

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif sebagai metode utama. Adapun fokus penelitian diarahkan pada pengembangan serta evaluasi sistem peramalan harga bawang merah di Provinsi Jawa Timur dengan memanfaatkan model hibrida ARIMA-ES-LSTM.

#### **3.2 Objek Penelitian**

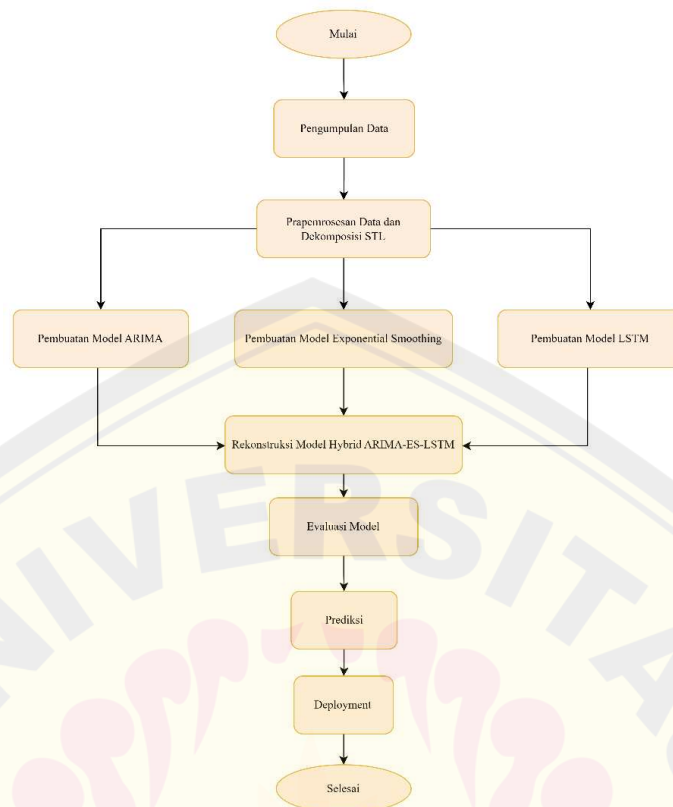
Objek penelitian ini adalah rata-rata harga bawang merah di Provinsi Jawa Timur. Data yang dimanfaatkan dalam penelitian ini berupa data harian harga bawang merah selama periode 2013 - 2025 yang bersumber dari Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (SISKAPERBAPO) Provinsi Jawa Timur. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data variabel iklim, yaitu suhu dan kelembapan, yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Timur pada rentang waktu yang sama.

#### **3.3 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember selama 3 bulan, yaitu bulan Maret 2026 hingga Juni 2026.

#### **3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian dirancang secara sistematis guna memastikan setiap proses terlaksana secara terarah dan terstruktur. Alur pelaksanaan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1, yang mencakup beberapa tahapan utama sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Alur Tahapan Penelitian

### 3.4.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh data yang relevan dan valid sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi data historis harga bawang merah di Provinsi Jawa Timur periode 2013-2025 yang bersumber dari Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (SISKAPERBAPO) serta data suhu dan kelembapan periode 2013-2025 yang diperoleh dari BMKG Jawa Timur.

### 3.4.2 Prapemrosesan Data

Tahap prapemrosesan data dilaksanakan untuk menjamin bahwa data berada dalam kondisi yang layak dan siap digunakan pada tahap pemodelan. Langkah-langkah prapemrosesan yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Pemeriksaan data hilang (*missing values*)

Pemeriksaan nilai hilang dilakukan pada data harga bawang merah dan variabel iklim (suhu dan kelembapan) untuk memastikan deret waktu bersifat kontinu. Nilai yang hilang ditangani menggunakan interpolasi linier agar tidak mengganggu pola tren data (Niedzielski & Halicki, 2023). Selanjutnya, dilakukan konversi data untuk menyeragamkan format waktu, tipe data numerik, dan satuan pengukuran, sehingga seluruh variabel siap digunakan pada tahap pemodelan.

b. Dekomposisi Data

Tahap dekomposisi dilakukan untuk memisahkan deret waktu harga bawang merah menjadi komponen tren, musiman, dan residual menggunakan metode *Seasonal-Trend Decomposition using Loess* (STL). Metode ini dipilih karena mampu menangani pola musiman secara fleksibel dan lebih *robust* terhadap *outlier*. Untuk memperoleh hasil dekomposisi yang optimal, dilakukan pengujian beberapa kombinasi parameter STL berdasarkan kestabilan komponen tren, kejelasan pola musiman, dan karakteristik residual. Hasil dekomposisi terbaik kemudian digunakan sebagai input pada model *hybrid*, yaitu komponen tren untuk ARIMA, komponen musiman untuk *Exponential Smoothing* (ES), dan komponen residual untuk LSTM.

**Tabel 3.1** Parameter Uji Dekomposisi STL

| No | Parameter              | Nilai Uji          | Justifikasi                                                 |
|----|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1  | <i>Seasonal Period</i> | 12 / 365           | Mewakili satu siklus tahunan harga bawang merah.            |
| 2  | <i>Trend Window</i>    | 731                | Mengontrol kehalusan tren jangka panjang.                   |
| 3  | <i>Seasonal Window</i> | 61, 91             | Mengatur <i>smoothing</i> pola musiman.                     |
| 4  | <i>Robust Fitting</i>  | <i>True, False</i> | Menguji sensitivitas terhadap <i>outlier</i> harga ekstrem. |

### 3.4.3 Pembagian Data

Dataset dibagi menjadi data latih (*training data*) dan data uji (*testing data*) secara kronologis tanpa pengacakan untuk mempertahankan urutan waktu pada deret waktu. Data latih digunakan untuk membangun model, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja model dalam melakukan prediksi.

