

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Emas merupakan salah satu logam mulia yang paling banyak diminati di dunia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Hal ini didukung oleh laporan *Mineral Commodity Summaries* dari *U.S. Geological Survey* selama periode 2022-2026 yang menunjukkan bahwa emas secara konsisten menjadi kontributor terbesar dalam nilai produksi logam tambang, dengan porsi sekitar 32%-35% setiap tahunnya, jauh lebih tinggi dibandingkan logam mulia lainnya seperti perak yang berada pada kisaran 3%-5%, sehingga nilai ekonomi emas sekitar 7 hingga 10 kali lebih besar dibandingkan perak sebagai logam mulia dengan nilai pasar terbesar setelah emas. Sementara itu, platinum dan palladium memiliki kontribusi yang jauh lebih kecil. Temuan tersebut menunjukkan dominasi emas yang stabil dalam pasar logam mulia secara global [1].

Meskipun terdapat logam mulia lainnya, emas tetap menjadi pilihan utama karena nilainya yang stabil, tampilannya yang menarik, serta perannya yang dapat menjadi aset penting baik untuk dijadikan investasi maupun koleksi dan perhiasan [2]. Sejak dulu, emas dikenal tahan terhadap perubahan kondisi ekonomi, sehingga sering dipandang sebagai aset yang lebih aman dibandingkan jenis aset investasi lainnya. Dalam perkembangan sistem keuangan modern, peran emas tidak hanya sebagai perhiasan atau barang fisik, tetapi juga ikut berperan dalam investasi untuk menjaga nilai harta dalam jangka waktu yang lama [3]. Emas memiliki nilai yang terbatas, bisa dibeli dan dijual dengan mudah, serta diterima oleh banyak orang, sehingga menjadikan emas masih relevan sampai hari ini [4].

Di Indonesia, emas sering dipilih sebagai salah satu cara berinvestasi yang digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Salah satu jenis produk emas yang sering digunakan sebagai acuan harga adalah emas batangan yang diproduksi oleh PT Aneka Tambang (ANTAM). Harga emas ANTAM biasanya digunakan sebagai patokan dalam pembelian dan penjualan emas baik oleh orang yang berinvestasi, pengusaha perhiasan, maupun institusi keuangan [5]. Dalam praktiknya,

masyarakat cenderung memilih emas sebagai alat investasi karena dianggap lebih mudah didapatkan, tidak memerlukan pengetahuan yang rumit, dan memiliki risiko yang lebih kecil dibandingkan instrumen investasi lain seperti saham [2].

Meskipun emas dikenal sebagai aset yang relatif stabil dalam jangka panjang, harga emas tetap mengalami fluktuasi dalam jangka pendek. Berdasarkan data resmi dari laman logammulia.com, pada bulan Februari 2026 harga emas ANTAM ukuran 1 gram berada pada kisaran Rp2.844.000 hingga Rp3.027.000 per gram. Jika dibandingkan dengan harga awal Januari 2026 yang berada di sekitar Rp2.488.000 per gram, terjadi kenaikan sekitar 18% dalam waktu kurang lebih satu setengah bulan. Kenaikan tersebut menunjukkan bahwa meskipun emas sering dianggap sebagai aset stabil, dalam periode tertentu harganya dapat mengalami perubahan yang cukup signifikan akibat dinamika pasar [6].

Fluktuasi harga emas domestik tidak dapat dipisahkan dari pengaruh berbagai variabel makroekonomi yang memengaruhi cara terbentuknya harga tersebut. Salah satu variabel yang memiliki keterkaitan paling langsung adalah nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD/IDR). Dalam sistem perekonomian yang terbuka, nilai tukar merepresentasikan harga mata uang domestik terhadap mata uang asing yang ditentukan oleh interaksi permintaan dan penawaran di pasar valuta asing. Karena emas diperjualbelikan di tingkat internasional dengan harga dalam mata uang dolar Amerika, perubahan nilai tukar mata uang tersebut secara otomatis akan memengaruhi harga emas dalam rupiah. Ketika rupiah mengalami penurunan nilai, harga emas dalam negeri naik karena membutuhkan lebih banyak rupiah untuk mendapatkan emas yang harganya dinyatakan dalam dolar. Sebaliknya, jika rupiah mengalami kenaikan nilai, harga emas dalam negeri cenderung turun [5], [7].

