

BAB V

PENUTUP

Pada bab kesimpulan dan saran ini, dipaparkan rangkuman hasil penelitian secara menyeluruh yang telah dilaksanakan, serta disajikan berbagai rekomendasi yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian pada masa yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, model *Long Short-Term Memory* (LSTM) berbasis indikator teknikal dapat diterapkan untuk meramalkan harga penutupan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) satu hari perdagangan berikutnya. Model utama menggunakan 16 fitur masukan yang terdiri atas lima data historis perdagangan, yaitu *Open*, *High*, *Low*, *Close*, dan *Volume*, satu fitur turunan berupa return logaritmik, serta sepuluh indikator teknikal yang berasal dari SMA, EMA, RSI, dan MACD. Proses *hyperparameter tuning* terhadap 96 kombinasi menghasilkan konfigurasi terpilih berupa window size 90, susunan unit LSTM 128–64, *dropout* 0,1, *batch size* 16, dan *learning rate* 0,0005. Setelah lima konfigurasi terbaik diuji kembali menggunakan lima nilai *seed*, konfigurasi tersebut memperoleh rata-rata MAPE validasi sebesar 1,11%. Pelatihan model final berhenti pada *epoch* ke-46 dengan *validation loss* terendah sebesar 0,000692 yang dicapai pada *epoch* ke-36.

Hasil pengujian model utama terhadap 227 observasi menghasilkan MAE sebesar 137,16 poin, RMSE sebesar 170,31 poin, dan MAPE sebesar 1,77%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata selisih absolut antara hasil prediksi dan harga penutupan aktual sebesar 137,16 poin indeks, sedangkan rata-rata kesalahan relatif berada pada kisaran 1,77%. Nilai RMSE yang lebih tinggi dibandingkan MAE menunjukkan bahwa pada beberapa periode terdapat kesalahan prediksi yang lebih besar daripada rata-rata. Berdasarkan hasil visualisasi, prediksi model secara umum mampu mengikuti arah utama pergerakan IHSG, tetapi cenderung bergerak lebih halus dan belum sepenuhnya merespons kenaikan maupun penurunan harga yang berlangsung secara cepat.

Sebagai evaluasi tambahan, penelitian ini juga melakukan skenario perbandingan menggunakan fitur *Close* sebagai satu-satunya atribut masukan.

Skenario tersebut menggunakan konfigurasi final yang sama dengan model utama dan menghasilkan MAE sebesar 113,68 poin, RMSE sebesar 139,18 poin, dan MAPE sebesar 1,49%. Nilai ketiga metrik tersebut lebih rendah dibandingkan hasil model utama dengan 16 fitur. Dengan demikian, pada periode pengujian penelitian ini, penggunaan kombinasi 16 fitur belum menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan penggunaan fitur *Close* secara tunggal. Meskipun demikian, hasil tersebut tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa indikator teknikal secara langsung menurunkan performa model karena model utama juga menggunakan *Open*, *High*, *Low*, *Volume*, dan *ret_log* selain indikator teknikal. Oleh karena itu, hasil perbandingan lebih tepat menunjukkan perbedaan performa antara dua rancangan atribut masukan yang digunakan dalam penelitian.

Dashboard berbasis Streamlit berhasil digunakan untuk menyajikan hasil penelitian secara terstruktur melalui informasi konfigurasi model, nilai evaluasi, tabel hasil prediksi, grafik perbandingan nilai aktual dan prediksi, serta grafik perubahan *error*. *Dashboard* tersebut dapat digunakan sebagai media penyajian dan informasi tambahan untuk mengamati hasil peramalan IHSG. Namun, keluaran model tidak dapat digunakan sebagai rekomendasi langsung untuk membeli, menjual, maupun mempertahankan instrumen investasi. Penelitian ini juga tidak melakukan perbandingan dengan metode peramalan lain, sehingga hasil yang diperoleh hanya menggambarkan performa LSTM berdasarkan dataset, periode pengamatan, rancangan fitur, konfigurasi model, dan prosedur pengujian yang digunakan dalam penelitian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang masih ditemukan, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan variabel lain di luar data historis perdagangan dan indikator teknikal. Variabel tersebut dapat berupa nilai tukar, tingkat suku bunga, inflasi, pergerakan indeks saham global, kebijakan ekonomi, maupun sentimen berita. Penambahan informasi eksternal tersebut dapat membantu memberikan gambaran kondisi pasar yang lebih luas karena pergerakan IHSG tidak hanya dipengaruhi oleh pola harga pada periode sebelumnya, tetapi juga oleh berbagai faktor ekonomi dan peristiwa yang terjadi di dalam maupun luar negeri.

Penelitian ini telah melakukan perbandingan antara model utama dengan 16 fitur dan skenario pembandingan yang hanya menggunakan fitur *Close*. Namun, kontribusi masing-masing fitur maupun kelompok indikator teknikal belum dianalisis secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian fitur secara bertahap, misalnya dengan membandingkan penggunaan data historis perdagangan, fitur turunan harga, SMA, EMA, RSI, dan MACD dalam beberapa kombinasi. Pendekatan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui fitur atau kelompok fitur yang memberikan pengaruh paling besar terhadap performa model. Selain itu, penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan penggunaan metode lain sebagai pembandingan, seperti *Gated Recurrent Unit* (GRU), CNN–LSTM, *Transformer*, maupun metode peramalan deret waktu lainnya. Perbandingan sebaiknya dilakukan menggunakan dataset, periode pengujian, pembagian data, serta metrik evaluasi yang sama agar hasil antar metode dapat dianalisis secara lebih konsisten. Proses pencarian *hyperparameter* juga dapat dikembangkan dengan menambah variasi jumlah lapisan, jumlah unit, *learning rate*, *batch size*, *optimizer*, dan metode regularisasi. Selain *grid search*, metode seperti *random search* atau optimasi *Bayesian* juga dapat dipertimbangkan untuk memperluas ruang pencarian konfigurasi model.

Proses evaluasi juga dapat dikembangkan dengan menggunakan lebih dari satu periode pengujian melalui pendekatan *walk-forward validation*. Pendekatan tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih luas mengenai konsistensi performa model ketika menghadapi kondisi pasar yang berbeda dari waktu ke waktu. Model juga dapat diuji pada indeks saham lain, saham individual, frekuensi data yang berbeda, maupun horizon prediksi lebih dari satu hari perdagangan. *Dashboard* berbasis Streamlit dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menghubungkannya pada sumber data pasar yang dapat diperbarui secara berkala. Pengembangan tersebut dapat mencakup proses pembaruan data, perhitungan indikator, prediksi, serta pelatihan ulang model secara terkontrol. Informasi mengenai tingkat kesalahan, periode penggunaan model, dan keterbatasan hasil prediksi tetap perlu disampaikan agar pengguna memahami bahwa keluaran model memiliki tingkat ketidakpastian.

Bagi investor dan analis pasar modal, hasil prediksi sebaiknya digunakan sebagai informasi pendukung dalam mengamati kecenderungan pergerakan IHSG dan tidak dijadikan sebagai satu-satunya dasar dalam mengambil keputusan investasi.