

Penerapan Metode Neural Network Berbasis Web Dalam Prediksi Harga Telur Ayam

Febiansyah Annaufal Ahnaf Fauzi*, Sri Wulandari, Donny Avianto

Fakultas Sains & Teknologi, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹*febiansyah84@gmail.com, ²sri.wulandari@staff.uty.ac.id, ³donny@uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: febiansyah84@gmail.com

Abstrak—Permintaan akan konsumsi protein hewani semakin meningkat sejalan dengan perkembangan dan pertumbuhan industri peternakan yang terus berkembang. Telur ayam menjadi salah satu pilihan sebagai sumber protein karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya yang terjangkau. Namun, di Provinsi Yogyakarta mengalami fluktuasi harga telur yang tidak stabil, yang ditunjukkan dengan ketidakseimbangan antara tingginya permintaan dan produksi yang terbatas. Untuk mengatasi tantangan ini, penulis mengembangkan penggunaan metode Neural Network Backpropagation untuk memprediksi harga telur ayam. Pemilihan metode ini didasarkan pada reputasinya dalam memberikan prediksi yang akurat dalam kasus ini. Implementasi metode ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 85%, yang memberikan peternak salah satu alat yang berguna untuk mengelola risiko dan merencanakan produksi mereka dengan lebih baik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan peranan penting yang signifikan bagi industri peternakan, dengan memberikan peternak alat yang berguna untuk mengelola risiko dan merencanakan kegiatan produksi mereka. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan suatu pemahaman yang lebih baik tentang perilaku pasar bagi para pemangku kepentingan di Provinsi Yogyakarta dan masyarakat luas. Dengan demikian, diharapkan upaya ini tidak hanya akan meningkatkan keberlanjutan ekonomi lokal tetapi juga akan memajukan industri peternakan secara keseluruhan. Dengan adanya hasil penelitian ini, para peternak diharapkan dapat mengoptimalkan strategi mereka dalam menyesuaikan produksi dengan permintaan pasar yang fluktuatif. Selain itu, pemangku kepentingan di Provinsi Yogyakarta dapat menggunakan informasi ini untuk mengembangkan kebijakan yang lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan sektor peternakan khususnya pada peternakan telur ayam.

Kata Kunci: Prediksi; Harga; Telur Ayam; Neural Network; Backpropagation

Abstract—The demand for animal protein consumption is increasing in line with the development and growth of the livestock industry. Chicken eggs are one of the choices as a source of protein due to their abundant availability and affordable price. However, Yogyakarta Province experiences unstable egg price fluctuations, as indicated by the imbalance between high demand and limited production. To overcome this challenge, the authors developed the use of the Neural Network Backpropagation method to predict chicken egg prices. The selection of this method is based on its reputation for providing accurate predictions in this case. The implementation of this method resulted in an accuracy rate of 85%, which provides farmers with one of the useful tools to better manage risks and plan their production. This research is expected to make a significant contribution to the livestock industry, by providing farmers with a useful tool to manage risks and plan their production activities. In addition, this research is also expected to provide a better understanding of market behavior for stakeholders in Yogyakarta Province and the wider community. Thus, it is expected that this effort will not only improve the sustainability of the local economy but will also advance the livestock industry as a whole. With the results of this study, farmers are expected to optimize their strategies in adjusting production to the fluctuating market demand. In addition, stakeholders in Yogyakarta Province can use this information to develop more effective policies to support the growth of the livestock sector, especially in chicken egg farming.