Selain berperan sebagai mekanisme konversi harga, nilai tukar juga berfungsi sebagai cara untuk menunjukkan sejauh mana tingkat kestabilan ekonomi dalam negeri dan bagaimana arus modal dari luar negeri bergerak. Perubahan nilai tukar sering kali terjadi karena kondisi ekonomi yang tidak menentu, yang kemudian memengaruhi preferensi masyarakat dalam memilih instrumen investasi [8]. Kontribusi nilai tukar terhadap fluktuasi harga emas bahkan tercatat sebagai salah

satu yang paling dominan dibandingkan variabel makro lainnya [9], sehingga menempatkannya sebagai faktor utama dalam menentukan pergerakan harga emas di Indonesia.

Namun demikian, pembentukan harga emas domestik tidak hanya ditentukan oleh faktor konversi nilai tukar, melainkan juga oleh perilaku investor dalam mengalokasikan portofolio investasinya. Dalam pasar keuangan Indonesia, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merepresentasikan kondisi dan sentimen para investor dalam negeri. Pergerakan IHSG mencerminkan tingkat optimisme atau kehati-hatian investor terhadap instrumen yang berisiko tinggi seperti saham. Ketika IHSG mengalami penurunan atau tekanan, sebagian investor cenderung melakukan realokasi aset ke instrumen yang dianggap lebih stabil, seperti emas [7], [9].

Hubungan antara IHSG dan harga emas menunjukkan bahwa pergerakan pasar saham domestik dapat memengaruhi permintaan emas, yang menjadi bagian dari strategi untuk membagi risiko investasi atau diversifikasi portofolio [10]. Dengan demikian, jika nilai tukar merepresentasikan jalur mekanisme harga secara langsung, maka IHSG menggambarkan aspek perilaku investasi dalam negeri yang juga ikut membentuk dinamika harga emas di Indonesia.

Di samping faktor domestik tersebut, tekanan dari kondisi ekonomi global juga memainkan peran penting dalam dinamika harga emas. Harga minyak mentah dunia sering digunakan sebagai indikator kondisi ekonomi global serta tekanan inflasi internasional. Kenaikan harga minyak dapat memicu peningkatan inflasi global dan ketidakpastian ekonomi, sehingga mendorong permintaan terhadap emas sebagai aset lindung nilai [7], [8]. Di Indonesia, dinamika eksternal tersebut dapat memengaruhi perilaku investor dalam negeri maupun stabilitas nilai tukar, yang pada akhirnya berimplikasi terhadap harga emas domestik [9]. Oleh karena itu, harga minyak mentah dunia dipertimbangkan sebagai representasi tekanan makro global yang melengkapi aspek mekanisme harga emas domestik dan pola perilaku investasi di tingkat nasional.

Fluktuasi harga emas yang dipengaruhi oleh faktor makroekonomi nasional dan dinamika global menjadikan peramalan harga emas sebagai kebutuhan penting,

terutama bagi investor dan pelaku ekonomi dalam pengambilan keputusan. Melalui pendekatan berbasis data, arah pergerakan harga emas di masa mendatang dapat diperkirakan sehingga strategi pembelian, penjualan, dan manajemen risiko dapat dilakukan secara lebih terukur. Berbagai metode telah digunakan dalam peramalan harga emas, mulai dari pendekatan statistik hingga *machine learning*. Penelitian yang dilakukan oleh [11] menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan model terbaik ARIMA(0,1,2) dan menghasilkan MAPE 0,62%, MAE 6990,226, serta RMSE 8272,612. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ARIMA cukup baik untuk data yang berpola stabil dan linear. Namun, ARIMA hanya mengandalkan pola historis internal sehingga kurang mampu menangkap pengaruh variabel eksternal, hubungan non-linear, serta interaksi antar faktor ekonomi yang memengaruhi harga emas.

Di sisi lain, penelitian berbasis *deep learning* yang dilakukan oleh [12] membandingkan ARIMA dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dengan melibatkan variabel makroekonomi seperti harga minyak, suku bunga, inflasi, nilai tukar, dan indeks saham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM memberikan performa terbaik dengan RMSE 8,124 dan MAPE 0,023, lebih baik dibandingkan ARIMA. Hal ini menunjukkan bahwa LSTM mampu menangkap pola non-linear dan dependensi jangka panjang dengan lebih baik. Namun, peningkatan akurasi tersebut diikuti oleh kompleksitas model yang tinggi. LSTM terdiri atas banyak parameter dan lapisan jaringan, sehingga hubungan antara variabel-variabel tersebut sulit dipahami secara langsung. Akibatnya, meskipun akurat, model kurang mendukung analisis yang membutuhkan pemahaman pengaruh setiap faktor terhadap hasil prediksi.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh [13] yang menggunakan XGBoost dan membandingkannya dengan *linear regression*, *neural network*, *random forest*, LightGBM, dan CatBoost. Hasilnya menunjukkan bahwa XGBoost menjadi model terbaik dengan menghasilkan MAE dan RMSE terendah dibandingkan model lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa XGBoost sangat efektif dalam menangkap hubungan non-linear dan interaksi variabel melalui mekanisme *boosting*. Namun, struktur model yang kompleks menyebabkan hubungan antar

