

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) merupakan indikator makroekonomi vital yang fluktuasinya menuntut perhatian serius karena dampaknya yang sistemik terhadap stabilitas perekonomian nasional. Hal tersebut dikarenakan pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS memegang peranan krusial dalam menentukan daya saing komoditas nasional di pasar internasional serta kinerja neraca perdagangan Indonesia secara keseluruhan [1]. Ketidakpastian akibat fluktuasi nilai tukar ini menciptakan risiko finansial yang signifikan bagi sektor bisnis, khususnya perusahaan ekspor-impor, yang memaksa manajemen untuk menerapkan strategi mitigasi risiko yang kompleks demi menjaga arus kas dan profitabilitas [2]. Selain itu, stabilitas nilai tukar juga merupakan elemen fundamental bagi ketahanan ekonomi nasional karena fluktuasi yang berlebihan dapat mengganggu keputusan investasi asing serta stabilitas makroekonomi negara [3]. Mengingat besarnya dampak sistemik tersebut, pengembangan sistem prediksi nilai tukar yang presisi menjadi salah satu kebutuhan sebagai instrumen mitigasi risiko yang efektif, sehingga memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengambil keputusan strategis di tengah ketidakpastian ekonomi global.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan dalam prediksi nilai tukar mata uang dengan pendekatan berbasis data deret waktu (*time series*), yang menunjukkan bahwa metode *deep learning* terutama *Long Short-Term Memory* (LSTM), lebih unggul dibandingkan metode *machine learning* tradisional maupun metode statistik. Penelitian yang dilakukan oleh [4] menerapkan algoritma LSTM untuk memprediksi nilai tukar rupiah terhadap dolar AS dengan data harian dan menyimpulkan bahwa LSTM mampu menangkap ketergantungan jangka panjang secara efektif dengan tingkat kesalahan prediksi yang minim. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh [5] memperluas cakupan analisis dengan membandingkan model statistik *Markov Switching GARCH* (MS-GARCH) dengan LSTM dalam memprediksi nilai tukar rupiah terhadap dolar AS secara bulanan, yang hasilnya menegaskan bahwa meskipun model statistik unggul dalam interpretabilitas perubahan dan pergeseran rezim volatilitas, model *LSTM* memberikan akurasi peramalan yang lebih presisi dengan MAPE 1,77% berbanding 2,34% milik MS-GARCH, terutama dalam menangkap fluktuasi jangka pendek. Lebih lanjut, penelitian oleh [6] membandingkan performa algoritma LSTM dan *Random Forest* (RF) untuk memprediksi nilai tukar rupiah

terhadap Dolar Singapura (SGD), di mana hasil evaluasi menunjukkan bahwa LSTM mampu menghasilkan akurasi sebesar 98,74% dan *Root Mean Square Error* (RMSE) yang lebih rendah dibandingkan RF, membuktikan bahwa arsitektur jaringan saraf LSTM lebih andal dalam menangkap pola data non-linear yang kompleks. Meskipun berbagai studi tersebut telah membuktikan keunggulan LSTM dalam menangkap dependensi temporal jangka panjang, mayoritas penelitian terdahulu masih menggunakan pendekatan yang hanya terbatas pada data nilai tukar historis semata dan mengandalkan LSTM sebagai model tunggal (*single model*) yang menerima input fitur mentah secara langsung. Pendekatan model tunggal tersebut memiliki keterbatasan dalam mengekstraksi fitur lokal yang kompleks akibat karakteristik data finansial yang sarat akan ketidakpastian berupa volatilitas ekstrem, fluktuasi acak (*random walk*), dan anomali jangka pendek dari sentimen pasar sesaat. Kondisi ini dapat menyebabkan LSTM kesulitan membedakan tren valid dengan fluktuasi acak sebelum proses pembelajaran temporal [7].