Keywords: Prediction; Price; Chicken Egg; Neural Network; Backpropagation

1. PENDAHULUAN

Manusia merupakan ciptaan makhluk yang sempurna menurut kehendak Allah SWT. Sebagai makhluk mulia di dunia ini, manusia diharapkan untuk menjauhi perilaku tercela dan mengikuti ketentuan yang telah ditetapkan oleh Allah SWT. Sebaliknya, manusia dituntut untuk bersosialisasi, berinteraksi, berkomunikasi, bekerja sama, dan bersaing dalam melakukan kebaikan dengan sesama manusia. Tuntutan ini mendorong manusia saling bergantung satu sama lain untuk menjaga kelangsungan hidup sehari-hari dan menciptakan interaksi sosial yang positif [1]. Pada intinya, manusia tidak akan mampu memenuhi kebutuhan oleh dirinya sendiri. Hal ini mengharuskan manusia untuk melakukan suatu pekerjaan yang berbeda, seperti dengan bertani, bekerja di pemerintahan, berdagang, nelayan, dan pekerjaan lainnya. Dengan bekerja sebagai pedagang, maka pekerjaan tersebut akan selalu dikaitkan dengan yang namanya proses jual beli. Jual beli adalah suatu pertukaran barang antara dua orang atau lebih yang bersedia menukarkan barangnya dengan barang orang lain. Dalam praktiknya, kegiatan jual beli tersebut dapat dilakukan di tempat umum, salah satu contohnya di pasar. Pasar merupakan suatu tempat berkumpulnya orang-orang dalam melakukan kegiatan transaksi jual beli. Masyarakat pengunjung pasar melakukan pembelian untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari mereka, seperti membeli sembako. Penjual makanan saji, pembuat kue, dan kebutuhan konsumsi pribadi menjadikan telur sebagai salah satu bahan makanan pokok dari kebanyakan Masyarakat yang hampir setiap hari membutuhkannya [2]. Penjual makanan, pembuat kue, dan kebutuhan konsumsi pribadi menjadikan telur sebagai salah satu bahan makanan pokok dari kebanyakan Masyarakat hampir setiap hari membutuhkannya. Masyarakat memilih menggunakan telur karena merupakan salah satu sumber gizi dan protein hewani yang dibutuhkan oleh tubuh. Telur juga dikenal sebagai bahan makanan dengan kandungan gizi tinggi dan harga murah. Telur memiliki kandungan zat gizi seperti lemak, vitamin, dan mineral. Salah satu alasan dibalik meningkatnya permintaan konsumsi makanan yang mengandung protein hewani oleh manusia adalah peningkatan populasi dan kemajuan peternakan.

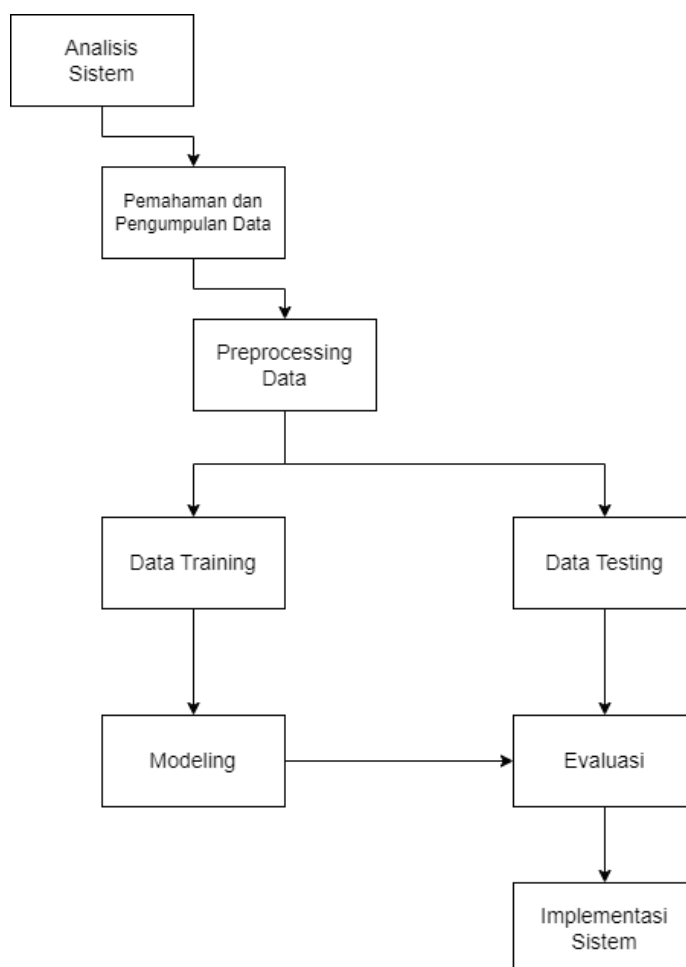
Permintaan masyarakat akan telur ayam terlalu tinggi menyebabkan harga semakin tinggi karena para peternak tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Tidak hanya kebutuhan ayam yang terlalu tinggi, ketidakstabilan harga telur dapat disebabkan dari pemangkasan populasi ayam peternak. Faktor-faktor tersebut yang menyebabkan terjadinya fluktuasi harga yang mempengaruhi kestabilan harga dan dapat mengakibatkan kerugian bagi produsen maupun konsumen. Salah satu langkah untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membuat sistem prediksi harga yang mampu memprediksi harga telur di masa yang akan datang dan diharapkan mampu meminimalkan fluktuasi harga dengan akurat. Sistem yang dibuat menggunakan Algoritma Machine Learning menggunakan metode Neural Network (NN) Backpropagation. Alasan penggunaan metode tersebut karena Neural Network (NN) merupakan algoritma machine learning yang digunakan untuk penelitian yang menarik dan umum digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan di berbagai bidang kehidupan.

