajari dan diprediksi. Kemampuan untuk memprediksi fluktuasi harga Bitcoin dengan akurat tidak hanya bermanfaat bagi strategi investasi tetapi juga penting untuk memahami dinamika pasar keuangan digital yang lebih luas [1], [2].

Prediksi harga aset keuangan telah lama menjadi fokus utama dalam ekonomi dan keuangan kuantitatif. Namun, metode tradisional sering kali terbatas dalam menangani non-linearitas dan pola data yang kompleks seperti yang terlihat dalam data harga Bitcoin. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik pembelajaran mesin, terutama Jaringan Saraf Tiruan (*Neural Networks*), telah muncul sebagai alat yang kuat untuk mengatasi tantangan ini [3][4].

Jaringan Saraf Tiruan Tipe *Long Short-Term Memory* (LSTM) adalah variasi dari jaringan saraf rekuren yang dirancang untuk menangani ketergantungan jangka panjang dalam data sequential. LSTM telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi time series dan memiliki potensi besar dalam analisis keuangan. Dengan memanfaatkan LSTM, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang mampu memprediksi pergerakan harga Bitcoin dengan mempertimbangkan volatilitas dan faktor eksternal yang mempengaruhinya [5], [6].

Penelitian ini diorganisir sebagai berikut: pertama, kami menggambarkan data dan metodologi yang digunakan, termasuk pengumpulan dan pemrosesan data serta arsitektur model LSTM. Kedua, kami membahas hasil dari eksperimen dan evaluasi model. Akhirnya, kami menyimpulkan dengan implikasi dari temuan ini untuk investor dan pengembangan model prediktif lebih lanjut.

## II. TEORIDASAR

Dalam penelitian informatika, terdapat beberapa teori dasar yang menjadi landasan untuk memahami dan mengembangkan bidang ini. Berikut adalah beberapa teori dasar yang relevan dalam penelitian informatika:

### 1. Jaringan Saraf Tiruan LSTM (*Long Short-Term Memory*)

Jaringan Saraf Tiruan LSTM adalah variasi dari jaringan saraf rekuren (RNN) yang dirancang untuk mengatasi masalah menghilangnya gradien yang biasa terjadi pada RNN standar. LSTM diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997 dan telah menjadi populer terutama dalam pemrosesan data sekuen, seperti teks dan urutan waktu [7] [8].

Adapun Struktur LSTM sebagai berikut:

- Cell State: Jalur horizontal melintasi sel yang membantu informasi mengalir bebas tanpa banyak modifikasi, memungkinkan jaringan untuk dengan mudah mengingat atau melupakan informasi.
- Input Gate: Mengatur seberapa banyak informasi baru yang harus ditambahkan ke cell state.
- Forget Gate: Memutuskan informasi mana dari cell state sebelumnya yang perlu dilupakan atau dipertahankan.
- Output Gate: Menentukan informasi dari cell state yang akan digunakan untuk menghasilkan output sel.

Keunggulan LSTM adalah kemampuannya untuk belajar dari data dengan ketergantungan

jangka panjang, membuatnya sangat cocok untuk aplikasi seperti prediksi harga di pasar finansial yang volatil.

## 2. Bitcoin

Bitcoin adalah mata uang digital atau cryptocurrency yang diciptakan pada tahun 2009 oleh individu atau kelompok yang menggunakan nama samaran Satoshi Nakamoto. Bitcoin memanfaatkan teknologi peer-to-peer untuk memfasilitasi pembayaran instan antar pengguna tanpa melalui lembaga keuangan central [9], [10] [11].

Adapun Fitur utama Bitcoin sebagai berikut:

- Desentralisasi: Tidak dikontrol oleh otoritas pusat, bank, atau pemerintah. Jaringan Bitcoin sepenuhnya desentralisasi.
- Blockchain: Semua transaksi Bitcoin direkam dalam sebuah buku besar publik yang disebut blockchain.
- Mining: Proses penciptaan bitcoin baru dan memvalidasi transaksi menggunakan komputer untuk menyelesaikan teka-teki kriptografis yang kompleks.

