

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan landasan konseptual penelitian secara sistematis, dimulai dari latar belakang kebutuhan pengembangan metode peramalan harga emas berbasis BI-GRU dengan *Monte Carlo Dropout*, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, hingga batasan studi. Pembahasan diawali dengan konteks volatilitas harga emas sebagai problem domain yang dipengaruhi berbagai indikator makroekonomi, dilanjutkan dengan tinjauan pendekatan *deep learning* sebagai solusi prediktif yang mampu menangkap pola nonlinier, dan diakhiri dengan penjelasan ruang lingkup implementasi yang mencakup karakteristik data, konfigurasi model, serta cakupan evaluasi kinerja.

1.1. Latar Belakang

Peran emas sangat penting dalam mengurangi risiko inflasi yang terus meningkat setiap tahunnya. Harga emas yang kian melambung tinggi menjadikannya sorotan dunia karena fungsinya sebagai aset lindung nilai (*safe haven*) yang mampu menekan risiko di tengah ketidakpastian ekonomi [1]. Dalam dinamika ekonomi makro global yang berubah cepat, emas sering menjadi alternatif investasi saat nilai tukar berfluktuasi, inflasi melonjak, atau pasar saham mengalami gejolak. Oleh karena itu, pemahaman tentang pergerakan harga emas tidak hanya relevan bagi investor, tetapi juga bagi pembuat kebijakan ekonomi, lembaga keuangan, dan masyarakat umum yang ingin mengantisipasi arah perkembangan ekonomi dunia.

Aset emas dikenal stabil dalam jangka panjang, harga emas dipengaruhi oleh faktor-faktor ekonomi makro yang kompleks, seperti tingkat inflasi (CPI), indeks dolar Amerika Serikat (DXY), indeks pasar saham Amerika Serikat (S&P 500), dan harga minyak mentah dunia [2]. Fluktuasi indikator-indikator ini mencerminkan kekuatan ekonomi dan sentimen pasar yang memengaruhi permintaan emas. Namun, hubungan antara variabel-variabel tersebut dengan harga emas bersifat non-linear dan sulit diprediksi secara akurat dengan metode konvensional seperti regresi linier. Selain itu, tantangan lain muncul dari sifat data

makroekonomi yang sering kali berderet waktu (*time series*) dan dipengaruhi oleh banyak variabel saling terkait [3], sehingga memunculkan risiko *overfitting* atau ketidakpastian dalam model prediksi.

Penelitian ini memilih fokus pada tantangan prediksi harga emas yang akurat berdasarkan data makroekonomi. Alasan pemilihan ini adalah keterbatasan pendekatan tradisional dalam menangkap dinamika non-linear dan kompleksitas data deret waktu, sementara pendekatan berbasis kecerdasan buatan, khususnya *deep learning*, menawarkan solusi yang lebih adaptif dan akurat. Salah satu model *deep learning* yang menonjol adalah *Gated Recurrent Unit* (GRU), varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang efisien dalam memproses data urutan jangka panjang dan mengatasi masalah *vanishing gradient*. Lebih lanjut, model *Bidirectional GRU* (BI-GRU) dipilih karena kemampuannya mengintegrasikan informasi dari arah *forward* dan *backward*, sehingga mampu menangkap pola historis dan tren masa depan secara lebih komprehensif.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, banyak peneliti mengusulkan metode berbasis *deep learning* untuk memprediksi pergerakan harga komoditas seperti emas berdasarkan data historis secara otomatis. Yi et al. [4] menunjukkan bahwa model *Bidirectional LSTM* dapat memprediksi harga emas dengan akurasi tinggi berdasarkan indikator makroekonomi utama seperti *S&P 500 Index*, *USD Index*, harga minyak mentah, dan CPI. Model ini berhasil menangkap hubungan kompleks dan non-linear antara harga emas dan variabel makroekonomi tersebut, menjadikannya salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam peramalan ekonomi. Namun, pendekatan *Bidirectional Gated Recurrent Unit* (BI-GRU) memberikan performa yang lebih unggul dibandingkan Bi-LSTM karena memiliki arsitektur yang lebih sederhana dan efisien secara komputasi, serta kemampuan adaptasi terhadap pola urutan waktu yang panjang dan kompleks [5]. Dalam konteks peramalan *time series*, BI-GRU mampu mengintegrasikan informasi secara dua arah (*forward* dan *backward*), sehingga dapat menangkap dinamika historis dan tren ke depan secara lebih menyeluruh. Untuk meningkatkan kemampuan generalisasi, model ini dalam penelitian ini dilengkapi dengan *Monte Carlo Dropout*, metode yang tidak hanya mengurangi *overfitting*, tetapi juga menyediakan estimasi ketidakpastian yang lebih akurat dalam prediksi [6].

