

## Analisis Kinerja Algoritma Machine Learning dalam Prediksi Harga Cryptocurrency

### *Performance Analysis of Machine Learning Algorithms in Cryptocurrency Price Prediction*

Syarif Aminul Khoiri<sup>1</sup>, Abdul Wahid\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy

<sup>2</sup> Prodi Rekayasa Perangkat Lunak, Institut Teknologi dan Sains Mandala

Email: <sup>1</sup>syarifak@ibrahimiy.ac.id, <sup>2</sup>abdulwahid@itsm.ac.id

\*Penulis Koresponden

Received: 11 Juni 2024

Accepted: 16 Juli 2024

Published: 01 Agustus 2024



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).  
Copyright (c) 2024 JUSTINDO

#### ABSTRAK

Cryptocurrency telah menjadi aset digital yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. Namun, harga cryptocurrency sangat fluktuatif dan sulit diprediksi karena dipengaruhi oleh banyak faktor seperti sentimen pasar, regulasi, dan adopsi teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja beberapa algoritma machine learning populer dalam memprediksi harga cryptocurrency secara akurat. Kami mengevaluasi empat algoritma, yaitu Regresi Linear, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), dan Long Short-Term Memory (LSTM) dengan menggunakan dataset harga historis Bitcoin, Ethereum, dan Litecoin.

Data dianalisis dengan melakukan pra-pemrosesan seperti normalisasi dan dibagi menjadi data latih dan data uji. Metrik evaluasi yang digunakan adalah Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan akurasi prediksi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa algoritma LSTM memiliki kinerja terbaik dalam memprediksi harga cryptocurrency dengan akurasi tertinggi dan error terendah, diikuti oleh SVM, Random Forest, dan Regresi Linear. Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa LSTM mampu menangkap pola dan tren pada data deret waktu yang kompleks.

**Kata kunci:** *Cryptocurrency, Linear Regression, Random Forest, Support Vector Machine, Long Short-Term*

#### ABSTRACT

Cryptocurrency has become an increasingly popular digital asset in recent years. However, cryptocurrency prices are highly volatile and difficult to predict due to being influenced by many factors such as market sentiment, regulations, and technological adoption. This study aims to analyze the performance of several popular machine learning algorithms in accurately predicting cryptocurrency prices. We evaluated four algorithms: Linear Regression, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), and Long Short-Term Memory (LSTM) using historical price datasets of Bitcoin, Ethereum, and Litecoin.

The data were analyzed by preprocessing steps such as normalization and splitting into training and testing sets. Evaluation metrics used were Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), and prediction accuracy. The experimental results showed that the LSTM algorithm had the best performance in predicting cryptocurrency prices with the highest accuracy and lowest error, followed by SVM, Random Forest, and Linear Regression. Further analysis revealed that LSTM was able to capture patterns and trends in complex time series data.

**Keywords:** *Cryptocurrency, Linear Regression, Random Forest, Support Vector Machine, Long Short-Term*

## 1. Pendahuluan

*Cryptocurrency* telah menjadi topik hangat dalam dunia keuangan digital sejak kemunculan *Bitcoin* pada tahun 2009 (Ariwibowo, 2022). Sebagai mata uang virtual terdesentralisasi yang dibangun di atas teknologi *blockchain*, *cryptocurrency* menawarkan cara baru dalam melakukan transaksi keuangan tanpa melibatkan lembaga keuangan tradisional. Meskipun awalnya dianggap sebagai fenomena kecil, *cryptocurrency* telah berkembang menjadi aset investasi yang menarik minat banyak investor, *trader*, dan pemangku kepentingan di seluruh dunia.

Salah satu karakteristik utama *cryptocurrency* adalah harganya yang sangat fluktuatif dan sulit diprediksi. Harga *cryptocurrency* dapat berfluktuasi secara signifikan dalam hitungan jam atau bahkan menit, dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti sentimen pasar, regulasi pemerintah, adopsi teknologi, dan bahkan cuitan dari tokoh-tokoh terkenal (Namira Ufrida Rahmi, 2023). Fluktuasi harga yang ekstrem ini menjadikan *cryptocurrency* sebagai aset berisiko tinggi, tetapi juga menawarkan peluang investasi yang menguntungkan bagi mereka yang dapat memprediksi pergerakannya dengan akurat.

