

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki luas wilayah dengan luas sebesar 5.193.250 km² mencakup daratan dan lautan. Luas daratan Indonesia mencapai 1.919.440 km² yang terdiri dari 17.508 pulau dan luas lautan sekitar 3.273.810 km² yang menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi[1]. Keanekaragaman hayati pertanian merupakan bagian dari keanekaragaman hayati yang mencakup berbagai bentuk kehidupan yang berkaitan langsung dengan aktivitas pertanian seperti tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Selain itu, Indonesia juga dikenal sebagai negara agraris karena lebih dari 50% mata pencaharian masyarakat Indonesia berasal dari sektor pertanian[2].

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam perekonomian nasional serta keberlangsungan hidup masyarakat. Sektor ini terdiri dari berbagai subsektor antara lain subsektor tanaman pangan, hortikultura, perikanan, peternakan, serta kehutanan[3]. Sektor pertanian memberikan kontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), menciptakan lapangan kerja bagi sebagian penduduk terutama di wilayah pedesaan, dan pemenuhan kebutuhan pangan domestik yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi[4]. Menurut BPS, kontribusi pertanian terhadap PDB sebesar 12.40% dan berada di peringkat kelima sebagai penyumbang PDB terbesar[5].

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu daerah dengan produksi pertanian terbesar di Indonesia sekaligus penyumbang terbesar ketiga terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), sehingga sektor ini memiliki peran yang sangat penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di provinsi tersebut[6]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan memberikan kontribusi sebesar 11.04% terhadap perekonomian Jawa Timur[6]. Kontribusi ini menunjukkan betapa vitalnya sektor ini bagi perekonomian daerah. Selain berperan penting dalam PDRB, sektor ini juga menjadi sumber utama penyerapan tenaga kerja. Data Survei Angkatan Kerja Nasional mencatat bahwa

sekitar 7.15 juta orang atau 31.49% dari total penduduk bekerja di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan[7].

Petani merupakan bagian dari masyarakat Indonesia yang memiliki peran sebagai aktor utama dalam pembangunan pertanian. Namun, tingkat kemiskinan di kalangan petani masih menjadi masalah serius yang perlu segera ditangani. Menurut BPS, jumlah penduduk miskin di Jawa Timur yang bekerja di sektor informal sebagian besar berada di bidang pertanian, kehutanan, dan perikanan, dengan persentase sebesar 58.15%[8]. Jumlah penduduk miskin yang bekerja di bidang pertanian, kehutanan, dan perikanan di wilayah perkotaan sebesar 43.24%, sedangkan di wilayah pedesaan angkanya mencapai 67.44%[8]. Oleh karena itu, meningkatkan kesejahteraan petani harus menjadi prioritas utama pemerintah untuk memastikan keberhasilan pembangunan pertanian yang berkelanjutan.

Salah satu alat ukur yang menggambarkan tingkat kesejahteraan petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP). NTP merupakan rasio yang membandingkan indeks harga yang diterima oleh petani dengan indeks harga yang dibayarkan oleh petani[9]. Indeks ini menjadi alat ukur yang sangat berguna dalam memahami keseimbangan ekonomi petani, karena mencakup berbagai aspek yang mempengaruhi daya beli dan kesejahteraan petani secara keseluruhan. Semakin tinggi NTP maka semakin baik pula tingkat kesejahteraan petani. NTP yang meningkat menunjukkan bahwa petani memiliki daya beli yang lebih besar, baik untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari maupun untuk keperluan produksi pertanian[10].

Data Badan Pusat Statistik mencatat bahwa pada September 2024, NTP di Jawa Timur turun sebesar 0.33% dari 111,98 menjadi 111,61. Angka ini merupakan yang terendah dibandingkan dengan provinsi lain di Pulau Jawa pada periode yang sama[11]. Secara historis, NTP Jawa Timur selama periode 2014–2024 mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu[11]. Fluktuasi NTP mengindikasikan ketidakstabilan harga komoditas pertanian, yang berdampak pada pendapatan petani dan keberlanjutan sektor pertanian. Meskipun fluktuasi merupakan bagian dari dinamika ekonomi, kecenderungan tren penurunan NTP perlu dicermati sebagai indikator potensi ketidakseimbangan antara biaya produksi dan harga jual[12]. Penyebab utama penurunan NTP yaitu tingginya biaya produksi seperti harga bahan

pokok, transportasi, dan input pertanian yang terus meningkat. Sedangkan, harga jual produk pertanian tidak sebanding dengan kenaikan biaya produksi. Akibatnya, petani kesulitan membeli barang kebutuhan sehari-hari, memenuhi kebutuhan pendidikan dan kesehatan keluarga petani[12].