### 3.4.4 Pembuatan Model *Hybrid*

Model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM dibangun dengan menggabungkan hasil prediksi komponen tren, musiman, dan residual yang dimodelkan secara terpisah menggunakan ARIMA, *Exponential Smoothing*, dan LSTM. Prediksi akhir diperoleh melalui rekonstruksi ketiga komponen sesuai pendekatan dekomposisi aditif untuk menghasilkan prediksi harga bawang merah.

#### a. Pembuatan Model ARIMA

Pembuatan model ARIMA dilakukan untuk memodelkan komponen tren hasil dekomposisi STL yang merepresentasikan pola linear jangka panjang pada data harga bawang merah. Proses pemodelan diawali dengan uji stasioneritas menggunakan metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) untuk mengetahui karakteristik data sebelum dilakukan pemodelan. Selanjutnya, penentuan parameter *autoregressive* (p), *differencing* (d), dan *moving average* (q) dilakukan secara otomatis menggunakan metode *Auto ARIMA* pada pustaka *pmdarima*. Metode ini memilih kombinasi parameter terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil sehingga model yang diperoleh lebih optimal. Setelah parameter terbaik diperoleh, model ARIMA dilatih menggunakan data latih untuk menangkap pola tren yang terdapat pada data. Model yang telah terbentuk kemudian digunakan untuk menghasilkan prediksi komponen tren pada data pengujian yang selanjutnya diintegrasikan dengan hasil prediksi komponen musiman dan residual dalam model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM.

#### b. Pembuatan Model *Exponential Smoothing* (ES)

Model *Exponential Smoothing* digunakan untuk memodelkan komponen musiman hasil dekomposisi STL karena mampu menangkap pola musiman yang

berulang pada data deret waktu. Model dibangun menggunakan komponen musiman aditif dengan periode musiman 365 hari, sedangkan parameter *smoothing* diestimasi secara otomatis melalui proses optimasi pada pustaka *statsmodels* untuk memperoleh model terbaik berdasarkan data latih. Setelah proses pelatihan selesai, model digunakan untuk menghasilkan prediksi komponen musiman pada data uji yang selanjutnya diintegrasikan dengan prediksi komponen tren dan residual dalam model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM.

### c. Pembuatan Model LSTM

Model LSTM digunakan untuk memodelkan komponen residual hasil dekomposisi STL yang masih mengandung pola nonlinier. Sebelum proses pelatihan, data residual serta variabel suhu dan kelembapan dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max Scaling* agar memiliki skala yang seragam. Data kemudian dibentuk menjadi *sequence* menggunakan teknik *sliding window* sehingga model dapat mempelajari pola temporal dari observasi sebelumnya. Arsitektur model terdiri atas lapisan LSTM yang dilengkapi *Dropout*, dan *Dense layer*. Pelatihan dilakukan menggunakan optimizer Adam dan fungsi kehilangan *Mean Squared Error* (MSE), serta menerapkan *Early Stopping* untuk mencegah *overfitting*. Model yang telah terlatih selanjutnya digunakan untuk menghasilkan prediksi komponen residual pada data uji.

### 3.4.5 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk menilai kinerja peramalan model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM dengan membandingkan hasil prediksi terhadap data aktual pada data uji. Pengukuran performa menggunakan tiga metrik evaluasi, yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). RMSE digunakan untuk mengukur besarnya kesalahan prediksi dengan memberikan penalti lebih besar pada error yang tinggi, MAE mengukur rata-rata kesalahan absolut dalam satuan asli data, sedangkan MAPE mengukur tingkat kesalahan dalam bentuk persentase. Semakin kecil nilai RMSE, MAE, dan MAPE yang diperoleh, semakin baik kemampuan model dalam menghasilkan prediksi yang akurat.

### 3.4.6 Prediksi

Model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM yang telah melalui tahap pelatihan dan validasi selanjutnya digunakan untuk memprediksi harga bawang merah selama dua tahun ke depan berdasarkan data harga bawang merah pada periode terakhir yang tersedia. Rentang prediksi tersebut dipilih untuk memberikan gambaran proyeksi jangka menengah yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan strategis produksi dan distribusi bawang merah di Jawa Timur. Hasil prediksi yang dihasilkan oleh masing-masing komponen model kemudian direkonstruksi guna memperoleh nilai prediksi akhir harga bawang merah berdasarkan persamaan yang digunakan.

### 3.4.7 Deployment

Sistem yang dikembangkan berupa aplikasi web untuk prediksi harga bawang merah yang mengimplementasikan model *hybrid* ARIMA-ES-LSTM dan menyajikan hasil prediksi dalam bentuk visualisasi grafik *time series*. Sistem terdiri dari *frontend*, *backend*, dan *database* yang saling terintegrasi. *Backend* dibangun menggunakan *Flask* untuk melakukan pengolahan data, menjalankan model prediksi, dan menyediakan *RESTful API*. *Frontend* dikembangkan menggunakan *Laravel* sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data historis, hasil prediksi, serta grafik visualisasi secara interaktif. Sementara itu, *MySQL* digunakan sebagai basis data untuk menyimpan data harga bawang merah, data cuaca, dan hasil prediksi sehingga pengelolaan data dapat dilakukan secara terpusat dan efisien.