

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pasar *cryptocurrency* telah mengalami perkembangan pesat dan menjadi salah satu sektor keuangan paling dinamis dalam beberapa tahun terakhir (Antonakakis et al., 2019). Ciri utama yang membedakan sektor ini adalah volatilitas tinggi serta ketidakstabilan harga. *Bitcoin*, sebagai *cryptocurrency* terbesar dan paling terkenal, seringkali menunjukkan fluktuasi harga yang ekstrem dalam waktu singkat (Antonakakis et al., 2019). Kondisi ini menghadirkan tantangan besar bagi para investor dan *trader* dalam membuat keputusan investasi yang tepat (Zeng & Zhu, 2022). Tingginya ketidakpastian di pasar ini mengakibatkan risiko finansial yang signifikan, sehingga diperlukan model *prediktif* yang lebih andal untuk membantu mengurangi risiko dan meningkatkan profitabilitas.

Berbagai model telah digunakan untuk meramalkan harga *Bitcoin*, salah satunya adalah *ARIMA* (*AutoRegressive Integrated Moving Average*), yang merupakan model klasik dalam peramalan data deret waktu (Lwaho & Ilembo, 2023)(Khan & Alghulaiakh, 2020)(Kong et al., 2022)(Mariati et al., 2023)(Khanderwal & Mohanty, 2021). Meskipun populer, *ARIMA* memiliki keterbatasan, yakni asumsi bahwa data bersifat linier dan stasioner. Padahal, harga *cryptocurrency* sering kali menunjukkan karakteristik non-linier serta pola dinamis yang kompleks, sehingga model ini tidak selalu efektif dalam memberikan prediksi akurat di pasar yang bergejolak (Hua, 2020). Untuk mengatasi keterbatasan ini, dikembangkan model *ARIMAX* (*AutoRegressive Integrated Moving Average with exogenous variables*) yang memungkinkan penggunaan variabel eksogen, seperti harga terendah, harga tertinggi dan volume perdagangan, sehingga dapat meningkatkan akurasi prediksi. Dalam konteks penelitian ini, *ARIMAX* dipilih sebagai model statistik utama karena fleksibilitasnya dalam memanfaatkan informasi eksternal yang relevan terhadap pergerakan harga *Bitcoin*.

Sementara itu, model *deep learning* seperti Long Short-Term Memory (*LSTM*) menawarkan kemampuan yang unggul dalam menangani data deret waktu yang bersifat non-linier dan memiliki ketergantungan jangka panjang. *LSTM*

TM mampu mempelajari struktur data yang kompleks secara otomatis dan telah terbukti efektif dalam berbagai studi untuk memprediksi harga aset dengan volatilitas tinggi (Latif et al., 2023). Karena karakteristik *Bitcoin* sulit ditangkap oleh pendekatan linier semata, *LSTM* menjadi salah satu metode yang layak untuk dijadikan pembanding maupun dikombinasikan.

Dalam upaya menggabungkan kekuatan kedua pendekatan tersebut, penelitian ini juga membangun dua model *hybrid*, yaitu *ARIMA-LSTM* dan *ARIMAX-LSTM*. Model *hybrid ARIMA-LSTM* mengandalkan prediksi awal dari model *ARIMA* untuk menangkap pola linier, kemudian memanfaatkan *LSTM* untuk memodelkan *residual* atau sisa kesalahan yang bersifat non-linier. Model ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan *ARIMA* dalam menjelaskan variasi data yang kompleks (Pan, 2023). Sebagai pengembangan lebih lanjut, penelitian ini juga mengkonstruksi model *hybrid ARIMAX-LSTM*, di mana komponen statistiknya diperkuat dengan variabel eksogen dalam kerangka *ARIMAX*, sebelum diteruskan ke model *LSTM*. Pendekatan ini diharapkan dapat menangkap lebih banyak informasi yang memengaruhi harga *Bitcoin* secara eksternal, sekaligus menyempurnakan prediksi melalui kemampuan *LSTM* dalam memahami pola tersembunyi dalam *residual* (Nguyen & Le, 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan keunggulan model *deep learning* seperti *LSTM* dibandingkan dengan model tradisional seperti *ARIMA* dalam meramalkan harga *Bitcoin*, terutama pada data dengan volatilitas tinggi. Sebagai contoh, penelitian oleh Pan (2023) menunjukkan bahwa *LSTM* menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan *ARIMA* dalam berbagai kasus. Penelitian oleh Hua (2020) juga menekankan bahwa penggabungan model dapat memberikan keunggulan dalam hal akurasi prediksi dan mengurangi risiko *overfitting*. Namun, penelitian yang secara spesifik meneliti efektivitas *hybrid ARIMA-LSTM* dalam konteks *cryptocurrency* masih terbatas, sehingga menciptakan peluang bagi penelitian ini untuk mengisi kekosongan tersebut.

