

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak mentah (USOIL) merupakan komoditas strategis yang memainkan peran vital dalam perekonomian global sebagai sumber energi utama dan indikator stabilitas ekonomi dunia. Permintaan yang terus meningkat, terutama di negara-negara berkembang, menjadikan pasokan dan harga minyak mentah sangat berpengaruh terhadap aktivitas ekonomi, inflasi, nilai tukar, hingga kebijakan fiskal negara pengimpor maupun eksportir [1]. Selain menjadi instrumen perdagangan utama, harga minyak juga sangat volatil, dipengaruhi oleh faktor geopolitik, kebijakan OPEC+, kondisi ekonomi global, dan sentimen pasar. Ketegangan politik, bencana alam, serta spekulasi pasar dapat memicu fluktuasi harga yang tajam dalam waktu singkat, menciptakan ketidakpastian besar di sektor energi maupun pasar keuangan [2].

Volatilitas harga minyak memberikan dampak langsung pada industri, investor, dan pembuat kebijakan, baik dari sisi perencanaan anggaran, penilaian risiko, hingga strategi investasi. Dalam konteks ini, prediksi harga yang akurat menjadi sangat penting untuk mengurangi ketidakpastian dan membantu pengambilan keputusan strategis. Namun, metode prediksi tradisional sering gagal menangkap dinamika non-linier dan ketergantungan jangka panjang dalam data harga minyak. Oleh karena itu, pengembangan pendekatan berbasis *machine learning* dan *deep learning*, seperti Long Short-Term Memory (LSTM), menjadi fokus utama dalam penelitian terkini untuk meningkatkan akurasi prediksi dalam menghadapi kompleksitas pasar energi global [3].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) khususnya metode *machine learning* menawarkan solusi yang lebih efektif dalam prediksi harga minyak mentah. Salah satu teknik yang paling menonjol adalah Long Short-Term Memory (LSTM), sebuah varian dari jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk mengatasi masalah *time series* dan mengingat informasi dalam jangka panjang. LSTM memiliki kemampuan untuk mengenali pola temporal yang kompleks serta ketergantungan jangka panjang dalam data, sehingga lebih unggul dibandingkan metode konvensional dalam mengatasi volatilitas dan dinamika harga minyak [4]. Penelitian oleh Wang [3] dan Raut [1] membuktikan bahwa penggunaan LSTM dalam konteks prediksi harga komoditas memberikan hasil yang jauh lebih akurat dan stabil, sehingga menjadi pilihan utama dalam pengembangan model prediksi modern.

Lebih lanjut, pengembangan model LSTM yang lebih canggih, seperti *stacked LSTM*, telah memberikan peningkatan kemampuan dalam melakukan ekstraksi fitur dari data yang sangat kompleks. *Stacked LSTM* terdiri dari beberapa lapisan LSTM yang disusun bertingkat sehingga mampu menangkap

pola yang lebih dalam dan hubungan temporal yang lebih rumit. Pendekatan ini memungkinkan model untuk mengenali pola-pola tersembunyi dalam data harga minyak yang sering kali tidak terdeteksi oleh model dengan satu lapisan saja [5]. Studi oleh Xiao [5] dan Wang dan Wang [6] menunjukkan bahwa model stacked LSTM memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dan robust dibandingkan model LSTM tunggal maupun metode prediksi lainnya, terutama dalam data dengan volatilitas tinggi dan noise yang besar.

