

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini, disajikan kesimpulan dari hasil penelitian peneliti yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya dan penerapannya di industri. Bab ini bertujuan untuk merangkum temuan utama dari penelitian serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan di masa depan.

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksi harga emas menggunakan model *Bidirectional Gated Recurrent Unit* (BI-GRU) dengan pendekatan *Monte Carlo Dropout* (MCDO) berbasis data makroekonomi. Data yang digunakan mencakup indikator S&P 500, DXY, *Crude Oil*, dan *Consumer Price Index* (CPI) sebagai variabel independen, serta harga emas (XAU) sebagai variabel dependen. Berdasarkan hasil analisis, pengujian, dan evaluasi yang dilakukan, beberapa kesimpulan utama dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Hubungan antara variabel makroekonomi dan harga emas menunjukkan pola keterkaitan yang signifikan. Korelasi tertinggi ditemukan antara harga emas dan S&P 500 ($r = 0,93$) serta CPI ($r = 0,89$), yang menandakan bahwa dinamika pasar saham dan tingkat inflasi memiliki pengaruh kuat terhadap pergerakan harga emas. Sementara itu, DXY ($r = 0,73$) dan *Crude Oil* ($r = 0,46$) memberikan pengaruh yang lebih moderat namun tetap relevan sebagai faktor pendukung dalam peramalan harga emas.
2. Hasil pengujian hyperparameter menunjukkan bahwa performa model BI-GRU sangat dipengaruhi oleh konfigurasi parameter pelatihan. Kombinasi terbaik diperoleh pada *data split* 7:3, *window size* 90, unit BI-GRU 128, dan *dropout* 0.3, dengan capaian MAE = 0.0479, RMSE = 0.0587, dan R^2 = 0.8845. Nilai R^2 di atas 0.88 menegaskan bahwa model mampu menjelaskan lebih dari 88% variasi harga emas aktual, yang mencerminkan tingkat akurasi dan ketepatan prediksi yang sangat baik.
3. Penerapan *Monte Carlo Dropout* terbukti meningkatkan performa model dibandingkan versi BI-GRU tanpa *dropout*. Teknik ini berperan penting

sebagai mekanisme regularisasi untuk mengurangi overfitting dan meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data baru. Secara empiris, model dengan MCDO menghasilkan prediksi yang lebih stabil, konsisten, dan akurat pada berbagai horizon waktu, terutama pada periode jangka menengah.

4. Dalam prediksi iterasi hingga ke-120, model BI-GRU dengan *Monte Carlo Dropout* menunjukkan performa yang paling optimal pada horizon pendek hingga menengah. Model mampu mengikuti pola fluktuasi harga emas aktual dengan tingkat kesalahan yang rendah. Namun, pada horizon prediksi yang lebih panjang (≥ 90 hari), sensitivitas model terhadap perubahan tren pasar mulai menurun, sehingga hasil prediksi cenderung lebih datar dan konservatif. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun arsitektur BI-GRU efektif untuk prediksi jangka pendek-menengah, peningkatan adaptabilitas masih diperlukan untuk prediksi jangka panjang.
5. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi BI-GRU dan *Monte Carlo Dropout* merupakan pendekatan yang efektif dan andal dalam peramalan harga emas berbasis data makroekonomi. Model ini berhasil menggabungkan kekuatan representasi dua arah dari BI-GRU dengan kemampuan probabilistik dropout, menghasilkan sistem prediksi yang akurat, stabil, dan mampu mengontrol ketidakpastian prediksi di tengah volatilitas pasar emas global.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dikaji untuk penelitian di masa depan dan penerapan model:

1. Mengeksplorasi model hibrida yang menggabungkan BI-GRU dengan arsitektur lain seperti *Attention Mechanism*, *Transformer*, atau *Temporal Convolutional Network* (TCN) guna meningkatkan kemampuan model dalam menangkap dinamika jangka panjang dan pola non-linier yang lebih kompleks.
2. Penambahan variabel eksternal seperti tingkat suku bunga *Federal Reserve*, indeks volatilitas (VIX), dan data geopolitik global dapat memperkaya

konteks makroekonomi yang memengaruhi harga emas, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih adaptif terhadap kondisi pasar aktual.

3. Dalam penerapan praktis, model dapat diintegrasikan dengan sistem prediksi real-time berbasis web atau API untuk mendukung keputusan investasi dan kebijakan ekonomi. Pengembangan semacam ini akan meningkatkan nilai guna penelitian di bidang analisis keuangan berbasis machine learning.
4. Untuk menjaga keandalan hasil, disarankan agar data pelatihan diperbarui secara berkala, mengingat volatilitas pasar emas sangat dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan ekonomi global yang cepat.

Halaman ini sengaja dikosongkan