

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

- 1) Data harga beras medium dan variabel cuaca harian di Provinsi Jawa Timur periode 2021–2025 memiliki karakteristik deret waktu yang bersifat *non-linear* dan *temporal*. Data harga beras menunjukkan *tren* kenaikan jangka panjang, sedangkan variabel cuaca memperlihatkan variasi musiman dan volatilitas harian. Selain itu, data mentah mengandung *noise*, *missing value*, dan nilai ekstrem yang perlu ditangani sebelum digunakan dalam pemodelan.
- 2) Proses pra-pemrosesan data yang meliputi pembersihan nilai anomali, penanganan missing value menggunakan *interpolasi linear*, *normalisasi* dengan *MinMaxScaler*, serta pembentukan data deret waktu menggunakan metode *windowing* berhasil menghasilkan data yang bersih, terstruktur, dan sesuai untuk pemodelan deret waktu berbasis pembelajaran mesin.
- 3) Model *Gated Recurrent Unit* (GRU) berhasil diterapkan sebagai pengekstrak fitur *temporal* pada data harga beras dan variabel cuaca. Arsitektur GRU bertumpuk mampu menangkap ketergantungan waktu dan pola dinamis dalam data deret waktu, sehingga menghasilkan representasi fitur *temporal* yang informatif.
- 4) *Enhanced Feature Engineering* (EFE) berhasil menghasilkan fitur statistik tambahan yang merepresentasikan karakteristik distribusi dan *tren* data, seperti nilai rata-rata, standar *deviasi*, nilai *maksimum*, *minimum*, dan kecenderungan perubahan (*trend*). Fitur-fitur ini melengkapi fitur *temporal* dari GRU dan memperkaya informasi yang digunakan dalam proses prediksi.
- 5) Proses optimasi model *Support Vector Regression* (SVR) menggunakan metode *grid search* mampu menentukan kombinasi hiperparameter terbaik berdasarkan evaluasi performa. Dari 192 kombinasi parameter yang diuji, konfigurasi dengan nilai $C = 10000$ dan $\gamma = 0.0001$ memberikan hasil

paling optimal dalam memprediksi harga beras berdasarkan fitur hasil ekstraksi GRU dan EFE.

- 6) Performa model *ensemble* GRU–SVR menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 1,462% pada data pengujian. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan *generalisasi* yang baik dan tidak mengalami *overfitting*.
- 7) Model *ensemble* GRU–SVR mampu menghasilkan *forecasting* harga beras medium di Provinsi Jawa Timur untuk periode tiga puluh hari ke depan dengan pola prediksi yang stabil dan mengikuti *tren* historis. Hasil peramalan menunjukkan fluktuasi yang terkendali dan tidak menampilkan lonjakan ekstrem, sehingga dapat dijadikan acuan proyeksi jangka pendek.
- 8) Model yang dikembangkan berhasil diimplementasikan ke dalam *Graphical User Interface* (GUI) berbasis *Streamlit*. GUI ini mempermudah pengguna dalam melakukan unggah data, pra-pemrosesan, pelatihan model, evaluasi performa, serta visualisasi dan *interpretasi* hasil prediksi harga beras secara interaktif dan aplikatif.
- 9) Berdasarkan hasil analisis, model yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai alat bantu pemantauan volatilitas harga beras. Kemampuannya dalam memberikan proyeksi harga jangka pendek dapat mendukung pengambilan keputusan strategis, seperti perencanaan distribusi dan manajemen persediaan, serta berfungsi sebagai sistem pendukung peringatan dini bagi pihak regulator.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran pengembangan yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

- 1) Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel eksternal yang berpotensi memberikan pengaruh signifikan terhadap harga beras, seperti data ekonomi (inflasi, nilai tukar), data kebijakan pemerintah (kuota impor, harga eceran tertinggi), atau data agrikultural lainnya (luas panen, biaya produksi).
- 2) Untuk meningkatkan akurasi prediksi di masa depan, penggunaan data rata-rata historis untuk cuaca dapat digantikan dengan integrasi API ramalan cuaca

sebenarnya. Hal ini akan membuat prediksi jangka pendek lebih dinamis dan responsif terhadap kondisi cuaca aktual yang diharapkan.

- 3) Penelitian di masa depan juga dapat mempertimbangkan penggunaan metode atau arsitektur model lain untuk perbandingan, seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Transformer*, atau kombinasi *ensemble* yang berbeda seperti GRU-XGBoost, untuk mencari performa yang lebih optimal.
- 4) Implementasi antarmuka GUI Streamlit dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur seperti sistem basis data untuk menyimpan dan mengelola riwayat prediksi, autentikasi pengguna, atau dasbor analisis yang lebih canggih untuk pemantauan jangka panjang.

Halaman ini Seengaja dikosongkan