

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar *Foreign Exchange (Forex)* adalah pasar keuangan global terbesar dengan volume transaksi mencapai lebih dari 6 triliun USD per hari (Mardianto dkk., 2024). Penelitian (Aryadwithya, 2022) menunjukkan adanya perbedaan karakteristik yang signifikan antara *cryptocurrency*, *forex*, dan saham sebagai instrumen investasi, di mana *cryptocurrency* menawarkan potensi return tinggi dengan risiko paling besar akibat minimnya regulasi, *forex* memiliki tingkat likuiditas paling tinggi dengan risiko signifikan yang lebih terkendali karena dipengaruhi faktor-faktor makroekonomi dan regulasi pasar global, sedangkan saham memberikan return lebih stabil dengan risiko relatif lebih rendah karena nilainya ditopang oleh fundamental perusahaan dan diawasi ketat oleh otoritas pasar modal, sehingga perbedaan karakteristik tersebut mendorong investor untuk mempertimbangkan instrumen sesuai profil risiko dan tujuan keuangan masing-masing sekaligus menjadikan pasar *forex* sebagai salah satu objek penelitian yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. Fluktuasi harga yang tinggi pada pasar ini dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi makro seperti kebijakan moneter, suku bunga, inflasi, dan dinamika geopolitik global (Sudimanto dkk., 2021). Tingkat volatilitas tersebut membuat prediksi harga *forex* menjadi tantangan besar bagi trader dan analis keuangan (Alfadilla, 2020). Oleh karena itu, diperlukan teknik yang tepat untuk menghasilkan estimasi yang akurat, meskipun ada berbagai faktor

yang menyebabkan ketidakpastian di pasar (Edi dkk., 2023). Dalam bidang statistika dan ilmu data, berbagai metode peramalan telah digunakan untuk memprediksi harga di pasar *forex* (Alfadilla, 2020). Salah satu pendekatan yang berkembang secara pesat dalam beberapa tahun terakhir adalah *Deep Learning* yang meniru cara kerja otak manusia dalam menganalisis dan mempelajari data untuk pengambilan Keputusan (Wijaya dkk., 2021). Model *deep learning* dapat mengolah data deret waktu (*time series*) seperti data harga *forex*, yang memiliki sifat saling ketergantungan antar waktu (HAKIM, 2021).

Model *deep learning* telah digunakan dalam peramalan deret waktu, seperti *Recurrent Neural Network (RNN)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)* yang efektif dalam memproses data berurutan, namun penelitian (Baradja, 2023) menunjukkan bahwa keduanya memiliki keterbatasan dalam mempertahankan memori jangka panjang karena penurunan bertahap kekuatan sinyal, serta membutuhkan waktu pelatihan lebih lama, rata-rata 10 jam 45 menit per-*epoch* pada model *RNN* sedangkan *CNN* membutuhkan 9 jam 35 menit. Sebagai Solusi atas keterbatasan tersebut, arsitektur *Transformer* menawarkan pendekatan baru dalam memodelkan ketergantungan jangka panjang melalui mekanisme *self-attention* yang efisien dan paralel. *Transformer* telah melahirkan berbagai varian untuk peramalan deret waktu, seperti *Time Series Transformer*, *Autoformer*, dan *Informer*. *Time Series Transformer* memiliki kelemahan utama berupa kompleksitas komputasi kuadrat $O(L^2)$ serta sifat *self-attention* yang *permutation-invariant*, yang menyebabkan hilangnya informasi urutan dan melemahkan kemampuan model dalam menangkap hubungan temporal, studi empiris

menunjukkan bahwa model linear sederhana seperti *DLinear* dapat mengungguli *Time Series Transformer* pada seluruh sembilan dataset *benchmark*, dengan peningkatan akurasi sebesar 20% hingga 50% (C. Zhang dkk., 2022). Sementara itu, *Autoformer* menawarkan pendekatan berbasis dekomposisi tren-musiman dan auto-korelasi, tetapi tidak konsisten dalam menghadapi pola temporal yang tidak stabil. Sebagai contoh, pada dataset *Exchange-Rate* dengan horizon prediksi 720 langkah, *Autoformer* mencatat nilai *MSE* sebesar 1.447, jauh lebih buruk dibandingkan *DLinear* yang hanya 0.643, dengan waktu inferensinya juga lebih lambat (164.1 ms vs 0.4 ms).

Berdasarkan kelemahan model *time series transformer* dan *autoformer*, *Informer* menjadi model yang unggul karena menawarkan efisiensi pemrosesan pada deret waktu jangka panjang dengan kompleksitas komputasi yang lebih rendah serta akurasi prediksi yang tetap terjaga. Diperkenalkan oleh (Zhou dkk., 2021) *Informer* dirancang khusus untuk peramalan jangka panjang menggunakan strategi *Direct Multi-Step (DMS)*, yang mengurangi akumulasi kesalahan prediksi, *Informer* mengimplementasikan *ProbSparse self-attention* yang menurunkan kompleksitas waktu dari $O(L^2)$ menjadi $O(L\log L)$, sehingga mampu menangani deret waktu berdimensi tinggi secara efisien. Selain itu, *Informer* juga menggunakan teknik *distillation* dalam dekodernya untuk mempercepat prediksi sambil mempertahankan akurasi.