Penelitian ini memuat penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul dan isi penelitian yang dilakukan penulis. Penelitian oleh D. Saputra dkk., membahas bagaimana melakukan proses perhitungan prediksi harga bahan pangan tahun 2016 sampai 2019 dengan hasil prediksi harga pada tahun 2020 dan 2021, sehingga dapat mewujudkan prediksi yang akurat berdasarkan harga bahan pangan tahun sebelumnya. Hasil yang penelitian tersebut mendapatkan akurasi prediksi sebesar 70% [3]. Penelitian yang dilakukan oleh J. Veri dkk. Penelitian tersebut membahas bagaimana proses melakukan prediksi harga minyak mentah di Indonesia berdasarkan data pada tahun 2018 sampai 2020 yang nanti bertujuan untuk memprediksi harga minyak pada tahun 2021. Hasil akhir dari aplikasi tersebut berupa prediksi harga minyak mentah di tahun 2021 yang digunakan untuk perencanaan pengambilan keputusan apa yang akan terjadi ke depannya bagi pengusaha dan konsumen. Hasil akurasi prediksi dari model yang dihasilkan sebesar 83,6%[4]. Penelitian F. Bachtiar, Penelitian tersebut membahas bagaimana melakukan prediksi harga emas menggunakan algoritma backpropagation. Hasil dari aplikasi ini dapat memprediksi harga emas ke depannya dengan akurat. Dan dapat memberikan pertimbangan para investor emas dalam mengambil kebijakan ke depannya. Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan sebanyak 105 data dengan hasil akurasi sebesar 98.33% dengan parameter masukan node 8, node hidden 5, target error 0.0001, dan learning rate 0.5[5]. Penelitian yang dilakukan oleh I.N People dkk. Penelitian tersebut membahas bagaimana memperkirakan harga pangan di desa Palu untuk mengurangi dampak ketidakpastian harga komoditi pangan yang akan berdampak pada perekonomian di Kota Palu. Hasil prediksi harga untuk komoditi pangan sebesar 97,92% dan persentase kesalahan sebesar 2,08% [6]. Penelitian oleh Natasya dkk., membahas bagaimana melakukan prediksi harga beras akibat dari kenaikan harga beras akhir-akhir ini. Hasil dari aplikasi ini dapat berguna untuk memprediksi harga beras yang akan datang dengan mengenali kejadian dimasa lampau, sehingga membuat masing-masing orang dapat mempersiapkan diri dari segala sesuatu di depannya nanti. Tingkat akurasi dari prediksi data latih dari tahun 2010-2015 mencapai 0.54467% dan hasil akurasi dari prediksi pada data uji dari tahun 2015-2020 mencapai 0,44262% [7]. Penelitian oleh M. Fajar dkk., membahas bagaimana memprediksi penjualan sepeda motor Yamaha di kota Siantar dengan menerapkan metode Backpropagation. Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan mampu menjadi data prediksi penjualan dimasa yang akan datang. Penelitian menggunakan data penjualan sepeda motor tahun 2018-2020. Tingkat akurasi terbaik dari penelitian ini adalah dengan arsitektur jaringan 2-3-1, data latih mencapai 90% dan tingkat akurasi pada data testing sebesar 80% [8]. Penelitian yang dilakukan oleh D. Marpaung dkk. Penelitian ini membahas prediksi produktivitas kelapa sawit di Desa Dolok Sinumbah dengan menerapkan algoritma Backpropagation. Tujuan dari penelitian ini diharapkan akan menjadi pengetahuan bagi pihak yang bersangkutan (perusahaan) untuk memaksimalkan kinerja dan mampu memberikan kebijakan yang berguna untuk meningkatkan produktivitas produksi kelapa sawit. Hasil terbaik dari penelitian ini menggunakan arsitektur jaringan 3-15-1 dengan tingkat akurasi 92% [9].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan sebuah metode penelitian *waterfall*. Metode ini merupakan suatu metode yang biasa digunakan dalam pengembangan perangkat lunak yang menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan, di mana setiap tahapan dalam proses pengembangan dilaksanakan secara urut dan terstruktur. Dalam pendekatan ini, tahapan-tahapan seperti analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan dijalankan secara berurutan, dengan satu tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum memasuki tahap berikutnya. Dengan pendekatan ini, setiap langkah dalam pengembangan perangkat lunak diarahkan untuk menyelesaikan tugas-tugas yang spesifik, sehingga memastikan bahwa proyek berjalan dengan teratur dan terdokumentasi dengan baik sebelum melanjutkan ke langkah selanjutnya [10]. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Pertama tahap analisis sistem. Kedua pemahaman dan pengumpulan data yang akan digunakan. Yang ketiga tahap preprocessing data dengan melakukan normalisasi data. Keempat melakukan split data menjadi data training dan data testing. Kelima hasil dari split data, data training akan dilakukan proses pembelajaran dan modeling. Keenam data testing digunakan untuk melakukan prediksi berdasarkan hasil modeling pada data training. Terakhir implementasi sistem dengan membuat website.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pada gambar 1 merupakan tahapan metode waterfall yang digunakan dalam penelitian. Dalam metode *waterfall* yang digunakan, terdapat beberapa tahapan dalam pengembangan aplikasi. Tahapan pertama yang dilakukan yaitu Analisis Sistem, tahap ini merupakan proses analisa penyebab fluktuasi harga dan solusi sistem untuk mengurangi atau mencegah fluktuasi harga telur ayam. Tahapan kedua dalam penelitian yaitu pemahaman dan pengumpulan data. Pada tahap ini penulis akan mencari dan mengumpulkan data harga telur ayam, serta pemahaman terhadap data yang telah diperoleh. Tahapan ketiga yaitu preprocessing data. Tahap ini merupakan pembersihan data yang akan digunakan pada proses yang selanjutnya. Tahap keempat merupakan proses split atau pembagian data. Data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data training dan data testing. Tahap kelima merupakan tahapan modeling menggunakan *Neural Network Backpropagation*. Tahap keenam yaitu melakukan evaluasi terhadap proses modeling dan prediksi. Tahap terakhir yaitu implementasi sistem berbasis *Website*.