variabel tidak dapat diinterpretasikan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian tersebut menambahkan metode SHAP untuk menjelaskan kontribusi variabel. Akan tetapi, penjelasan tersebut diperoleh dari analisis tambahan setelah prediksi dihasilkan, bukan dari struktur model utama. Akibatnya, proses prediksi dan proses penjelasan menjadi terpisah, sehingga model unggul dalam akurasi, tetapi kurang efisien ketika dibutuhkan analisis yang terintegrasi antara hasil prediksi dan hubungan antar variabel.

Sebagai solusi atas keterbatasan model sebelumnya, *Explainable Boosting Machine* (EBM) hadir sebagai model yang mampu menggabungkan akurasi tinggi dan interpretabilitas secara langsung. EBM merupakan pengembangan dari *Generalized Additive Models* yang dipadukan dengan teknik *boosting*, sehingga mampu menangkap hubungan non-linear melalui *shape function* serta interaksi antar variabel melalui *pairwise interactions* [14]. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa EBM memiliki performa prediktif yang sangat kompetitif dibandingkan berbagai model *machine learning* populer seperti *Random Forest*, *XGBoost*, dan *Decision Tree*, dengan memperoleh nilai RMSE terkecil yaitu 4.33, lebih rendah dibandingkan *XGBoost* (4.78), *Random Forest* (5.44) dan *Decision Tree* (9.22). Keunggulan ini menjadikan EBM sebagai model yang tidak hanya mampu menghasilkan prediksi yang akurat, tetapi juga memberikan transparansi dalam menjelaskan kontribusi masing-masing variabel terhadap hasil prediksi [15].

Dalam peramalan deret waktu, meskipun EBM pada dasarnya merupakan model regresi, pendekatan ini tetap dapat digunakan untuk peramalan melalui transformasi data deret waktu ke dalam bentuk supervised learning. Penelitian terkait menunjukkan bahwa nilai masa depan dapat diprediksi dengan memetakan fitur input yang berasal dari data historis maupun variabel eksternal ke dalam suatu fungsi prediktif berbasis *machine learning* [16]. Dengan kata lain, dependensi waktu tidak dimodelkan secara eksplisit seperti pada ARIMA atau LSTM, melainkan direpresentasikan melalui fitur yang mengandung informasi temporal.

Namun, tantangan utama dalam pemodelan data deret waktu tidak hanya terletak pada pembangunan model, tetapi juga pada metode evaluasi yang digunakan. Data harga emas cenderung mengalami perubahan tren dan rentang nilai

seiring waktu, sehingga pembagian data latih 80% dan data uji 20% hanya memungkinkan model mempelajari rentang harga pada periode awal, sedangkan data uji dapat berada pada rentang harga yang lebih tinggi dan belum pernah diamati sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Walk-Forward Validation*, yaitu metode evaluasi yang memperbarui data latih secara bertahap pada setiap iterasi sehingga model dapat mempelajari informasi terbaru sekaligus mempertahankan urutan waktu data. Pendekatan ini menghasilkan estimasi kinerja yang lebih realistis karena mencerminkan proses prediksi secara berkelanjutan [17], [18].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini menetapkan harga emas di Indonesia sebagai variabel dependen atau target yang akan diprediksi, sedangkan variabel independen yang digunakan terdiri dari nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), dan harga minyak mentah dunia jenis Brent. Pemilihan ketiga variabel tersebut didasarkan pada penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa nilai tukar berpengaruh positif dan signifikan terhadap harga emas di Indonesia, sedangkan IHSG dan harga minyak dunia memiliki hubungan terhadap perubahan harga emas [6]. Dengan demikian, ketiga variabel tersebut dinilai relevan sebagai faktor makroekonomi dalam membangun model prediksi harga emas di Indonesia.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk mengembangkan model prediksi harga emas di Indonesia yang tidak hanya akurat, tetapi juga mampu menjelaskan pengaruh dan interaksi antar variabel secara transparan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada peningkatan performa prediksi atau hanya menekankan aspek interpretabilitas, penelitian ini mengintegrasikan *Explainable Boosting Machine* dan *Walk-Forward Validation* dalam satu kerangka yang saling terintegrasi. Dengan demikian, hasil prediksi tidak hanya memberikan estimasi harga emas di masa mendatang, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai kontribusi nilai tukar rupiah, IHSG, dan harga minyak dunia terhadap dinamika harga emas di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus utama pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan model *Explainable Boosting Machine* (EBM) untuk memprediksi harga emas di Indonesia berdasarkan variabel makroekonomi berupa nilai tukar USD/IDR, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), harga minyak dunia Brent, dan informasi historis harga emas?
2. Bagaimana mengevaluasi kemampuan prediksi model *Explainable Boosting Machine* (EBM) menggunakan metode *Walk-Forward Validation* untuk mempertahankan urutan temporal data dan menguji kemampuan model dalam mengikuti perubahan tren harga emas?
3. Bagaimana menerapkan metode *recursive forecasting* menggunakan model *Explainable Boosting Machine* (EBM) serta mengevaluasi kemampuan prediksi multi-langkah melalui pendekatan *Out-of-Sample*?
4. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan website sebagai sistem prediksi dan interpretasi harga emas berdasarkan model yang telah dibangun?