Dalam pasar yang bergerak cepat seperti *cryptocurrency*, keputusan jual-beli sering kali didasarkan pada prediksi harga. Model *prediktif* yang kurang akurat dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan bagi investor dan *trader* (Kazeminia et al., 2023). Oleh karena itu, dengan mengevaluasi kinerja model *hybrid* dalam meramalkan harga *Bitcoin*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai strategi prediksi yang paling efektif untuk digunakan dalam pengambilan keputusan investasi.

Harga *Bitcoin* dikenal sangat volatil karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti spekulasi, regulasi, sentimen pasar, dan adopsi teknologi. Penelitian oleh Latif et al. (2023) menunjukkan bahwa harga *Bitcoin* memiliki dinamika yang sulit diprediksi dengan model linier tradisional seperti *ARIMA*, yang hanya mampu melacak tren harga jangka pendek. Sebaliknya, *LSTM* menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam memprediksi arah dan nilai harga yang lebih mendekati realitas dalam jangka waktu tertentu (Latif et al., 2023).

Hal ini menekankan pentingnya model *prediktif* yang dapat mengakomodasi pola non-linier untuk meminimalkan risiko kesalahan prediksi dalam kondisi pasar yang dinamis.

Minimnya penelitian tentang penerapan *hybrid ARIMA-LSTM* di pasar *cryptocurrency*, terutama *Bitcoin*, menjadi salah satu motivasi utama penelitian ini. Walaupun model *hybrid* ini telah digunakan di pasar saham dan sektor keuangan lainnya, penerapannya di pasar *cryptocurrency* belum dieksplorasi secara mendalam (Bukhari et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan dalam literatur serta memberikan kontribusi praktis dan teoretis terkait model prediktif di pasar *cryptocurrency*.

Pendekatan yang menggabungkan *ARIMAX* dan *LSTM* dirancang untuk memanfaatkan kekuatan keduanya. *ARIMAX* menangkap komponen linier dari data, sementara *LSTM* menangkap hubungan non-linier dan pola kompleks yang tersisa. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Hua (2020) dan Nguyen & Le (2019), menunjukkan bahwa model *hybrid* menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan penggunaan *ARIMA* atau *LSTM* secara individu. Diharapkan, hasil penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengembangan model prediktif, tetapi juga memberikan manfaat praktis bagi investor dan *trader* dalam mengurangi risiko investasi dan meningkatkan profitabilitas di tengah pasar yang tidak stabil dan penuh *ketidakpastian*.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang ingin saya angkat adalah

1. Bagaimana karakteristik volatilitas harga *Bitcoin* berdasarkan analisis pola dan visualisasi data?
2. Bagaimana model *hybrid ARIMA-LSTM* dapat digunakan untuk meramalkan harga *Bitcoin*?
3. Bagaimana akurasi model *hybrid ARIMA-LSTM* dibandingkan dengan model individu seperti *ARIMA* atau *LSTM* dalam memprediksi harga *Bitcoin*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai pada penulisan proposal/TA.

1. Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik volatilitas harga *Bitcoin* melalui visualisasi data;
2. Mengembangkan dan mengevaluasi model *hybrid ARIMA-LSTM* untuk memprediksi dan meramalkan harga *Bitcoin*;

3. Membandingkan performa model *hybrid ARIMA-LSTM* dengan model individu, seperti *ARIMA* dan *LSTM*, berdasarkan akurasi prediksi harga *Bitcoin*.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan penelitian dari tulisan ini adalah

1. Fokus penelitian ini adalah pada prediksi dan peramalan harga *Bitcoin* menggunakan model tunggal *ARIMA*, *LSTM* dan model *hybrid ARIMA-LSTM* ;
2. Penelitian ini tidak memodelkan volatilitas secara eksplisit, tetapi hanya menggunakannya metrik seperti Standar deviasi, *Historical Volatility* dan *Rolling Volatility*. untuk mendukung analisis pola harga *Bitcoin*;
3. Data yang digunakan berasal dari pasar *Bitcoin* dalam rentang waktu tahun 2015 hingga 2024, dengan cakupan data harian. Data diambil dari platform terpercaya seperti *yahoo finance*;
4. Implementasi penelitian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan pustaka relevan, seperti *statsmodels* dan *TensorFlow/Keras*, dalam lingkungan pengembangan seperti *Google Colab*;
5. Evaluasi performa model dibatasi pada tiga metrik utama, yaitu *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.
6. Analisis dalam penelitian ini terbatas pada variabel harga pembukaan, harga penutupan, volume perdagangan, dan tanggal transaksi. Faktor lain yang dapat memengaruhi harga *Bitcoin*, seperti sentimen pasar, berita, atau kebijakan ekonomi, tidak dipertimbangkan.

Adapun Asumsi dari penelitian ini adalah:

1. Data historis harga *Bitcoin* yang digunakan dalam penelitian ini dianggap representatif dan bebas dari bias, sehingga dapat menggambarkan kondisi volatilitas pasar yang sebenarnya;
2. Model *hybrid ARIMA-LSTM* diasumsikan mampu mengatasi keterbatasan masing-masing model individu, dengan *ARIMA* menangkap pola linier dan *LSTM* menangkap pola non-linier;
3. Hasil evaluasi model diasumsikan konsisten dengan kinerja asli jika diterapkan pada data baru dengan karakteristik yang serupa.

1.5 Manfaat Penelitian

manfaat dari tulisan ini adalah

1. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang analisis data *time series*, khususnya penerapan model *hybrid ARIMA-LSTM* untuk meramalkan harga aset *cryptocurrency*. Temuan ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada pemodelan prediksi dengan pendekatan *hybrid*.
2. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh para investor dan *trader* dalam memahami pola volatilitas harga *Bitcoin*, sehingga membantu mereka membuat keputusan investasi yang lebih tepat. Model prediksi yang lebih akurat dapat mengurangi risiko kerugian finansial di pasar *cryptocurrency* yang sangat fluktuatif.
3. Implementasi model *hybrid ARIMA-LSTM* memperlihatkan potensi pemanfaatan teknologi *deep learning* dan analisis statistik secara bersamaan, yang dapat diaplikasikan pada berbagai sektor lain, seperti keuangan, energi, dan peramalan data deret waktu lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN menjelaskan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan ini.

BAB II KAJIAN PUSTAKA memaparkan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik, teori-teori dasar yang mendukung, dan kerangka konseptual terkait volatilitas harga *Bitcoin*, model *ARIMA*, *LSTM*, dan pendekatan *hybrid ARIMA-LSTM*.

BAB III METODOLOGI DAN DESAIN SISTEM menggambarkan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk pengumpulan dan *preprocessing* data, pembangunan model *ARIMA* dan *LSTM*, serta desain dan implementasi model *hybrid ARIMA-LSTM*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN menyajikan hasil implementasi model, evaluasi kinerja berdasarkan metrik yang digunakan, serta analisis mendalam terkait efektivitas model dalam memprediksi volatilitas harga *Bitcoin* dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN berisi ringkasan dari temuan penelitian, implikasi yang dapat diambil, keterbatasan yang dihadapi, serta rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut di masa depan.