2.1.1 Analisis Sistem

Pada tahap analisis sistem, peneliti melakukan evaluasi terhadap sistem yang diusulkan untuk menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi dan memastikan kinerjanya optimal, serta mempersiapkan alat yang diperlukan untuk implementasinya. Dalam tahap ini, peneliti menganalisis penyebab fluktuasi harga telur ayam dalam sistem yang sudah berjalan. Tujuannya adalah untuk mengenali kebutuhan yang dapat dimasukkan ke dalam sistem yang sedang dibangun dan mengevaluasi kelemahan yang ada dalam sistem yang telah ada sebelumnya. Selanjutnya, penulis akan menganalisis sistem baru atau sistem yang diusulkan dengan melakukan prediksi harga telur ayam untuk mencegah dan mengurangi fluktuasi harga. Kegiatan analisis sistem baru ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman penelitian dan mengembangkan model prediksi harga telur ayam. Proses tersebut melibatkan merumuskan masalah, menetapkan batasan ruang lingkup penelitian, dan menetapkan tujuan penelitian. Selanjutnya, proses dilanjutkan dengan pemahaman yang lebih mendalam terhadap data, di mana peneliti mengidentifikasi masalah kualitas data serta menemukan bagian data yang menarik yang dapat digunakan untuk membuat hipotesis mengenai informasi yang tersembunyi.

2.1.2 Pemahaman dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini merupakan proses pemahaman dan pengumpulan data final. Pengumpulan dan pemahaman data di awal merupakan langkah yang sangat penting dalam pengelolaan data. Pemahaman data ini menggunakan metode data mining, metode ini digunakan untuk mengekstraksi serta mengumpulkan informasi yang bernilai dari sebuah kumpulan data [11].

Dengan melakukan analisis data, kita dapat mendapatkan berbagai informasi, seperti jumlah total rekaman data, ragam jenis data yang ada, dan jumlah kolom data yang tersedia [12]. Penulis memperoleh data dari website resmi Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Daerah Istimewa Yogyakarta (DPKP DIY) pada tanggal 11 Juni 2023.

2.1.3 Preprocessing Data

Tahap keempat pada penelitian ini adalah preprocessing data. Preprocessing ini bertujuan untuk membersihkan, menormalkan, dan menyiapkan data agar algoritma analisis atau model machine learning dapat mengolahnya dengan lebih efisien. Selama preprocessing, dataset diperlakukan dengan melakukan pembersihan, perbaikan, dan transformasi, tanpa mengubah validitas isi yang terdapat dalam dataset tersebut [13]. Pada penelitian sistem ini menggunakan preprocessing dengan cara menormalisasi data. Data yang ada akan diubah menjadi bernilai antara 0 sampai 1. Berikut rumus normalisasi data yang dilakukan.

$$x^1 = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Rumus 1 merupakan metode normalisasi data yang bernama min-max. Yang dimana x merupakan data asli, x_{min} adalah nilai minimum dataset, adalah x_{max} nilai maximum dataset, dan x^1 merupakan hasil dari normalisasi data.

2.1.4 Split Data (Data Training dan Data Testing)

Tahap penelitian ini merupakan tahap split data. Data tersebut akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu data training dan data testing. Pada data training akan dilakukan proses model pada proses selanjutnya, adapun pada data testing akan digunakan sebagai data yang akan diprediksi.