1.3. Batasan Masalah

Batasan yang ditetapkan pada masalah yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian difokuskan pada harga emas batangan PT Aneka Tambang (ANTAM) dalam bentuk data harga harian yang digunakan sebagai variabel target dalam model prediksi.
2. Variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada nilai tukar Rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD/IDR), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), harga minyak mentah dunia jenis Brent, serta beberapa fitur temporal harga emas yang diperoleh dari proses rekayasa fitur.
3. Pendekatan pemodelan dilakukan menggunakan *Explainable Boosting Machine* (EBM) sebagai model utama untuk memprediksi harga emas berdasarkan variabel makroekonomi dan informasi temporal harga emas.

4. Evaluasi model dilakukan menggunakan metode *Walk-Forward Validation* untuk mempertahankan urutan temporal data selama proses pengujian dan agar data latih diperbarui secara bertahap sehingga model dapat mempelajari informasi terbaru.
5. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
6. Analisis hasil penelitian difokuskan pada performa prediksi model serta interpretasi kontribusi masing-masing variabel dan interaksi antar variabel melalui *shape function* dan *pairwise interaction* yang dihasilkan oleh *Explainable Boosting Machine* (EBM).
7. Implementasi sistem dibatasi pada pengembangan website berbasis *Streamlit* sebagai media prediksi dan interpretasi harga emas berdasarkan model yang telah dibangun.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah serta memberikan arahan yang lebih jelas bagi penelitian ini. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model prediksi harga emas di Indonesia menggunakan *Explainable Boosting Machine* (EBM) berdasarkan variabel makroekonomi berupa nilai tukar USD/IDR, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), harga minyak dunia Brent, dan informasi historis harga emas.
2. Mengevaluasi kemampuan prediksi model *Explainable Boosting Machine* (EBM) menggunakan metode *Walk-Forward Validation* untuk mempertahankan urutan temporal data dan menguji kemampuan model dalam mengikuti perubahan tren harga emas.
3. Menerapkan metode *recursive forecasting* menggunakan model *Explainable Boosting Machine* (EBM) serta mengevaluasi kemampuan prediksi multi-langkah melalui pendekatan *Pseudo Out-of-Sample*.

4. Merancang dan mengimplementasikan website berbasis *Streamlit* sebagai sistem prediksi dan interpretasi harga emas berdasarkan model yang telah dibangun.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi bidang keilmuan

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi di bidang Sains Data, khususnya dalam penerapan *Explainable Boosting Machine* (EBM) untuk prediksi harga emas berbasis variabel makroekonomi. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bagaimana *Walk-Forward Validation* dapat digunakan untuk mengevaluasi performa dan keandalan model pada data deret waktu. Penelitian ini juga menekankan pentingnya model yang tidak hanya akurat, tetapi juga mampu memberikan interpretasi terhadap hasil prediksi.

2. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat membantu investor, pelaku usaha emas, dan masyarakat umum dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi pergerakan harga emas di Indonesia. Dengan mengetahui pengaruh nilai tukar USD/IDR, IHSG, dan harga minyak dunia terhadap harga emas, masyarakat dapat memperoleh informasi tambahan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan investasi secara lebih rasional dan berbasis data.

3. Bagi Pemerintah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara variabel makroekonomi dan harga emas di Indonesia. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai salah satu referensi dalam memantau dinamika pasar emas serta memahami dampak perubahan kondisi ekonomi terhadap pergerakan harga emas. Selain itu, penelitian ini dapat mendukung pengembangan analisis berbasis data dalam proses pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan sektor ekonomi dan keuangan.

Halaman ini sengaja dikosongkan