Untuk mengatasi keterbatasan model tunggal tersebut melalui pendekatan yang saling melengkapi (komplementer), penelitian ini mengusulkan model *hybrid* yang mengkombinasikan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan LSTM. Transisi ini didasari oleh peran CNN sebagai penyaring awal (pre-filter) matematis yang melakukan pemulusan (*smoothing*) data, sehingga efektif untuk mengekstrak pola-pola lokal penting secara otomatis. Melalui tahapan tersebut, data yang dihasilkan menjadi jauh lebih bersih dan informatif, sehingga LSTM dapat fokus sepenuhnya untuk mempelajari dependensi temporal tanpa terganggu oleh fluktuasi acak. Efektivitas mekanisme arsitektur tersebut telah dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh [8] pada prediksi harga Bitcoin, yang menegaskan bahwa lapisan CNN efektif dalam mengekstrak pola lokal dengan cakupan waktu terbatas, sehingga ketika digabungkan dengan LSTM, model mampu menekan tingkat kesalahan (*MAPE*) hingga 2,24%, jauh lebih rendah dibandingkan model LSTM tunggal. Konsistensi performa arsitektur ini juga terlihat pada komoditas lain, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian [9] dalam prediksi harga emas Indonesia, di mana penggunaan lapisan CNN *Conv1D* (satu dimensi) sebagai ekstraktor fitur yang dikombinasikan dengan lapisan LSTM berhasil menghasilkan model dengan kemampuan generalisasi yang kuat. Lebih jauh lagi, ketangguhan metode ini terbukti tidak hanya pada data finansial, tetapi juga pada data meteorologi yang memiliki variabilitas tinggi yang menemukan bahwa CNN-LSTM lebih akurat dalam menangkap pola ekstrem pada peramalan curah hujan dibandingkan LSTM standar, karena CNN mampu mengenali variasi pola lokal yang sering terlewatkan oleh model sekuensial biasa [10].

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model CNN-LSTM dalam memprediksi nilai tukar rupiah terhadap dolar AS. Dikarenakan dinamika pergerakan nilai tukar USD/IDR sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor selain data nilai historisnya sendiri, maka penelitian ini akan melakukan perbandingan kinerja prediksi antara model yang menggunakan data historis pasar murni dibandingkan dengan model yang diintegrasikan dengan fitur ekonomi tambahan. Integrasi fitur eksternal dilakukan karena dinamika kurs sangat dipengaruhi oleh variabel makroekonomi yang saling terkait secara kompleks. Harga minyak dunia jenis WTI dipilih karena kenaikannya secara empiris terbukti menekan Rupiah melalui peningkatan beban impor migas [11], sementara emas diintegrasikan sebagai instrumen *safe-haven* yang pergerakannya menunjukkan korelasi signifikan terhadap stabilitas nilai tukar [12]. Selain komoditas, IHSG dilibatkan sebagai representasi aliran modal domestik yang memiliki keterikatan simultan sangat kuat dengan kurs hingga 96,1% [13], sebuah konsistensi hubungan yang tetap relevan pada periode ekonomi dinamis 2018-2023 [14], serta terbukti memiliki pengaruh timbal balik yang signifikan pada observasi terbaru periode 2019-2024 [15] dan 2017-2022 [16]. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian dengan judul **“Implementasi Model CNN-LSTM Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar Amerika Serikat.”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah keterbatasan kemampuan model *deep learning* tunggal seperti LSTM dalam mengekstraksi pola non-linear pada data nilai tukar Rupiah terhadap Dolar AS yang fluktuatif, serta masih dominannya penggunaan pendekatan yang hanya terbatas pada data nilai tukar historis semata yang masih kurang merepresentasikan dinamika pasar, sehingga masih terdapat potensi model yang dapat dioptimalkan.

1.3 Tujuan

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan dan mengevaluasi model CNN-LSTM untuk prediksi nilai tukar rupiah terhadap dolar AS serta membandingkan kinerja prediksi model saat menggunakan fitur internal berupa data historis pasar murni dibandingkan dengan model yang diintegrasikan dengan fitur internal ditambah dengan fitur eksternal berupa makroekonomi tambahan.

1.4 Manfaat

Berdasarkan uraian di atas, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi literatur mengenai penerapan model *hybrid deep learning* pada implementasi CNN-LSTM untuk prediksi nilai tukar dengan data *time series*.
2. Menyediakan alat bantu analisis yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan transaksi guna meminimalisir risiko kerugian akibat fluktuasi nilai tukar.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder berjenis runtun waktu (*time series*) harian yang diperoleh dari website [investing.com](https://www.investing.com) berupa :
 - a. Data historis nilai tukar USD/IDR
 - b. Data historis minyak mentah WTI
 - c. Data historis harga emas dunia
 - d. Data historis IHSG
2. Rentang waktu data yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada periode mulai dari Januari 2016 hingga Desember 2025.
3. Arsitektur CNN yang akan digunakan dalam pemodelan adalah 1D-CNN.
4. Target prediksi model dibatasi pada skala *one-step ahead* (satu hari ke depan).
5. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor-faktor fundamental yang sifatnya kualitatif, seperti sentimen publik, berita politik, bencana alam, atau kebijakan pemerintah pada hari tertentu, karena penelitian ini difokuskan secara murni pada pendekatan teknikal berbasis data historis kuantitatif.
6. Model hasil akhir penelitian akan diimplementasikan ke dalam antarmuka berbasis *web* sederhana yang penggunaannya dibatasi pada visualisasi dan demonstrasi hasil prediksi model.
7. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan mengukur tingkat kesalahan prediksi menggunakan metrik statistik *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).