2.1.5 Modeling Data (Neural Network Backpropagation) Tahap kelima merupakan tahap modeling data. Pembuatan model melibatkan pemilihan teknik dan algoritma yang sesuai untuk mencapai tujuan, serta pembuatan model menggunakan data yang telah disiapkan [14]. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Artificial Neural Network* atau biasanya disebut Jaringan Saraf Tiruan (JST). Jaringan Saraf Tiruan adalah sebuah tiruan jaringan saraf manusia versi sederhana, dengan harapan mesin ataupun komputer mempunyai kemampuan belajar layaknya manusia [15]. Adapun algoritma yang digunakan adalah *Backpropagation*. Algoritma *Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran tingkat lanjut yang dikembangkan oleh aturan perceptron. Apa yang dimodelkan oleh perceptron adalah tahapan dari algoritma jaringan [16]. *Neural Network Backpropagation* berfungsi untuk melakukan pemodelan pada data yang telah melewati tahap preparation atau persiapan.

Algoritma *Backpropagation* terdiri dari dua langkah dalam melakukan perhitungan yaitu perambatan masuk (*forward*) dan perambatan mundur (*backward*) [17]. Langkah-langkah dari proses perambatan maju (*forward*) dan perambatan mundur (*backward*) pada *Neural Network Backpropagation* yaitu sebagai berikut.

a. Perambatan maju (*forward*)

Perhitungan sinyal yang dikirim dari *input layer* ke *hidden layer* (z_{in_j}) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$z_{in_j} = v_{0j} \sum_{i=0}^n x_i v_{ij} \quad (2)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung nilai sinyal input yang diterima oleh neuron di lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Nilai z_{in_j} merupakan hasil penjumlahan dari perkalian antara input x_i dengan bobot v_{ij} . Perhitungan sinyal yang dikirim dari *hidden layer* ke *output layer* (y_{in_k}) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$y_{in_k} = w_{0k} \sum_{j=0}^n z_j w_{jk} \quad (3)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung nilai sinyal input yang diterima oleh neuron di lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Nilai y_{in_k} merupakan hasil penjumlahan dari perkalian antara input z_j dengan bobot w_{jk} .

b. Perambatan mundur (*backward*)

Untuk memperbarui bobot yang menghubungkan antara *output layer* dan *hidden layer* (new_w_{jk}) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\delta_k = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (3)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung kesalahan δ_k pada *output layer*. Kesalahan ini dihitung berdasarkan perbedaan antara nilai target t_k dan output aktual y_k yang telah melalui fungsi aktivasi.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (4)$$

$$new_w_{jk} = old_w_{jk} + \Delta w_{jk} \quad (6)$$

Rumus ini digunakan untuk memperbarui bobot w_{jk} yang menghubungkan neuron pada hidden layer ke output layer. Nilai perubahan bobot Δw_{jk} adalah hasil dari perkalian antara tingkat belajar α , kesalahan δ_k dan output dari hidden layer z_j . Untuk memperbarui bobot yang menghubungkan antara *hidden layer* dan *input layer* new_v_{ij} , dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\delta_{in_k} = \sum_{k=1}^n \delta_k w_{jk} \quad (7)$$

$$\delta_k = z_{in_j} z_j (1 - z_j) \quad (8)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung kesalahan δ_k pada hidden layer. Kesalahan ini dihitung berdasarkan akumulasi kesalahan dari output layer yang dipropagasikan kembali ke hidden layer.

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (9)$$

$$new_v_{ij} = old_v_{ij} + \Delta v_{ij} \quad (10)$$

Rumus ini digunakan untuk memperbarui bobot v_{ij} yang menghubungkan neuron pada input layer ke hidden layer. Nilai perubahan bobot Δv_{ij} adalah hasil dari perkalian antara tingkat belajar α , kesalahan δ_j , dan input x_i .

2.1.6 Evaluasi

Tahap keenam merupakan tahap evaluasi. Evaluasi model merupakan langkah penting dalam mengukur kinerja model yang telah dibuat selama proses pelatihan. Terdapat berbagai metode evaluasi model yang tersedia, yang seringkali tergantung pada jenis tugas yang dijalankan dan informasi apa yang ingin diperoleh [18]. Prediksi dilakukan dengan menggunakan model terpilih yaitu model yang memiliki nilai ukuran kesalahan terkecil pada tahap pelatihan dan pengujian [19]. Pengukuran error dan akurasi yang dilakukan, penulis menggunakan metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE adalah nilai rata-rata dari kesalahan mutlak selama periode tertentu yang dikalikan dengan 100% supaya mendapatkan hasil secara persentase dan digunakan jika ukuran variabel yang diramalkan atau diprediksi sangat menentukan akurasi. Nilai MAPE dapat diinterpretasikan ke dalam beberapa ukuran yang berbeda yaitu <10% = sangat baik atau akurat, 10-20% = baik, 20-50% = cukup, >50% = tidak akurat [20]. Langkah-langkah dari proses perhitungan error sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}}{\hat{y}} \right| \times 100\% \quad (11)$$

$$Akurasi = 100\% - MAPE \quad (12)$$

Rumus 11 merupakan rumus penghitungan error menggunakan metode MAPE. Yang dimana y_i adalah nilai prediksi pada periode t , $\hat{y}$ adalah nilai aktual pada periode t , dan n adalah jumlah periode. MAPE memberikan gambaran tentang seberapa besar rata-rata kesalahan prediksi dalam bentuk persentase, dengan nilai yang lebih kecil menunjukkan kinerja prediksi yang lebih baik. Kemudian hasil akurasi diperoleh dari 100% dikurangi dengan hasil MAPE.