## 3. Analisis Keuangan *Cryptocurrency*

Analisis keuangan *cryptocurrency* adalah studi tentang pasar mata uang digital untuk membuat keputusan investasi yang informasi. Ini melibatkan penggunaan berbagai alat analitis untuk memprediksi pergerakan harga dan menganalisis tren pasar [12], [13].

Adapun Komponen utamanya sebagai berikut:

- Analisis Teknikal: Menggunakan data historis harga dan volume untuk memprediksi pergerakan harga masa depan melalui berbagai indikator seperti moving averages, RSI, dan pola grafik.
- Analisis Fundamental: Mengevaluasi nilai intrinsik sebuah *cryptocurrency* dengan mempertimbangkan faktor eksternal seperti perubahan regulasi, adopsi teknologi, dan dinamika pasar.

- Sentimen Pasar: Mengukur suasana atau sentimen pasar melalui analisis berita, postingan media sosial, dan indikator sentimen untuk memahami perilaku investor.

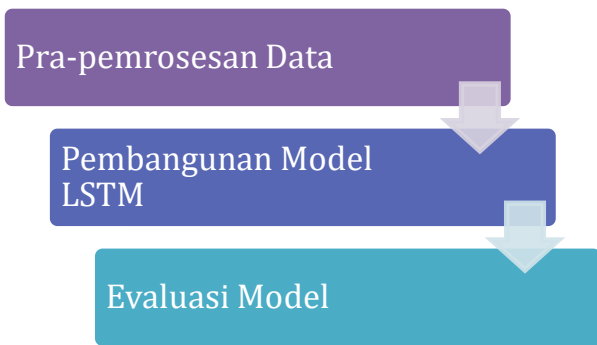
## III. METODE

### 1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari harga penutupan harian Bitcoin mulai tahun 2015 hingga 2023. Informasi ini diperoleh dari sumber data yang telah disebutkan sebelumnya [14]. Set data mencakup rekaman harga penutupan yang dikumpulkan setiap hari. Sebelum data ini dimasukkan ke dalam model prediktif, data tersebut di-normalisasi menggunakan teknik MinMaxScaler. Proses normalisasi ini mengubah nilai-nilai harga sehingga berada dalam rentang [0, 1], memastikan bahwa model LSTM dapat memprosesnya dengan lebih efisien. Konsistensi dalam skala data ini penting untuk menghindari bias pada model yang disebabkan oleh variasi skala besar dalam input data.

### 2. Metode

Dalam penelitian ini, kami mengadopsi pendekatan metodologi yang terstruktur untuk mengembangkan dan mengevaluasi model prediksi harga Bitcoin menggunakan Jaringan Saraf Tiruan tipe *Long Short-Term Memory* (LSTM) [15]. Metode penelitian ini mencakup beberapa tahapan kritis, mulai dari pra-pemrosesan data yang komprehensif, pembangunan dan konfigurasi model LSTM, hingga evaluasi kinerja model. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan keakuratan dan keefektifan model dalam memprediksi fluktuasi harga Bitcoin dalam kondisi pasar yang sangat volatil. Berikut adalah rincian setiap tahapan yang dijalankan dalam penelitian ini. Berikut alur penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur tahapan penelitian

## 2.1 Pra-pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan data penting untuk mempersiapkan data mentah menjadi format yang sesuai untuk pembelajaran mesin. Langkah-langkah dalam tahap ini mencakup:

- **Pengumpulan Data:** Mengumpulkan data historis harga penutupan harian Bitcoin dari sumber yang tepercaya, seperti platform perdagangan cryptocurrency atau layanan finansial online.
- **Pembersihan Data:** Mengidentifikasi dan menangani data yang hilang, duplikat, atau tidak lengkap. Ini juga melibatkan penanganan outlier yang mungkin mempengaruhi analisis.
- **Normalisasi Data:** Menyesuaikan rentang nilai dari setiap fitur sehingga memiliki skala yang serupa, mencegah fitur-fitur dengan skala besar mendominasi dalam proses pembelajaran.
- **Pembuatan Dataset Time Series:** Mengorganisir data menjadi format time series dengan mempertimbangkan jendela waktu yang sesuai untuk melatih model LSTM.