Meskipun potensial, penerapan *Informer* dalam konteks prediksi harga *Forex* masih sangat terbatas. Mayoritas studi masih berfokus pada pasar saham dan kripto (Wang dkk., 2022). Sebagai contoh penelitian oleh (J. Zhang & Duan, 2023)

mengembangkan model *Enhanced LFTSformer* berbasis *Informer* untuk prediksi deret waktu keuangan, tetapi penerapannya lebih difokuskan pada pasar saham. Penelitian (Emami dkk., 2023) memperkenalkan *Modality-aware Transformer* untuk peramalan deret waktu keuangan, namun fokus utamanya adalah pada data saham dan indikator makroekonomi. Selain itu studi sistematis oleh, (Z. Zhao, 2024) menegaskan bahwa eksplorasi *Informer* pada pasar *Forex* masih sangat minim dibandingkan sektor keuangan lainnya. Kondisi tersebut menegaskan adanya celah penelitian dalam penggunaan *Informer* untuk prediksi harga *Forex* (Ayitey Junior dkk., 2023; Zhao, 2024).

Peningkatan performa prediksi dapat dicapai dengan mengintegrasikan model *deep learning* dengan fitur dari indikator analisis teknikal (Sezer dkk., 2020). Salah satu indikator yang populer dan menunjukkan kinerja yang efektif adalah *Exponential Moving Average (EMA)*, di mana penelitian pada pasangan mata uang *EUR/USD* periode 2016–2022 menunjukkan bahwa *EMA* periode 21 dan 90 secara simultan berpengaruh terhadap pergerakan harga, bahkan strategi berbasis *EMA* melalui pengujian backtesting mampu menghasilkan rata-rata profit tahunan sebesar 5,71% (Latif dkk., 2023). Penelitian perbandingan indikator menunjukkan bahwa *EMA* unggul dibandingkan *Simple Moving Average (SMA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, maupun *Double Moving Average (DMA)*. *EMA* menunjukkan hasil yang lebih efisien dan responsif dalam mengestimasi harga saham dibandingkan *SMA* yang cenderung lambat merespons perubahan harga (Abid Shabrina & Hasnawati, 2022), serta menunjukkan hasil yang akurat dalam memprediksi pergerakan saham LQ45 di Bursa Efek Indonesia (Cahyani &

Mahyuni, 2020) Pada kasus saham BCA, *EMA* menghasilkan tingkat *error* terendah dengan nilai *MAPE* 3,10% dibandingkan *SMA* maupun *WMA* (Rosita dkk., 2024), dan hasil serupa juga ditemukan pada prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dimana *EMA* konsisten mengungguli *WMA* dan *SMA* karena lebih responsif terhadap data terbaru (Rifai dkk., 2024). Sementara itu, *DMA* banyak digunakan untuk mendeteksi sinyal beli dan jual melalui fenomena *golden cross* dan *death cross*, namun relatif lebih lambat dibandingkan *EMA* (Cahyani & Mahyuni, 2020). Dengan demikian, *EMA* dapat dinilai sebagai indikator yang paling unggul karena kemampuannya merespons perubahan harga dengan cepat, sehingga menjadikannya kandidat yang kuat untuk diintegrasikan dengan model *Informer* dalam prediksi harga emas (*XAU/USD*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *Informer* yang diintegrasikan dengan indikator *Exponential Moving Average (EMA)* dalam memprediksi harga emas (*XAU/USD*) pada pasar *Forex* berbasis data historis (Z. Zhao, 2024). Serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode prediksi harga pada pasar *Forex* yang lebih akurat, efisien dan relevan secara praktis (Ayitey Junior dkk., 2023; Zhu dkk., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini, yaitu:

- a. Bagaimana penerapan model *Informer* yang diintegrasikan dengan indikator *Exponential Moving Average (EMA)* dalam memprediksi harga emas (*XAU/USD*)?

- b. Bagaimana performa model *Informer-EMA* dibandingkan dengan *Informer* tanpa *EMA* dalam memprediksi harga emas (*XAU/USD*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah yang sudah dirumuskan, didapat tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Menerapkan model *Informer* yang diintegrasikan dengan indikator *Exponential Moving Average (EMA)* dalam memprediksi harga emas (*XAU/USD*).
- b. Mengevaluasi performa model *Informer-EMA* dibandingkan dengan model *Informer* tanpa integrasi *EMA* dalam memprediksi harga emas (*XAU/USD*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, sebagai berikut:

- a. Model *Informer* dikembangkan dengan mengintegrasikan fitur indikator *Exponential Moving Average (EMA)* sehingga model dapat menangkap informasi tren dari data historis untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat.
- b. Hasil evaluasi dari model *Informer* yang diintegrasikan dengan *EMA* memberikan memberikan gambaran empiris mengenai peningkatan performa prediksi dibandingkan dengan model *Informer* standar.

1.5 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini:

1. Ruang lingkup dataset pada penelitian ini hanya menggunakan dataset historis harga *Forex* pada pasar emas (*XAU/USD*) yang diambil dari *Investing.com* dalam periode waktu 1 Januari 2020 – 30 September 2025.
2. Penelitian ini hanya menggunakan dan berfokus pada model *Informer* yang diintegrasikan dengan fitur *Exponential Moving Average (EMA)* dan model *Informer* standar sebagai pembandingan (*baseline*) dalam pemodelan prediksi harga *Forex*.
3. Prediksi yang dilakukan dalam penelitian ini hanya berdasarkan analisis teknikal, yaitu data historis harga (*price, open, high, low*) dan fitur indikator *EMA*.
4. Penelitian ini terbatas pada implementasi model untuk prediksi harga dan evaluasi akurasi.
5. Evaluasi performa model prediksi akan diukur menggunakan metrik evaluasi seperti *Mean Absolute Error (MAE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.