Permasalahan fluktuasi serta kecenderungan penurunan NTP perlu memperoleh perhatian serius karena dapat berdampak pada kesejahteraan petani dan keberlanjutan sektor pertanian. Tanpa adanya upaya penanganan yang memadai, ketidakseimbangan antara biaya produksi dan harga jual komoditas pertanian dikhawatirkan akan semakin memburuk. Oleh karena itu, prediksi terhadap perkembangan Nilai Tukar Petani (NTP) menjadi langkah strategis dalam upaya antisipatif. Melalui model prediksi yang tepat, pemerintah dan pemangku kepentingan dapat memperoleh gambaran mengenai arah pergerakan NTP di masa mendatang, sehingga kebijakan dan intervensi yang dirumuskan dapat lebih terarah, seperti pengendalian biaya produksi dan stabilisasi harga hasil pertanian.

Prediksi merupakan proses memperkirakan kemungkinan kejadian di masa depan berdasarkan informasi dari masa lalu dan kondisi saat ini, dengan tujuan mengurangi kesalahan antara hasil perkiraan dan kenyataan yang terjadi[13]. Prediksi bertujuan untuk memberikan estimasi yang mendekati kejadian di masa depan[13]. Untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat, diperlukan pendekatan metode yang tepat. Pendekatan metode ini sangat penting karena setiap metode memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangkap pola, tren, atau perubahan pada data historis[14]. Dengan metode yang sesuai, pola dari data historis dapat dianalisis lebih mendalam sehingga membantu memprediksi perubahan di masa depan dengan lebih akurat[15].

Terdapat beberapa pola data *time series* antara lain pola data horizontal, pola data musiman, pola data siklis dan pola data *trend*[16]. Pola data Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Timur menunjukkan adanya kecenderungan tren jangka panjang yang berfluktuasi, disertai dengan pola musiman yang berulang secara konsisten setiap tahun[11]. Untuk menangani karakteristik data tersebut, diperlukan metode peramalan yang mampu mengakomodasi komponen tren maupun musiman. *Holt's Double Exponential Smoothing* (DES) merupakan metode yang cocok untuk data berpola tren, dengan dua parameter utama yaitu alpha (α) untuk level dan beta

(β) untuk tren[17]. Namun, pada data yang juga mengandung unsur musiman, *Holt-Winters Exponential Smoothing* lebih sesuai karena menambahkan parameter *gamma* (γ) untuk komponen musiman[18]. Penentuan nilai parameter α , β , dan γ umumnya dilakukan melalui proses *trial and error*, yang memerlukan waktu dan iterasi yang cukup panjang karena tidak terdapat aturan baku dalam menemukan kombinasi parameter yang optimal[19].

Pemilihan parameter menggunakan metode *trial and error* dalam *Exponential Smoothing* memerlukan waktu yang cukup lama, karena proses ini melibatkan pencarian kombinasi nilai yang optimal untuk menentukan parameter yang tepat[20]. Untuk mengatasi keterbatasan proses *trial and error* dalam menentukan parameter optimal, algoritma *Levenberg-Marquardt* digunakan sebagai pendekatan optimasi yang efisien. Algoritma ini merupakan metode berbasis *Gauss-Newton* yang dikenal cepat dan akurat dalam meminimalkan jumlah kuadrat residual terboboti antara data aktual dan fungsi kurva yang diestimasi, sehingga dapat mencapai kesalahan prediksi minimum secara lebih efektif[21]. Proses optimasi dimulai dengan pemberian nilai awal secara acak untuk parameter α , β , dan γ yang masing-masing digunakan untuk memperbarui level, tren, dan komponen musiman[22]. Ketiga parameter ini dioptimalkan secara bersamaan untuk meningkatkan akurasi peramalan dan mengurangi tingkat kesalahan prediksi[23]. Akurasi metode ini dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang menghitung rata-rata persentase kesalahan absolut (APE) di setiap periode[24].

Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk memprediksi Nilai Tukar Petani. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Razi, dkk [25] penelitian ini berfokus pada Peramalan Nilai Tukar Petani Provinsi Aceh menggunakan metode *Double Exponential* dua parameter *Holt* dan *Holt -Winter Additiv*. Penelitian ini menyatakan bahwa metode *DES-Holt* memiliki nilai RSME, MAPE dan MPE yang lebih kecil dibandingkan metode *Holt -Winter Additiv*, dengan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 3.413201, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2.85835, dan nilai *Mean Percentage Error* (MPE) sebesar -0.5980113. Akan tetapi, proses pemilihan parameter pada metode *Exponential Smoothing* menggunakan pendekatan *trial and error* membutuhkan

waktu yang cukup lama, karena melibatkan pencarian kombinasi nilai optimal untuk menetapkan parameter yang sesuai. Maka diperlukan sebuah algoritma yang dapat mengoptimalkan nilai parameter α , β , dan γ .

