

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata uang kripto atau *cryptocurrency* telah menjadi salah satu aset digital yang paling signifikan dalam keuangan modern. Namun, karakteristik utama dari aset ini adalah tingkat Ketidakstabilan yang sangat tinggi. Ketidakstabilan harga yang tinggi menciptakan peluang keuntungan sekaligus risiko kerugian yang besar bagi para investor. Oleh karena itu, pengembangan skema prediksi harga yang akurat menjadi krusial, bagi pelaku pasar tetapi yang mulai mempertimbangkan aset ini sebagai bagian dari asetnya [1]. Peristiwa ini telah mendorong berkembangnya berbagai penelitian yang bertujuan untuk memodelkan dan memprediksi pergerakan harga aset kripto, banyak diantaranya memanfaatkan pendekatan *machine learning* [2].

Prediksi harga aset kripto, seperti Bitcoin, merupakan tantangan yang kompleks karena sifat datanya yang tidak stabil dan memiliki banyak gangguan acak [3]. Model statistik tradisional kesulitan menangkap pola rumit dalam data deret waktu (*time series*) keuangan. Sebagai respons terhadap tantangan ini, bidang *deep learning* (pembelajaran mendalam) telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam mengatasi masalah ini [4]. Algoritma *deep learning* dirancang untuk dapat mempelajari pola-pola kompleks dan dependensi jangka panjang yang sering ditemukan dalam data deret waktu harga aset kripto.

Di antara berbagai arsitektur *deep learning*, *Long Short-Term Memory* (LSTM) telah menjadi salah satu model yang paling banyak diterapkan dan terbukti berhasil dalam memprediksi harga aset [5]. LSTM, sebagai varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN), dirancang khusus untuk mengatasi masalah dependensi jangka panjang dalam data beruntun. Sejalan dengan LSTM, model *Gated Recurrent Unit* (GRU) juga sering digunakan sebagai alternatif yang lebih efisien secara komputasi namun tetap menunjukkan kinerja yang kompetitif [6]. Selain itu,

pengembangan arsitektur seperti *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) juga menunjukkan hasil yang efektif, karena mampu memproses data dari dua arah (maju dan mundur) untuk menangkap konteks yang lebih baik [7].

Meskipun ketiga model tersebut (LSTM, GRU, dan Bi-LSTM) telah menunjukkan potensi, hasil penelitian di lapangan seringkali bervariasi tergantung pada dataset, parameter, dan metodologi yang digunakan. Banyak penelitian berfokus pada analisis komparatif untuk menemukan arsitektur yang paling optimal untuk tugas prediksi tertentu [8]. Adanya berbagai pendekatan lain, seperti regresi berbasis *differential evolution* [9] atau model hibrida yang menggabungkan analisis sentimen [10], menunjukkan bahwa belum ada konsensus tunggal mengenai model terbaik. Kebutuhan untuk evaluasi dan perbandingan kinerja yang ketat antar model *deep learning* merupakan topik yang valid dan terus dieksplorasi [11].

Berdasarkan temuan tersebut, terlihat adanya celah penelitian (*research gap*) mengenai perbandingan kinerja yang adil dan komprehensif secara langsung antara tiga algoritma populer: LSTM, Bi-LSTM, dan GRU, dalam konteks prediksi harga *cryptocurrency*. Banyak penelitian membandingkan salah satu dari model ini dengan model *machine learning* lain, namun perbandingan ketiganya secara bersamaan dalam kondisi data yang identik masih perlu dieksplorasi lebih dalam.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada "Perbandingan Algoritma LSTM, Bi-LSTM, dan GRU untuk Prediksi Harga Crypto". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti mengenai keunggulan dan kelemahan masing-masing algoritma dalam memprediksi data harga *cryptocurrency* yang volatil. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi para akademisi maupun praktisi dalam memilih model *deep learning* yang paling tepat dan efektif untuk tugas prediksi harga aset kripto.

1.2 Rumusan Masalah

Fokus utama penelitian ini adalah untuk membandingkan performa algoritma LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dalam memprediksi harga *cryptocurrency*.

Mengingat tingginya ketidak stabilan pasar dan kompleksitas pola data yang sulit ditangkap oleh metode tradisional, penting untuk merumuskan beberapa pertanyaan yang dapat dijadikan pedoman dalam penelitian ini.

1. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi antara algoritma LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dalam melakukan prediksi harga *cryptocurrency*?
2. Manakah di antara algoritma LSTM, Bi-LSTM, dan GRU yang menghasilkan model prediksi yang optimal ditinjau dari metrik akurasi dan efisiensi komputasi untuk data harga *cryptocurrency* yang tidak stabil?
3. Seberapa efektif masing-masing algoritma (LSTM, Bi-LSTM, dan GRU) dalam menangkap pola data deret waktu, baik untuk prediksi jangka pendek maupun jangka panjang, pada pergerakan harga *cryptocurrency*?
4. Seberapa andal model prediksi yang dihasilkan oleh algoritma LSTM, Bi-LSTM, dan GRU ketika dihadapkan pada periode Ketidakstabilan harga yang tinggi atau perubahan tren pasar yang mendadak?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa batasan akan ditetapkan untuk memperjelas fokus dan ruang lingkup studi. Batasan ini penting agar penelitian tetap terarah dan hasil yang diperoleh lebih konsisten. Dengan demikian, berbagai aspek yang tidak relevan atau tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil penelitian akan diabaikan.