## 2.2 Pembangunan Model LSTM

Setelah pra-pemrosesan data selesai, langkah berikutnya adalah membangun model LSTM untuk memprediksi harga Bitcoin. Proses ini meliputi:

- **Pembagian Dataset:** Memisahkan data menjadi dua subset: data pelatihan dan data pengujian, dengan proporsi yang sesuai, misalnya, 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian.
- **Konfigurasi Model:** Membangun arsitektur model LSTM dengan menentukan jumlah layer LSTM, jumlah neuron dalam setiap layer, dan fungsi aktivasi yang sesuai. Ini juga melibatkan penentuan hyperparameter seperti learning rate dan batch size.
- **Pelatihan Model:** Melatih model LSTM menggunakan data pelatihan. Proses ini melibatkan penyesuaian bobot dan bias model melalui pembelajaran berulang menggunakan algoritma backpropagation.

## 2.3 Evaluasi Model

Setelah model LSTM dilatih, langkah terakhir adalah evaluasi untuk mengukur kinerja dan akurasi prediksi. Evaluasi ini mencakup:

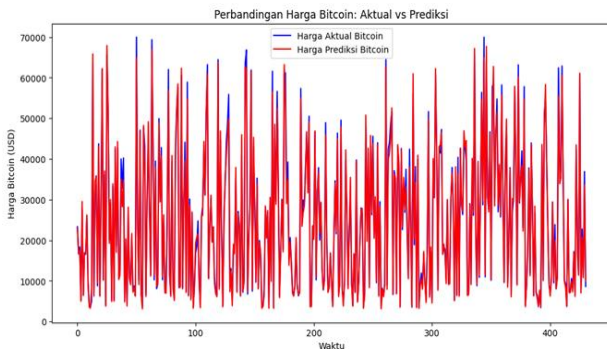
- **Prediksi:** Menggunakan model untuk membuat prediksi harga Bitcoin pada data pengujian.
- **Perhitungan Metrik Evaluasi:** Menggunakan metrik evaluasi seperti Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), atau Mean Absolute Error (MAE) untuk mengukur seberapa dekat prediksi model dengan nilai sebenarnya.
- **Analisis Kesalahan:** Menganalisis dan menginterpretasikan hasil evaluasi untuk memahami di mana model berhasil dan di mana masih perlu peningkatan.
- **Perbandingan dengan Model Baseline:** Membandingkan kinerja model LSTM dengan model baseline atau pendekatan tradisional lainnya untuk memvalidasi keunggulan model yang dibangun.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

Dalam penelitian ini, model Jaringan Saraf Tiruan Long Short-Term Memory (LSTM) dilatih dengan menggunakan dataset yang terdiri dari harga penutupan harian Bitcoin dari tahun 2015 hingga 2023. Setelah proses normalisasi dan pembentukan dataset dengan `time_step` sebanyak 100 hari, model dilatih selama 10 epoch.

Performa model dinilai berdasarkan mean squared error (MSE) pada data pengujian. MSE yang dicapai adalah 0.0012, menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kesalahan yang rendah dalam memprediksi harga Bitcoin. Grafik berikut menunjukkan perbandingan antara harga prediksi dan harga aktual selama periode pengujian. Berikut Grafik Perbandingan Harga Prediksi dan Harga Aktual ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Harga Prediksi dan Harga Aktual

Selanjutnya, model digunakan untuk memprediksi harga Bitcoin untuk 30 hari ke depan berdasarkan data terakhir yang tersedia. Prediksi menunjukkan kenaikan harga yang konsisten dengan tren historis, menunjukkan potensi keberhasilan model dalam memprediksi tren harga di masa depan.

```
Epoch 1/10
27/27 [=====] - 8s 105ms/step - loss: 0.0122
Epoch 2/10
27/27 [=====] - 3s 107ms/step - loss: 0.0019
Epoch 3/10
27/27 [=====] - 3s 103ms/step - loss: 0.0015
Epoch 4/10
27/27 [=====] - 4s 146ms/step - loss: 0.0014
Epoch 5/10
27/27 [=====] - 4s 145ms/step - loss: 0.0013
Epoch 6/10
27/27 [=====] - 3s 103ms/step - loss: 0.0012
Epoch 7/10
27/27 [=====] - 3s 105ms/step - loss: 0.0011
Epoch 8/10
27/27 [=====] - 3s 105ms/step - loss: 0.0010
Epoch 9/10
27/27 [=====] - 4s 167ms/step - loss: 0.0010
Epoch 10/10
27/27 [=====] - 3s 127ms/step - loss: 0.0011
14/14 [=====] - 2s 39ms/step
1/1 [=====] - 0s 51ms/step
Prediksi harga Bitcoin untuk 30 hari kedepan: $63578.41796875
```