2.1.7 Implementasi Sistem

Penelitian yang terakhir yaitu Implementasi sistem berbasis web. Implementasi mengacu pada proses menerapkan solusi atau rancangan yang telah dirancang dan dikembangkan pada tahap sebelumnya menjadi bentuk nyata atau aplikasi yang berfungsi. Ini melibatkan mengkodekan atau membangun sistem berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam fase, desain, dan menguji sistem untuk memastikan bahwa itu memenuhi kebutuhan dan tujuan yang telah ditetapkan. Implementasi juga mencakup penerapan teknologi, alat, dan prosedur yang diperlukan untuk menjalankan sistem dengan efektif. Tahapan ini menjadi krusial dalam siklus penelitian karena mengubah konsep dan desain menjadi produk atau solusi yang dapat dipergunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Sistem

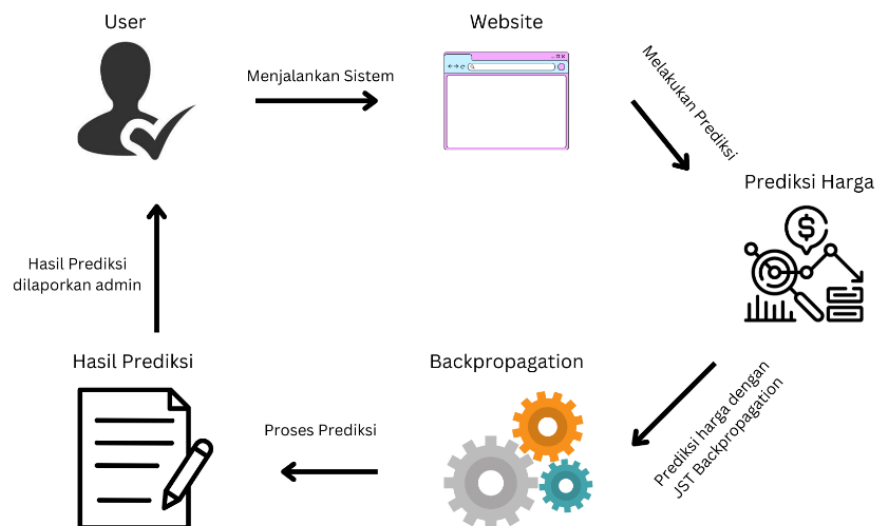
Sistem yang berjalan saat ini beresiko terhadap fluktuasi harga, dikarenakan sistem yang ada tidak adanya prediksi atau peramalan harga telur, sehingga pihak yang terkait tidak dapat mempersiapkan kemungkinan yang akan terjadi pada harga telur yang akan datang. Sistem yang berjalan saat ini berawal peternak memproduksi telur, pihak terkait (peternak, konsumen, pemerintah) hanya menikmati dan mengkonsumsi telur tanpa memprediksi harga telur, akibatnya telur tidak stabil, dan permintaan masyarakat tidak sebanding dengan produksi telur. Berikut gambar alur sistem yang berjalan saat ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem yang berjalan saat ini

Pada Gambar 2, disajikan alur sistem yang sudah ada pada saat ini. Proses dimulai dengan peternak yang memproduksi telur ayam dan menetapkan harga berdasarkan ketersediaan produk. Namun, ketidakseimbangan antara ketersediaan telur ayam dan permintaan masyarakat menyebabkan harga telur ayam menjadi tidak stabil. Penipisan stok telur ayam juga menjadi faktor utama yang memicu fluktuasi harga. Permasalahan ini menunjukkan adanya tantangan dalam menjaga keseimbangan antara produksi dan permintaan telur ayam, serta mengelola pasar agar lebih stabil. Dalam penelitian ini, akan diajukan solusi berbasis prediksi harga menggunakan metode Neural Network Backpropagation untuk membantu mengatasi ketidakstabilan harga telur ayam tersebut.

Dalam menghadapi permasalahan tersebut, peneliti telah merancang sebuah sistem di mana semua stakeholder yang terlibat, termasuk pemerintah, peternak, dan konsumen, dapat melakukan prediksi harga telur ayam di masa mendatang dan mengurangi risiko yang tidak diinginkan. Arsitektur model dari sistem yang baru ini dapat ditemukan pada Gambar 3. Sistem ini bertujuan untuk memberikan akses kepada semua pihak terkait untuk mendapatkan informasi prediksi harga yang akurat dan dapat diandalkan, sehingga mereka dapat mengambil keputusan yang lebih cerdas dalam mengelola harga telur ayam. Dengan demikian, diharapkan stabilitas pasar dapat meningkat dan risiko yang terkait dengan fluktuasi harga dapat diminimalkan.