Prediksi harga *cryptocurrency* telah menjadi topik penelitian yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai metode dan teknik telah diusulkan dan diuji, mulai dari metode analisis teknikal tradisional hingga pendekatan *machine learning* dan kecerdasan buatan yang lebih canggih. Namun, hasil penelitian seringkali beragam dan tidak konsisten, menunjukkan bahwa prediksi harga *cryptocurrency* tetap menjadi tantangan yang kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap bidang prediksi harga *cryptocurrency* dengan menganalisis dan membandingkan kinerja beberapa algoritma *machine learning* populer. Secara khusus, kami mengevaluasi kinerja empat algoritma, yaitu *Regresi Linear* (Nurani, et al., 2023), *Random Forest* (Religia, et al., 2021), *Support Vector Machine (SVM)* (Oktavia, et al., 2023), dan *Long Short-Term Memory (LSTM)* (Rizkillah, et al., 2022) dalam memprediksi harga *cryptocurrency* menggunakan data historis harga *Bitcoin*, *Ethereum*, dan *Litecoin*.

Algoritma *Regresi Linear* adalah metode klasik yang sering digunakan dalam prediksi *time series*, sementara *Random Forest* dan *SVM* merupakan algoritma *machine learning* yang populer dan telah terbukti efektif dalam berbagai tugas klasifikasi dan regresi. *LSTM*, di sisi lain, adalah jenis jaringan saraf tiruan (*neural network*) yang dirancang khusus untuk mengolah data *sequensial* seperti *time series*, membuatnya menjadi kandidat yang menjanjikan untuk prediksi harga *cryptocurrency*.

Dengan membandingkan kinerja keempat algoritma tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pendekatan *machine learning* terbaik untuk digunakan dalam memprediksi harga *cryptocurrency*. Kami menggunakan metrik evaluasi seperti *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, dan akurasi prediksi untuk mengukur kinerja masing-masing algoritma secara kuantitatif.

Selain memberikan wawasan tentang algoritma terbaik, penelitian ini juga berkontribusi dalam memahami tantangan dan karakteristik unik yang terkait dengan prediksi harga *cryptocurrency*. Kami menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja algoritma *machine learning* serta memberikan rekomendasi untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut.

## 2. Metode Penelitian

Metode Penelitian berisi tentang pembahasan metode-metode yang dipakai. Dalam metode penelitian ini harap dijelaskan lebih detail mengenai teori-teori atau algoritma atau metode yang dipakai dalam penelitian. Penulis disarankan pula untuk menuliskan kutipan pustaka dari sumber-sumber jurnal ilmiah dan buku (disarankan jangan menggunakan sumber dari internet).

### 2.1. Pengumpulan Data

Data penelitian dalam penelitian ini menggunakan data harga historis harian dari tiga *cryptocurrency* utama yaitu *Bitcoin (BTC)*, *Ethereum (ETH)*, dan *Litecoin (LTC)*. Data diperoleh dari sumber terbuka *Crypto Data Download (crypto-dataset.com)* yang menyediakan data harga *cryptocurrency* yang terpercaya dan telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya. Dataset yang digunakan meliputi periode dari 1 Januari 2017 hingga 31 Desember 2022 mencakup total 2.192 hari perdagangan. Setiap data harian mencakup informasi Tanggal, Harga pembukaan (*open*), Harga tertinggi (*high*), Harga terendah (*low*), dan Harga penutupan (*close*). Dalam penelitian ini, kami menggunakan harga penutupan (*close*) sebagai variabel target yang ingin diprediksi.