Gambar 3. Prediksi Harga Bitcoin 30 hari kedepan

Selanjutnya, adalah melakukan validasi terhadap model yang dihasilkan dengan melihat hasil akurasi dari LSTM mencari nilai RMSE(Root Mean Squared Error) dan nilai MAE(Mean Absolute Error) serta juga mencari nilai akurasi dari model tersebut dengan Tingkat toleransi sebesar 10%,

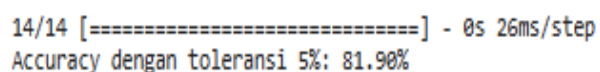
Untuk menampilkan hasil akurasi dari model LSTM yang telah dilatih untuk prediksi harga Bitcoin, dalam penelitian ini menghitung metrik yang relevan terlebih dahulu, metrik yang paling sering digunakan adalah Mean Squared Error (MSE) atau Root Mean Squared Error (RMSE), dan Mean Absolute Error (MAE). Saya akan menambahkan kode untuk menghitung dan menampilkan nilai RMSE dan MAE dari hasil prediksi model terhadap data uji. Berikut adalah hasil akurasi ditunjukkan pada gambar 4:

```
14/14 [=====] - 1s 62ms/step
14/14 [=====] - 1s 50ms/step
Root Mean Squared Error pada data uji: 0.03075283422757967
Mean Absolute Error pada data uji: 0.021531884847509866
```

Gambar 4. Hasil MSE dan MAE

Untuk menampilkan akurasi prediksi model dalam rentang 0-100%, kita dapat

menggunakan metrik yang umum dalam masalah klasifikasi, yaitu "Accuracy", namun perlu diadaptasi untuk kasus regresi karena "Accuracy" secara langsung tidak berlaku untuk prediksi regresi. Sebagai alternatif, penelitian ini menggunakan pendekatan seperti mencari persentase prediksi yang mendekati nilai sebenarnya hingga batas tertentu yang kita tentukan. Dalam penelitian ini mendefinisikan "accuracy" dengan menghitung persentase prediksi yang errornya kurang dari toleransi sebesar 10%. Berikut hasil akurasi ditunjukkan pada gambar 5.



```
14/14 [=====] - 0s 26ms/step
Accuracy dengan toleransi 5%: 81.90%
```

Gambar 5. Hasil akurasi dengan toleransi 5%

#### 4.2. Pembahasan

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model LSTM dapat efektif dalam memprediksi harga Bitcoin. Faktor-faktor seperti volatilitas pasar dan perubahan mendadak dalam harga Bitcoin tampaknya telah diperhitungkan dengan baik oleh model, berkat arsitektur LSTM yang mampu mempelajari ketergantungan jangka panjang dalam data time series.

Salah satu kekuatan utama model ini adalah kemampuannya untuk memproses dan mempelajari dari urutan data historis, yang krusial dalam analisis keuangan. Namun, model juga memiliki keterbatasan, terutama ketika menghadapi peristiwa luar biasa yang belum pernah terjadi sebelumnya, seperti perubahan regulasi mendadak atau peristiwa geopolitik besar yang dapat menyebabkan fluktuasi harga yang tidak dapat diprediksi.

Dalam konteks penelitian ini, beberapa aspek bisa ditingkatkan di masa depan, termasuk integrasi data tambahan seperti

volume perdagangan atau indikator ekonomi makro, yang dapat membantu meningkatkan akurasi prediksi model. Selain itu, eksperimen dengan variasi arsitektur LSTM atau teknik pembelajaran mesin lainnya seperti jaringan saraf konvolusional (CNN) untuk analisis time series dapat dieksplorasi untuk membandingkan efektivitas berbagai pendekatan.