Gambar 3. Arsitektur model

Pada Gambar 3 menunjukkan sistem yang telah dikembangkan oleh penulis. Sistem ini dimulai ketika pengguna menggunakan aplikasi melalui sebuah website yang telah dibuat. Sistem kemudian akan melakukan prediksi harga telur ayam berdasarkan data yang telah dimasukkan oleh admin ke dalamnya. Proses prediksi ini menggunakan metode *Neural Network Backpropagation*. Hasil prediksi akan disampaikan kembali kepada pengguna setelah proses selesai. Dengan demikian, pengguna dapat memperoleh informasi yang relevan dan dapat diandalkan mengenai estimasi harga telur ayam di masa depan. Ini memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan yang lebih tepat dalam mengelola aspek ekonomi yang berkaitan dengan harga telur ayam.

Dalam pembuatan sistem dan membuat *website* untuk memprediksi harga telur ayam diperlakukan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) pendukung dalam pembuatan sistem. Beberapa perangkat keras yang digunakan untuk membuat sistem sebagai berikut.

1. Processor Intel Core i7-9750H
2. RAM 8192MB

Sedangkan perangkat lunak(*software*) yang diperlukan untuk membuat website prediksi harga telur ayam adalah sebagai berikut.

1. Visual Studio Code
2. Draw.io
3. Canva

3.2 Pemahaman dan Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga telur ayam di Yogyakarta. Pengumpulan dataset dilakukan dengan mengunduh data dari situs web DPKP Provinsi Yogyakarta, yang dapat diakses melalui tautan <https://dpkp.jogjaprov.go.id/harga-pangan/list?ktkm=3> pada tanggal 11 Juni 2023. Dari proses pengumpulan ini, diperoleh 209 data.

Tabel 1. Contoh data yang digunakan

No	Tanggal	Harga
1	09/07/2019	23100
2	09/07/2020	25100
3	13/07/2020	25100
4	16/07/2020	25100
5	23/07/2020	25100
6	07/08/2020	24100
7	10/08/2020	24100
8	26/08/2020	24100
9	31/08/2020	23100
10	03/09/2020	23100

Tabel 1 menyajikan beberapa contoh data yang akan digunakan dalam analisis. Pengumpulan data dari sumber resmi ini memastikan keakuratan dan keandalan informasi yang digunakan dalam pemodelan, serta memberikan gambaran yang representatif tentang fluktuasi harga telur ayam di wilayah tersebut. Dalam data tersebut terdapat 2 atribut yang digunakan, yaitu atribut tanggal dan harga.

3.3 Preprocessing Data

Tahap preprocessing adalah proses persiapan data sebelum digunakan untuk analisis atau pemodelan. Ini melibatkan berbagai langkah seperti membersihkan data (menghapus atau memperbaiki data yang hilang atau rusak), normalisasi (menyesuaikan skala data), transformasi (mengubah format data), dan ekstraksi fitur (mengidentifikasi dan memilih fitur penting dari data). Tujuan preprocessing adalah memastikan data berada dalam kondisi optimal sehingga algoritma analisis atau model machine learning dapat berfungsi lebih efektif dan akurat. Penelitian ini menggunakan 1 tahap normalisasi. Normalisasi tersebut adalah normalisasi min max. Data akan diubah menjadi bernilai antara 0 samapai dengan 1. Berikut beberapa contoh hasil normalisasi yang dilakukan.

Tabel 2. Hasil normalisasi data

Harga Awal	Hasil Normalisasi	Harga
23100	0.34166667	
25100	0.50833333	
25100	0.50833333	
25100	0.50833333	
25100	0.50833333	
24100	0.50833333	
24100	0.50833333	

Tabel 2 merupakan hasil dari normalisasi data menggunakan metode min-mix. Dalam tabel tersebut dijelaskan perbedaan antara harga awal atau harga asli dengan harga yang telah dilakukan normalisasi.

3.4 Split Data

Pada tahap ini, data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu pertama data pelatihan dan kedua data pengujian. Penulis menggunakan dua metode pembagian data dalam eksperimen ini. Metode pertama membagi data dengan rasio 70% untuk pelatihan dan 30% untuk pengujian, sedangkan metode kedua menggunakan rasio 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Pembagian ini bertujuan untuk menentukan seberapa baik model dapat mempelajari pola dari data pelatihan dan seberapa akurat model tersebut dapat memprediksi data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dengan menggunakan dua rasio pembagian yang berbeda, penulis dapat mengevaluasi kinerja model dalam kondisi yang

bervariasi dan memastikan model memiliki generalisasi yang baik yang nantinya akan digunakan dalam proses yang selanjutnya.