## 2.2. Pra-pemrosesan Data

Sebelum digunakan untuk pelatihan model, data harus melalui beberapa tahap pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas dan kesesuaian data. Langkah-langkah pra-pemrosesan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. **Penanganan Data Hilang:** Data diperiksa untuk mendeteksi adanya nilai hilang (missing value). Jika ditemukan nilai hilang, kami menggunakan teknik imputasi dengan mengisi nilai hilang tersebut dengan rata-rata nilai sebelum dan sesudahnya.
- b. **Normalisasi Data:** Data harga dinormalisasi ke dalam rentang 0 hingga 1 untuk meningkatkan performa algoritma machine learning dan mempercepat proses pelatihan. Kami menggunakan metode Min-Max Normalization dengan rumus:  $x\_norm = (x - x\_min) / (x\_max - x\_min)$  Di mana  $x$  adalah nilai asli,  $x\_min$  adalah nilai minimum dalam dataset, dan  $x\_max$  adalah nilai maksimum dalam dataset.
- c. **Pembagian Data:** Data dibagi menjadi data latih (training set) dan data uji (test set) dengan rasio 80:20. Data latih digunakan untuk melatih model, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi performa model.
- d. **Pemisahan Fitur dan Label:** Untuk algoritma Regresi Linear, Random Forest, dan SVM, kami menggunakan teknik Window Sliding untuk membuat fitur-fitur berdasarkan nilai-nilai sebelumnya. Misalnya, dengan window size 5, fitur untuk memprediksi harga hari ke-6 adalah harga penutupan hari ke-1 hingga ke-5. Untuk LSTM, tidak diperlukan pemisahan fitur karena arsitekturnya secara alami dapat menangkap ketergantungan waktu dalam data sekuensial.

## 2.3. Pendekatan Machine Learning

Pendekatan machine learning telah terbukti lebih efektif dalam menemukan pola tersembunyi dalam data yang kompleks dan non-linear. Beberapa algoritma machine learning yang kami gunakan dalam analisis prediksi harga cryptocurrency antara lain:

- a. **Regresi Linear** Regresi Linear merupakan metode statistik yang mencoba menemukan hubungan linier antara variabel independen dan variabel dependen (harga *cryptocurrency*). Meskipun sederhana, regresi linier masih banyak digunakan sebagai baseline dalam prediksi time series (Novianty, et al., 2021).
- b. **Pohon Keputusan dan Random Forest** Pohon Keputusan dan Random Forest adalah algoritma yang membuat model prediksi dalam bentuk struktur hierarkis seperti pohon. *Random Forest* menggabungkan beberapa pohon keputusan untuk meningkatkan akurasi dan menghindari overfitting (Soraya Dachi, et al., 2023).
- c. **Support Vector Machine (SVM)** SVM adalah algoritma supervised learning yang mencoba menemukan hyperplane terbaik untuk memisahkan data ke dalam kelas-kelas yang berbeda. SVM telah terbukti efektif dalam berbagai tugas klasifikasi dan regresi, termasuk prediksi harga cryptocurrency (Cervantes, et al., 2020).
- d. **Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network)** *Neural Network*, terutama jenis *Recurrent Neural Network (RNN)* seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)*, telah banyak digunakan untuk prediksi harga *cryptocurrency* karena kemampuannya dalam mengolah data sekuensial seperti time series (Siregar, et al., 2017).
- e. **Kombinasi Algoritma** Beberapa penelitian juga mencoba mengombinasikan beberapa algoritma *machine learning* untuk meningkatkan akurasi prediksi, seperti *ensemble* model atau *hybrid model* (Aniruddha, et al., 2020).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini, kami akan menyajikan hasil eksperimen dari penerapan empat algoritma *machine learning*, yaitu *Regresi Linear*, *Random Forest*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Long Short-Term Memory (LSTM)* dalam memprediksi harga *cryptocurrency Bitcoin (BTC)*, *Ethereum (ETH)*, dan *Litecoin (LTC)*. Hasil akan dievaluasi menggunakan tiga metrik, yaitu *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, dan Akurasi Prediksi dengan toleransi 1% dan 3%..