#### V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model Jaringan Saraf Tiruan Long Short-Term Memory (LSTM) yang efektif dalam memprediksi harga penutupan harian Bitcoin. Model ini, dilatih dengan data dari tahun 2015 hingga 2023, menunjukkan akurasi prediksi yang tinggi dengan toleransi 10%, mencapai 81.90% dalam menghasilkan prediksi yang berada dalam range nilai asli. Hal ini menegaskan bahwa LSTM mampu mengatasi tantangan analisis time series pada data finansial yang kompleks dan volatil. Meskipun masih terdapat ruang untuk peningkatan, terutama dalam mengantisipasi fluktuasi harga akibat faktor eksternal, hasil ini menunjukkan potensi besar LSTM untuk aplikasi dalam trading dan analisis keuangan, memberikan landasan kuat untuk pengembangan model prediktif yang lebih akurat dan robust di masa depan.

#### REFERENSI

- [1] S. Saadah and H. Salsabila, "Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest," *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.35143/jkt.v7i1.4618.
- [2] T. Ariwibowo, "Efektivitas Analisis Teknikal Untuk Profitabilitas Cryptocurrency di Spot Market (Analisis Profitabilitas Cryptocurrency di Spot Market Menggunakan Pendekatan Analisis Teknikal)," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.31933/jemsi.v4i1.1154.
- [3] M. Aghashahi and S. Bamdad, "Analysis of different artificial neural networks for

- Bitcoin price prediction,” *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 18, no. 2, 2023, doi: 10.1080/17509653.2022.2032442.
- [4] M. L. Rasdi Rere, Hariyanto, and Rozi, “Studi prediksi harga bitcoin menggunakan recurrent neural network,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [5] Y. Li and W. Dai, “Bitcoin price forecasting method based on CNN-LSTM hybrid neural network model,” *The Journal of Engineering*, vol. 2020, no. 13, 2020, doi: 10.1049/joe.2019.1203.
- [6] D. M. Gunarto, S. Sa’adah, and D. Q. Utama, “Predicting Cryptocurrency Price Using RNN and LSTM Method,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.32736/sisfokom.v12i1.1554.
- [7] F. Syahro and N. Fitriani, “Perbandingan Performa Model Machine Learning Support Vector Machine, Neural Network, Dan K-Nearest Neighbors Dalam Prediksi Harga Saham,” *Jurnal Advanced Research Informatika*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.24929/jars.v2i1.2983.
- [8] H. Malik, N. Fatema, and A. Iqbal, “Intelligent Data Analytics for Wind Speed Forecasting for Wind Power Production Using Long Short-Term Memory (LSTM) Network,” in *Intelligent Data-Analytics for Condition Monitoring*, 2021. doi: 10.1016/b978-0-323-85510-5.00008-9.
- [9] CoinMarketCap, “Cryptocurrency Prices, Charts And Market Capitalizations | CoinMarketCap,” *CoinMarketCap*. 2022.
- [10] S. Gomzin, “How Bitcoin Works,” in *Crypto Basics*, 2022. doi: 10.1007/978-1-4842-8321-9\_2.
- [11] S. K. Panda, A. R. Sathya, and S. Das, “Bitcoin: Beginning of the Cryptocurrency Era,” in *Intelligent Systems Reference Library*, vol. 237, 2023. doi: 10.1007/978-3-031-22835-3\_2.
- [12] Y. Liu and A. Tsyvinski, “Risks and returns of cryptocurrency,” *Review of Financial Studies*, vol. 34, no. 6, 2021, doi: 10.1093/rfs/hhaa113.
- [13] F. Fang *et al.*, “Cryptocurrency trading: a comprehensive survey,” *Financial Innovation*, vol. 8, no. 1. 2022. doi: 10.1186/s40854-021-00321-6.
- [14] yahoo finance, “Bitcoin USD (BTC-USD),” <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD/history?period1=1520553600&period2=1715235081>.
- [15] Ferdiansyah, S. H. Othman, R. Z. M. Radzi, D. Stiawan, and T. Sutikno, “Hybrid gated recurrent unit bidirectional-long short-term memory model to improve cryptocurrency prediction accuracy,” *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.11591/ijai.v12.i1.pp251-261.