1. Dalam penelitian ini hanya melibatkan tiga model utama LSTM, Bi-LSTM, dan GRU.
2. Data yang menjadi bahan utama penelitian ini adalah riwayat harga Bitcoin (BTC) per jam. periode waktu yang digunakan dari 1 Januari 2018 hingga 15 Oktober 2025.
3. Variabel yang akan digunakan hanya mencakup harga penutup Bitcoin.
4. dalam penelitian ini hanya melibatkan tiga model utama LSTM, Bi-LSTM, dan GRU sebagai teknik prediksi.
5. Evaluasi performa model akan diukur menggunakan RMSE (*Root Mean Squared Error*), MAE (*Mean Absolute Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), dan R^2 Score.

6. Faktor external seperti sentimen pasar, berita ekonomi, atau kebijakan pemerintah tidak dimasukkan ke dalam model prediksi.
7. Periode data yang digunakan dibatasi berdasarkan ketersediaan dataset publik dan tidak melibatkan data *real-time*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk membandingkan kemampuan tiga algoritma *deep learning* LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dalam memprediksi harga *cryptocurrency*, tujuan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Membangun model prediksi harga Bitcoin menggunakan tiga algoritma *deep learning* LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dengan memanfaatkan data historis harga per jam.
2. Menganalisis model prediksi yang paling optimal di antara LSTM, Bi-LSTM, dan GRU, dengan mengevaluasi kinerjanya menggunakan metrik RMSE, MAE, MAPE, dan R^2 Score.
3. Menganalisis dan membandingkan tingkat akurasi dari tiga algoritma *deep learning* LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dalam melakukan prediksi harga *cryptocurrency* Bitcoin berdasarkan data historis dari tahun 2018 hingga 2025.
4. Mengevaluasi efektivitas masing-masing algoritma dalam menangkap pola data deret waktu pada pasar *cryptocurrency* yang volatil guna memberikan gambaran mengenai keunggulan dan keterbatasan setiap model.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun penerapannya di bidang analisis data dan teknologi prediksi berbasis *deep learning*. Hasil penelitian yang membandingkan kinerja tiga model LSTM, Bi-LSTM, dan GRU dengan menggunakan data harga *cryptocurrency* tahun 2018–2025, serta pengukuran menggunakan metrik RMSE, MAE, MAPE, dan R^2 Score, diharapkan mampu menambah literatur terkait pemanfaatan algoritma *deep learning* dalam memprediksi aset digital yang

memiliki Ketidakstabilan tinggi. Temuan ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan metode prediksi serupa atau melakukan penyempurnaan terhadap model yang digunakan.

Selain itu, penelitian ini juga memberikan manfaat dalam aspek penerapan. Hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan model prediksi yang paling sesuai untuk kebutuhan analisis harga aset digital. Informasi mengenai kelebihan dan keterbatasan masing-masing model dapat dimanfaatkan oleh investor, analis keuangan, maupun pengembang sistem untuk mendukung proses pengambilan keputusan dan pengembangan aplikasi berbasis kecerdasan buatan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mendorong inovasi dan pemanfaatan teknologi deep learning pada sektor keuangan dan industri FinTech, khususnya dalam pengembangan sistem prediksi dan pengelolaan risiko di pasar aset digital.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dirancang untuk memberikan kerangka yang terstruktur dan logis. Berikut adalah uraian garis besar isi dari setiap bab:

BAB I PENDAHULUAN Bab ini menyajikan pengantar penelitian yang berisi latar belakang masalah mengenai Ketidakstabilan harga *cryptocurrency* dan relevansi perbandingan algoritma *deep learning* untuk prediksi. Selain itu, bab ini juga mencakup rumusan masalah, batasan masalah untuk menjaga fokus penelitian, serta tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab ini mengulas landasan teoritis dan penelitian terdahulu yang relevan. Di dalamnya terdapat studi literatur, serta dasar-dasar teori yang digunakan, mencakup konsep *cryptocurrency*, data deret waktu (*time series*), *deep learning*, arsitektur LSTM, Bi-LSTM, dan GRU, hingga metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur performa model.

BAB III METODE PENELITIAN Bab ini menjelaskan secara rinci metodologi

yang diterapkan. Pembahasan meliputi tinjauan umum tentang objek penelitian yaitu data historis harga Bitcoin, alur penelitian yang sistematis mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, perancangan model untuk setiap algoritma, hingga tahap evaluasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini merupakan inti dari penelitian yang menyajikan seluruh tahapan implementasi dan pengujian model. Di dalamnya dipaparkan hasil dari setiap skenario perbandingan, analisis kuantitatif performa menggunakan metrik yang telah ditetapkan, hingga pembahasan mendalam terhadap temuan mengenai keunggulan dan kelemahan masing-masing algoritma.

BAB V PENUTUP Bab ini merangkum keseluruhan hasil penelitian. Di dalamnya berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah mengenai model mana yang paling optimal dalam memprediksi harga *cryptocurrency*, serta saran-saran yang dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya di bidang ini.