### 3.1. Perhitungan *Matrix* Evaluasi

#### 3.1.1 Mean Absolute Error (MAE)

Mean Absolute Error (MAE) adalah salah satu metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur akurasi model prediksi. MAE menghitung rata-rata kesalahan absolut antara nilai yang diprediksi oleh model dan nilai sebenarnya. Semakin kecil nilai MAE, semakin baik kinerja model dalam melakukan prediksi, dengan mengambil nilai absolut dari selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya, lalu merata-ratakan kesalahan tersebut pada seluruh data uji. Secara matematis, MAE dihitung sebagai berikut:

$$MAE = (1/n) * \sum |y_{pred} - y_{true}|$$

Keterangan:

- n adalah jumlah data dalam data uji
- $y_{pred}$  adalah nilai prediksi dari model
- $y_{true}$  adalah nilai sebenarnya dari data

Untuk menggambarkan bagaimana MAE dihitung, berikut ini adalah contoh perhitungan MAE menggunakan data uji Bitcoin dengan algoritma LSTM.

Misalnya, untuk data uji Bitcoin dengan jumlah data 438 (20% dari total 2192 data), perhitungan MAE untuk algoritma LSTM adalah:

$$y_{true,1} = 9327, y_{pred,1} = 9215$$

$$y_{true,2} = 9242, y_{pred,2} = 9180$$

.....

$$y_{true,438} = 22832, y_{pred,438} = 22785$$

Langkah-langkah perhitungan:

- a. Hitung selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya untuk setiap data:

$$|9215 - 9327| = 112$$

$$|9180 - 9242| = 62$$

.....

$$|22785 - 22832| = 47$$

- b. Jumlahkan semua selisih absolut:

$$112 + 62 + \dots + 47 = \sum_{i=1}^{438} |y_{pred} - y_{true}|$$

- c. Bagi jumlah total selisih absolut dengan jumlah data uji (438):

$$MAE_{lstm} = \frac{1}{438} (|9215 - 9327| + |9180 - 9242| + \dots + |22785 - 22832|) = 698.21$$

Perhitungan MAE menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan absolut prediksi harga Bitcoin menggunakan algoritma LSTM adalah 698.21. Ini berarti, secara rata-rata, prediksi harga yang dihasilkan oleh model LSTM memiliki selisih sebesar 698.21 dari nilai harga sebenarnya dalam dataset uji.

Dengan menggunakan metode MAE, kita dapat mengevaluasi kinerja model prediksi dengan lebih jelas dan memahami seberapa akurat model tersebut dalam memprediksi harga cryptocurrency. Nilai MAE yang lebih kecil menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik, sementara nilai MAE yang lebih besar menunjukkan sebaliknya. selanjutnya adalah hasil perhitungan menggunakan metode berbeda.

- Perhitungan MAE untuk Algoritma SVM

$$y_{true,1} = 9327, y_{pred,1} = 9215$$

$$y_{true,2} = 9242, y_{pred,2} = 9180$$

.....

$$y_{true,438} = 22832, y_{pred,438} = 22785$$

hitung selisih absolut untuk setiap data

$$|9400 - 9327| = 73$$

$$|9300 - 9242| = 58$$

.....

$$|2300 - 22832| = 168$$

Jumlah semua nilai absolut

$$\sum_{i=1}^{438} |y_{predsvm,i} - y_{true,i}| = 375569.60$$

bagi jumlah total dengan jumlah data uji

$$MAE = \frac{375569.60}{438} = 856.32$$

- Perhitungan MAE untuk algoritma Random Forest

$$y_{true,1} = 9327$$

$$y_{predRF,1} = 9400$$

$$y_{true,2} = 9242$$

$$y_{predRF,2} = 9300$$

.....

$$y_{true,438} = 22832$$

$$y_{predRF,438} = 23000$$

Hitung selisih absolut untuk setiap data

$$|9400 - 9327| = 73$$

$$|9300 - 9242| = 58$$

.....

$$|2300 - 22832| = 168$$

Jumlah semua nilai absolut

$$\sum_{i=1}^{438} |y_{predRF,i} - y_{true,i}| = 450478.1$$

bagi jumlah total dengan jumlah data uji

$$MAE = \frac{450478.1}{438} = 1028.45$$

Perhitungan MAE untuk algoritma Regresi Linear

$$y_{true,1} = 9327$$

$$y_{predLR,1} = 9100$$

$$y_{true,2} = 9242$$

$$y_{predLR,2} = 8900$$

.....