Oleh karena itu, penerapan model stacked LSTM dalam penelitian ini dianggap sangat tepat karena mampu menangani kompleksitas data harga minyak mentah yang bersifat dinamis dan tidak stabil. Model ini tidak hanya dapat mengidentifikasi pola jangka pendek dan jangka panjang dengan baik, tetapi juga mampu beradaptasi terhadap perubahan tren dan fluktuasi harga yang tiba-tiba. Dengan kemampuan tersebut, stacked LSTM diharapkan mampu memberikan prediksi harga USOIL yang lebih akurat dan dapat diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan di sektor energi, pasar modal, serta kebijakan ekonomi [4][5][6]. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat mengurangi risiko yang muncul akibat ketidakpastian harga minyak dan memberikan kontribusi nyata dalam pengelolaan sumber daya energi secara lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang akan menjadi fokus dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana struktur dan arsitektur model stacked LSTM mampu mempelajari pola dari data historis harga USOIL untuk menghasilkan prediksi harga yang akurat?
2. Seberapa baik performa prediksi harga USOIL menggunakan model stacked LSTM dengan menggunakan metrik Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) dan R-squared (R^2)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membangun dan menerapkan model prediksi harga USOIL berbasis stacked LSTM dengan memanfaatkan data historis sebagai input time series.
2. Mengevaluasi performa model stacked LSTM yang dibangun dengan menggunakan metrik Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) dan R-squared (R^2).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang analisis deret waktu (time series) dan penerapan metode deep learning dalam ekonomi dan keuangan. Penggunaan arsitektur *stacked Long Short-Term Memory (stacked LSTM)* dalam penelitian ini menjadi penguatan terhadap pendekatan prediktif yang mampu menangkap kompleksitas dan dinamika data historis yang bersifat non-linier serta berfluktuasi tinggi seperti harga minyak mentah (*USOIL*). Penelitian ini juga memperluas wawasan tentang keunggulan arsitektur berlapis (*stacked*) dalam model *LSTM*, dibandingkan dengan model *LSTM* tunggal yang sering digunakan dalam studi sebelumnya. Selain itu, pendekatan yang digunakan diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan model hibrida atau ensemble di masa mendatang, baik dalam konteks prediksi harga komoditas, indeks keuangan, maupun variabel ekonomi makro. Hasil dari penelitian ini juga memperkaya literatur akademik dengan bukti empiris terbaru yang relevan, terutama dalam konteks prediksi harga berbasis pembelajaran mendalam (deep learning) yang masih berkembang pesat. Dengan demikian, penelitian ini memberikan nilai tambah terhadap studi-studi terdahulu yang masih terbatas pada penggunaan model tradisional atau model deep learning dasar tanpa optimalisasi arsitektur. Temuan dan pemodelan dalam penelitian ini dapat dijadikan rujukan bagi akademisi dan peneliti lain untuk dikembangkan lebih lanjut, baik melalui pendekatan komparatif, integratif, maupun optimisasi algoritmik. Hal ini menjadikan penelitian ini tidak hanya sebagai pelengkap literatur, tetapi juga sebagai pijakan awal untuk studi lanjutan di bidang yang sama.

1.4.2 Manfaat Praktis

Dari sisi praktis, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam pengambilan keputusan strategis yang berbasis data, terutama bagi pelaku pasar, analis keuangan, investor, dan lembaga-lembaga yang berkepentingan dalam perdagangan komoditas energi seperti minyak mentah. Dengan *volatilitas* harga *USOIL* yang tinggi dan dipengaruhi oleh banyak faktor global, ketersediaan sistem prediksi harga yang andal dapat membantu pemangku kepentingan dalam menyusun strategi investasi, perencanaan anggaran, maupun mitigasi risiko pasar secara lebih terukur dan adaptif. Model prediksi berbasis *stacked LSTM* yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk menangkap pola-pola kompleks dalam data historis, sehingga mampu memberikan proyeksi harga yang lebih akurat dan berbasis pembelajaran mendalam. Selain bagi investor, hasil dari penelitian ini juga dapat dimanfaatkan oleh lembaga pemerintah atau regulator energi dalam

merumuskan kebijakan harga dan cadangan strategis, terutama di tengah ketidakpastian pasar global. Penelitian ini juga dapat digunakan oleh perusahaan sektor industri yang bergantung pada minyak mentah sebagai bahan baku atau sumber energi, dalam melakukan perencanaan logistik dan pengelolaan biaya produksi. Dengan demikian, manfaat praktis dari penelitian ini tidak hanya terbatas pada kalangan akademik, tetapi juga dapat diterapkan secara luas dalam praktik bisnis, ekonomi, maupun perumusan kebijakan berbasis data.

1.5 Batasan Masalah

1. Jenis Data

Penelitian ini hanya menggunakan data historis harga minyak mentah *USOIL* yang terdiri dari harga pembukaan (*open*), harga tertinggi (*high*), harga terendah (*low*), dan harga penutupan (*close*) sebagai variabel input.

2. Sumber Data

Data yang digunakan bersumber dari platform pasar keuangan daring terpercaya seperti Investing.com atau Yahoo Finance, dan tidak mencakup data alternatif seperti volume perdagangan, sentimen pasar, atau data ekonomi makro.

3. Model yang Digunakan

Penelitian ini secara khusus hanya menggunakan model *stacked LSTM* sebagai pendekatan prediktif, tanpa membandingkannya dengan model deep learning lain seperti *GRU*, *Transformer*, atau model klasik seperti *ARIMA*.

4. Variabel Non-Teknis Tidak Dibahas

Faktor eksternal yang bersifat fundamental maupun geopolitik seperti kebijakan *OPEC*, konflik internasional, cadangan minyak global, nilai tukar, atau krisis ekonomi tidak dimasukkan ke dalam model dan tidak dianalisis dalam penelitian ini.

5. Ruang Lingkup Evaluasi Model

Evaluasi performa model hanya dilakukan menggunakan metrik statistik kuantitatif, yaitu *Mean Squared Error (MSE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, dan *Mean Absolute Error (MAE)*, tanpa mempertimbangkan aspek interpretabilitas atau visualisasi lanjutan.

6. Lingkup Waktu dan Wilayah

Prediksi hanya difokuskan pada harga minyak mentah tipe *WTI (USOIL)* dalam konteks global, tanpa membahas harga minyak tipe lain seperti *Brent* atau pengaruh regional tertentu, serta terbatas pada periode historis yang tersedia dan relevan.