Pada penelitian Putri, dkk[23] telah memperkenalkan pendekatan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* dengan optimasi *Levenberg-Marquardt*, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode B-WEMA dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* memberikan prediksi harga saham yang lebih akurat, dengan nilai MSE sebesar 3.619 dan MAPE sebesar 1.99%, yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan metode B-WEMA tanpa optimasi. Penelitian lainnya, menggunakan metode *Brown's Double Exponential Smoothing*(B-Des) Dan *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-Wema) Menggunakan Optimasi *Levenberg-Marquardt*[21], hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan optimasi *Levenberg-Marquardt* pada kedua metode ini menghasilkan parameter optimal untuk data jumlah wisatawan nusantara, yaitu 0.22 untuk metode B-DES dan 0.22 untuk metode B-WEMA. Metode B-WEMA memiliki nilai MAPE out sample terkecil untuk wisatawan nusantara sebesar 16.26515% dibanding B-DES 16.26516%, sementara untuk wisatawan mancanegara, kedua metode memiliki MAPE yang sama yaitu 23.61278%. Berdasarkan penelitian terdahulu, metode prediksi yang disertai proses optimasi terbukti menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode tanpa optimasi.

Berdasarkan permasalahan dan metode yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan efektivitas dua metode peramalan time series, yakni *Holt's Double Exponential Smoothing (DES)* dan *Holt-Winters Exponential Smoothing*, yang masing-masing dioptimasi menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt* dalam memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Jawa Timur. Pemilihan kedua metode tersebut didasarkan pada karakteristik data NTP yang menunjukkan pola tren dan musiman. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan algoritma *Levenberg-Marquardt* sebagai pendekatan sistematis untuk mengoptimalkan parameter (α , β , dan γ), menggantikan metode *trial and error* yang umum digunakan pada studi sebelumnya. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi metode mana yang

memberikan hasil peramalan yang lebih akurat terhadap fluktuasi NTP. Dengan pemodelan yang lebih akurat, pihak terkait dapat memiliki gambaran yang lebih jelas tentang kondisi NTP di masa depan, sehingga dapat mempersiapkan langkah-langkah pencegahan yang diperlukan apabila NTP menunjukkan potensi penurunan dibandingkan dengan periode sebelumnya. Untuk mendukung implementasi prediksi ini, penulis mengembangkan aplikasi berbasis GUI guna membantu pemerintah dalam pemantauan dan analisis NTP secara lebih efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik data Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2014-2024 yang akan digunakan dalam prediksi NTP di Jawa Timur?
2. Bagaimana model *Holt's Double Exponential Smoothing* dan *Holt-Winters* digunakan untuk memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Timur dengan menggunakan parameter *default* maupun parameter yang telah dioptimasi menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt*?
3. Bagaimana performa model *Holt's Double Exponential Smoothing* dan *Holt-Winters* dengan parameter *default* dan parameter yang dioptimasi menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt* dalam memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Timur berdasarkan evaluasi *Mean Absolute Percentage Error*?
4. Bagaimana hasil prediksi Nilai Tukar Petani di Provinsi Jawa Timur untuk periode tiga bulan mendatang?
5. Bagaimana penerapan antarmuka pengguna (GUI) untuk mempermudah akses, visualisasi, dan interpretasi hasil prediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Timur oleh pengguna?

1.3. Batasan Masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Nilai Tukar Petani di Provinsi Jawa Timur yang diperoleh dari situs web Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Data ini mencakup 132 entri dan terdiri dari variabel X berupa Nilai Tukar Petani.
2. Penelitian ini berfokus pada prediksi Nilai Tukar Petani di Provinsi Jawa Timur menggunakan data periode 2014-2024. Model prediksi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Holt Double Exponential Smoothing* dan *Holt-Winters* dengan optimasi menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt*.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Timur dengan mengimplementasikan metode *Holt Double Exponential Smoothing* dan *Holt-Winters* yang dioptimalkan menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt*.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang sudah dijabarkan, maka diharapkan manfaat penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah dalam bidang peramalan *time series*, khususnya terkait penerapan algoritma *Levenberg-Marquardt* untuk optimasi parameter pada metode *Holt's Double Exponential Smoothing* dan *Holt-Winters* dalam memprediksi data ekonomi seperti Nilai Tukar Petani (NTP).

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat memberikan dukungan bagi pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan yang lebih tepat berdasarkan hasil prediksi NTP yang lebih akurat, serta menyediakan aplikasi berbasis GUI untuk membantu proses monitoring dan analisis secara berkala.

3. Manfaat bagi Penulis

Penelitian ini memberikan pengalaman langsung dalam mengintegrasikan metode statistik dan algoritma optimasi dalam pemodelan data riil, serta menjadi sarana pengembangan keterampilan dalam analisis data, pemrograman, dan penyusunan karya ilmiah.