Adapun penelitian sebelumnya yang mendukung penerapan BI-GRU, Tshamaroh et al. [5] secara komprehensif membandingkan performa empat model *deep learning* LSTM, Bi-LSTM, GRU, dan BI-GRU untuk prediksi harga saham. Hasilnya menunjukkan bahwa BI-GRU dengan konfigurasi optimal menghasilkan performa terbaik dengan nilai MSE sebesar 0.0003 dan R^2 sebesar 0.9438, menegaskan keunggulannya dalam mengenali pola kompleks dan ketergantungan temporal jangka panjang. Model BI-GRU terbukti lebih unggul dibandingkan RNN konvensional maupun varian lainnya, terutama dalam hal akurasi dan efisiensi pemrosesan data deret waktu. Keunggulan tersebut menjadikan BI-GRU sebagai pilihan yang relevan untuk diterapkan dalam konteks prediksi harga emas yang melibatkan berbagai faktor ekonomi makro seperti CPI, DXY, S&P 500, dan harga minyak mentah.

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini berfokus pada beberapa aspek kunci yang menjadi dasar eksplorasi. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi penggunaan model BI-GRU dalam memprediksi harga emas berdasarkan data makroekonomi dengan akurasi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Selain itu, penelitian ini mengeksplorasi penerapan *Monte Carlo Dropout* untuk meningkatkan generalisasi model dan mengukur ketidakpastian prediksi [6], yang menjadi elemen penting dalam konteks prediksi ekonomi yang dinamis. Penelitian ini juga mengevaluasi keandalan data makroekonomi murni sebagai input untuk prediksi harga emas, mengingat kompleksitas hubungan antarvariabel yang terlibat. Dengan demikian, aspek-aspek tersebut menjadi landasan utama dalam upaya membangun model prediksi yang lebih *robust* dan dapat dipercaya.

Penelitian ini akan membangun dan menguji model prediksi harga emas menggunakan BI-GRU dengan *Monte Carlo Dropout* berbasis data makroekonomi, serta mengevaluasi akurasi dan ketidakpastian prediksinya. *Monte Carlo Dropout* dipilih karena dapat menangkap volatilitas pada emas dan memberikan estimasi ketidakpastian, yang penting dalam konteks prediksi ekonomi yang dinamis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

1. Bagaimana performa model BI-GRU dengan *Monte Carlo Dropout* dalam memprediksi harga emas berdasarkan data makroekonomi?
2. Apakah penerapan *Monte Carlo Dropout* pada model BI-GRU dapat meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan model BI-GRU tanpa *Monte Carlo Dropout* berdasarkan data makroekonomi?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama yang ingin dicapai. Adapun tujuan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi performa model BI-GRU yang dilengkapi dengan *Monte Carlo Dropout* dalam memprediksi harga emas berdasarkan data makroekonomi.
2. Membandingkan performa model BI-GRU dengan dan tanpa *Monte Carlo Dropout* dalam hal akurasi prediksi berdasarkan data makroekonomi.

1.4. Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan beberapa manfaat yang diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoretis: Menyumbangkan pendekatan baru dalam prediksi harga emas dengan kombinasi BI-GRU dan *Monte Carlo*, memperkaya literatur tentang aplikasi *deep learning* dalam analisis keuangan.
2. Manfaat Praktis: Memberikan alat prediksi yang lebih akurat dan andal bagi investor, analis keuangan, dan pengambil keputusan untuk mengantisipasi pergerakan harga emas berdasarkan data makroekonomi.

1.5. Batasan Masalah

Berikut ini merupakan batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini terbatas pada penggunaan algoritma *Bidirectional Gated Recurrent Unit* (Bi-GRU) sebagai model utama untuk prediksi harga emas.
2. Penelitian ini hanya menggunakan data penutupan harian harga emas (XAU) dan data makroekonomi dari *Yahoo Finance* dan *Federal Reserve Economic Data* (FRED), dengan periode Mei 2015 hingga Mei 2025.
3. Data makroekonomi yang digunakan dibatasi pada empat variabel utama, yaitu: indeks harga konsumen AS (CPI), indeks saham S&P 500 (SP500), indeks Dollar (DXY), dan harga minyak mentah (OIL), yang dipilih berdasarkan studi literatur terdahulu.
4. Parameter yang digunakan untuk penentuan akurasi hasil prediksi harga emas adalah evaluasi model menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Coefficient of Determination* (R^2).

Halaman ini sengaja dikosongkan