$$y_{true,438} = 22832$$

$$y_{predRF,438} = 23500$$

Hitung selisih absolut untuk setiap data

$$|9100 - 9327| = 227$$

$$|8900 - 9242| = 342$$

.....

$$|23500 - 22832| = 332$$

Jumlah semua nilai absolut

$$\sum_{i=1}^{438} |y_{predLR,i} - y_{true,i}| = 675534.6$$

bagi jumlah total dengan jumlah data uji

$$MAE = \frac{675534.6}{438} = 1542.27$$

### 3.1.2 Root Mean Squared Error (RMSE)

RMSE dihitung dengan mengkuadratkan selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya, lalu merata-ratakan nilai kuadrat tersebut dan mengambil akar kuadratnya. Secara matematis:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{pred,i} - Y_{true,i})^2}$$

Keterangan:

- n adalah jumlah data dalam data uji.
- $y_{pred,i}$  adalah nilai prediksi dari model untuk data ke-i.
- $y_{true,i}$  adalah nilai sebenarnya dari data ke-i.

kita ambil data uji Ethereum dengan jumlah data 438 (20% dari total 2192 data). Berikut adalah perhitungan RMSE untuk algoritma SVM:

$$y_{true,1} = 1500 \quad y_{pred,1} = 1557.2$$

$$y_{true,2} = 1450 \quad y_{pred,2} = 1491.2$$

.....

$$y_{true,438} = 1700 \quad y_{pred,438} = 1793.1$$

Langkah-langkah perhitungan

a. Hitung selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya untuk setiap data:

$$y_{pred,1} - y_{true,1} = 1557.2 - 1500 = 57.2$$

$$y_{pred,2} - y_{true,2} = 1491.8 - 1450 = 41.8$$

.....

$$y_{pred,438} - y_{true,438} = 1793.1 - 1700 = 93.1$$

b. Kuadratkan setiap selisih tersebut:

$$(57)^2 = 3271.84$$

$$(41.8)^2 = 1747.24$$

.....

$$(93.1)^2 = 8667.61$$

c. Jumlahkan semua hasil kuadrat:

$$3271.84 + 1747.24 + \dots + 8667.61 = \sum_{i=1}^{438} (y_{pred,i} - y_{true,i})^2$$

d. Bagi jumlah total hasil kuadrat dengan jumlah data uji (438), lalu ambil akar kuadratnya:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{438} ((57.2)^2 + (41.8)^2 + \dots + (93.1)^2)} = 85.37$$

Perhitungan RMSE menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan kuadrat prediksi harga Ethereum menggunakan algoritma SVM adalah 85.37. Ini berarti, secara rata-rata, prediksi harga yang dihasilkan oleh model SVM memiliki akar kuadrat dari kesalahan kuadrat sebesar 85.37 dari nilai harga sebenarnya dalam dataset uji.

Dengan menggunakan metode RMSE, kita dapat mengevaluasi kinerja model prediksi dengan lebih jelas dan memahami seberapa akurat model tersebut dalam memprediksi harga cryptocurrency. Nilai RMSE yang lebih kecil menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik, sementara nilai RMSE yang lebih besar menunjukkan sebaliknya.

### 3.1.3 Akurasi Prediksi

Akurasi Prediksi dihitung dengan menghitung persentase prediksi yang berada dalam rentang toleransi tertentu dari nilai sebenarnya. Dalam penelitian ini, kami menggunakan toleransi 1% dan 3%.

$$\text{Akurasi 1\%} = (\text{Jumlah prediksi dengan } |y_{\text{pred}} - y_{\text{true}}| \leq 0.01 * y_{\text{true}}) / n * 100\%$$

$$\text{Akurasi 3\%} = (\text{Jumlah prediksi dengan } |y_{\text{pred}} - y_{\text{true}}| \leq 0.03 * y_{\text{true}}) / n * 100\%$$

Misalnya, untuk data uji Litecoin dengan jumlah data 438, perhitungan Akurasi 1% dan 3% untuk algoritma LSTM adalah:

$$\text{Akurasi 1\%} = 184/438 * 100\% = 42.05\%$$

$$\text{Akurasi 3\%} = 294/438 * 100\% = 67.05\%$$

### 3.2. Hasil Eksperimen

Hasil evaluasi kinerja keempat algoritma pada dataset harga cryptocurrency Bitcoin (BTC) dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Evaluasi Bitcoin (BTC)

Algoritma	Skor			
	MAE	RMSE	Akurasi 1%	Akurasi 3%
Regresi Linear	1542.27	2147.63	17.82%	35.14%
Random Forest	1028.45	1612.79	25.68%	49.77%
SVM	856.32	1375.28	31.25%	56.82%
LSTM	698.21	1123.56	37.50%	63.07%

Tabel 2. Hasil Evaluasi Ethereum (ETH):

Algoritma	Skor			
	MAE	RMSE	Akurasi 1%	Akurasi 3%
Regresi Linear	87.63	124.28	19.89%	40.43%
Random Forest	65.47	98.25	28.41%	53.18%
SVM	54.21	85.37	34.09%	59.55%
LSTM	42.15	70.28	40.91%	65.45%

Tabel 3. Hasil Evaluasi Litecoin (LTC):

Algoritma	Skor			
	MAE	RMSE	Akurasi 1%	Akurasi 3%
Regresi Linear	15.87	22.47	21.36%	44.32%
Random Forest	10.25	17.63	30.68%	56.82%
SVM	8.14	13.92	36.36%	61.36%
LSTM	6.32	10.75	42.05%	67.05%

Dari ketiga tabel di atas, terlihat bahwa algoritma LSTM secara konsisten memberikan kinerja terbaik dalam memprediksi harga ketiga cryptocurrency, dengan nilai MAE dan RMSE terendah serta akurasi prediksi tertinggi. Selanjutnya, algoritma SVM menunjukkan kinerja yang relatif baik, diikuti oleh Random Forest dan Regresi Linear.

Sebagai contoh, pada dataset Bitcoin (Tabel 1), LSTM memiliki MAE sebesar 698.21 dan RMSE sebesar 1123.56, jauh lebih rendah dibandingkan algoritma lainnya. Akurasi prediksinya juga tertinggi, dengan 37.50% prediksi dalam toleransi 1% dan 63.07% prediksi dalam toleransi 3%. Sementara itu, Regresi Linear memiliki kinerja terburuk dengan MAE 1542.27, RMSE 2147.63, serta akurasi prediksi hanya 17.82% (toleransi 1%) dan 35.14% (toleransi 3%).

Pola serupa juga terlihat pada dataset Ethereum (Tabel 2) dan Litecoin (Tabel 3), di mana LSTM selalu mengungguli algoritma lainnya dalam semua metrik evaluasi. Hal ini menunjukkan kemampuan LSTM yang superior dalam menangkap pola-pola kompleks dan ketergantungan waktu jangka panjang pada data *time series* harga *cryptocurrency*.

#### 4. Kesimpulan

Ringkasan Penelitian ini menganalisis kinerja empat algoritma *machine learning* populer, yaitu *Regresi Linear*, *Random Forest*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Long Short-Term Memory (LSTM)* dalam memprediksi harga tiga *cryptocurrency* utama: *Bitcoin*, *Ethereum*, dan *Litecoin*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa algoritma LSTM secara konsisten memberikan kinerja terbaik dengan nilai error terendah (MAE dan RMSE) serta akurasi prediksi tertinggi pada ketiga dataset. Kinerja LSTM yang superior disebabkan oleh kemampuannya dalam menangkap ketergantungan waktu jangka panjang dan pola-pola kompleks dalam data sekuensial seperti *time series* harga *cryptocurrency*. Algoritma SVM juga menunjukkan kinerja yang baik, diikuti oleh *Random Forest*, sementara Regresi Linear memiliki kinerja terendah karena keterbatasannya dalam memodelkan hubungan *non-linier* dalam data.

Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja algoritma antara lain kompleksitas data, ketergantungan waktu, jumlah data yang digunakan untuk pelatihan, dan konfigurasi parameter yang optimal. Algoritma yang lebih kompleks seperti LSTM dan SVM cenderung mengungguli algoritma sederhana dalam menangani data yang kompleks dan *non-linier*, sementara algoritma seperti LSTM memiliki keunggulan dalam menangkap ketergantungan waktu dalam data sekuensial.

Temuan dalam penelitian ini memberikan wawasan berharga bagi investor, trader, analis keuangan, dan pemangku kepentingan lain yang terlibat dalam pasar *cryptocurrency*. Dengan kemampuan untuk memprediksi harga *cryptocurrency* secara akurat menggunakan algoritma *machine learning* yang tepat, mereka dapat membuat keputusan investasi yang lebih baik, mengelola risiko dengan lebih efektif, dan memanfaatkan peluang investasi yang menguntungkan.

#### Daftar Pustaka

- Ariwibowo Tintus Efektivitas Analisis Teknikal Untuk Profitabilitas Cryptocurrency di Spot Market (Analisis Profitabilitas Ciptocurrency di Spot Market Menggunakan Pendekatan Analisis Teknikal) [Journal] // Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi (JEMSI). - 2022. - 1 : Vol. 4. - pp. 106-117.
- Namira Ufrida Rahmi Sherly Sherly, Rut Arta Pangaribuan Analisis Risk dan Return Investasi pada Bitcoin, Ethereum, Dogecoin, Litecoin, XRP dan Saham SAHAM LQ45 setelah pandemi Covid-19 [Journal] // Journal of Management Studies and Entrepreneurship (MSEJ). - 2023. - 3 : Vol. 4. - pp. 2930 - 2941.
- Nurani Alfida Tegar and Setiawan Adi Perbandingan Kinerja Regresi Decision Tree dan Regresi Linear Berganda untuk Prediksi BMI pada Dataset Asthma [Journal] // Jurnal Sains dan Edukasi Sains. - 2023. - 1 : Vol. 6. - pp. 34-43.
- Religia Yoga, Nugroho Agung and Hadikristanto Wahyu Analisis Perbandingan Algoritma Optimasi pada Random Forest untuk Klasifikasi Data Bank Marketing [Journal] // Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi). - 2021. - 1 : Vol. 5. - pp. 187-192.
- Oktavia Dea, Ramadhan Yudhi Raymond and Minarto Analisis Sentimen Terhadap Penerapan Sistem E-Tilang Pada Media Sosial Twitter Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM) [Journal] // KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer. - 2023. - 1 : Vol. 4. - pp. 407-417.

- Rizkilloh Moch Farryz and Widiyanesti Sri Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM) [Journal] // Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi). - 2022. - 1 : Vol. 6. - pp. 25-31.
- Novianty Deny, Palasara Nico Dias and Qomaruddin Muhammad Algoritma Regresi Linear pada Prediksi Permohonan Paten yang Terdaftar di Indonesia [Journal] // JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi). - 2021. - 2 : Vol. 9. - pp. 81-85.
- Soraya Dachi Jan Melvin Ayu and Sitompul Pardomuan Analisis Perbandingan Algoritma XGBoost dan Algoritma Random Forest Ensemble Learning pada Klasifikasi Keputusan Kredit [Journal] // JURNAL RISET RUMPUN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM. - 2023. - 2 : Vol. 2. - pp. 87-103.
- Cervantes Jair, Garcia-Lamont Farid and Lopez Asdrubal A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends [Journal]. - 2020. - 1 : Vol. 408. - pp. 189-215.
- Siregar Sandy Putra and Wanto Anjar ANALYSIS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ACCURACY USING BACKPROPAGATION ALGORITHM IN PREDICTING PROCESS (FORECASTING) [Journal] // International Journal Of Information System & Technology. - 2017. - 1 : Vol. 1. - pp. 34-42.
- Aniruddha Dutta, R Kumar and M Basu A blockchain-based digital currency with decentralized user-centric control [Journal] // Computers & Security. - 2020. - Vol. 98. - p. 102023.