3.5 Modeling

Setelah data dipersiapkan, langkah selanjutnya adalah menggunakannya untuk tahap pemodelan. Algoritma yang diterapkan adalah *Neural Network Backpropagation*, yang berfungsi untuk melatih jaringan neural dalam memprediksi harga telur ayam. Model ini dikembangkan menggunakan library *TensorFlow* dan diimplementasikan dengan bahasa pemrograman *Python*, yang menyediakan berbagai alat dan fungsi untuk membangun dan melatih model neural network secara efisien. TensorFlow adalah framework komputasi yang digunakan untuk mengembangkan model pembelajaran mesin. TensorFlow menawarkan berbagai toolkit yang memungkinkan pembuatan model pada berbagai tingkat abstraksi sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, TensorFlow dapat menjalankan grafik komputasi pada berbagai platform perangkat keras seperti CPU, GPU, dan TPU, memungkinkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pelatihan dan penerapan model. Ini membuat TensorFlow sangat populer di kalangan peneliti dan praktisi karena kemampuannya yang luas dalam mengelola dan mengoptimalkan proses pembelajaran mesin [21]. Adapun alasan dalam menggunakan bahasa pemrograman python adalah karena *Python* dikenal sebagai bahasa yang paling sering digunakan dalam bidang *Machine Learning* dan *Deep Learning*. Keunggulan ini disebabkan oleh sintaksisnya yang sederhana dan mudah dipahami, serta dukungan dari komunitas besar. *Library* yang terdapat pada bahasa pemrograman *Python* ini yang menyediakan berbagai alat dan fungsi dalam memudahkan pengembangan, pelatihan, dan penerapan model pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam [22].

3.6 Evaluasi

3.6.1 Evaluasi Model

Sistem yang dihasilkan digunakan untuk melakukan prediksi harga telur ayam yang bertujuan dapat memberikan dampak yang positif dalam mengatasi masalah fluktuasi harga telur ayam yang naik turun dan sulit untuk diprediksi. Pengujian sistem ini dilakukan dengan pembagian data latih dan data uji dengan perbandingan data 70%:30% dan 80%:20%. Pada setiap pengujian, parameter algoritma *Neural Network*, seperti *epoch*, *batch size*, *learning rate*, jumlah neuron, fungsi aktivasi, dan fungsi optimasi yang digunakan terdapat perbedaan. Hasil dari pengujian tersebut sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil percobaan yang dilakukan

Rasio Data		Epoch	Batch Size	Learning Rate	Jumlah Neuron	Fungsi Aktivasi	Fungsi Optimasi	Hasil	
Data Train	Data Test							MAPE	Akurasi
70%	30%	100	25	0,001	100	ReLu	adam	22%	78%
70%	30%	100	25	0,01	100	ReLu	adam	23%	77%
70%	30%	100	50	0,001	100	ReLu	adam	20%	80%
80%	20%	100	25	0,001	100	ReLu	adam	15%	85%
80%	20%	100	25	0,01	100	ReLu	adam	18%	82%
80%	20%	100	50	0,001	100	ReLu	adam	17%	83%

Tabel 3 merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan oleh penulis. Dalam tabel tersebut dijelaskan terdapat beberapa percobaan dalam menentukan hasil akurasi yang terbaik. Pertama penulis menggunakan rasio split data 70% data training 30% data testing dan 80% data training 20% data testing. Kedua penulis menggunakan jumlah epoch yang sama dalam tiap percobaan yang dilakukan. Ketiga, jumlah *Batch size* yang digunakan ada dua, yaitu 25 dan 50. Keempat, learning rate yang digunakan, yaitu 0,001 dan 0,01. Selanjutnya jumlah neuron 100, fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLu, serta fungsi optimasi menggunakan adam. Hasil percobaan yang dilakukan diperoleh akurasi terbaik sebesar 85%.

3.6.2 Evaluasi Prediksi

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil terbaik menggunakan perbandingan data latih 80% dan data uji 20% dengan konfigurasi *Epoch* 100, *Batch Size* 25, *Learning Rate* 25, jumlah neuron 100, fungsi aktivasi ReLu, dan fungsi optimasi adam. Dengan menggunakan model arsitektur terbaik, dilakukan prediksi harga telur ayam dengan memanfaatkan data uji. Tabel 3 merupakan data perbandingan data asli dengan data prediksi.

Tabel 4. Perbandingan hasil prediksi dengan harga asli

Tanggal	Harga	Prediksi	Perbedaan Harga
09/05/2022	27126	26000	1126
13/05/2022	26297	26000	297
19/05/2022	26261	26000	261
23/05/2022	25847	28000	2153
26/05/2022	25970	28000	2030
30/05/2022	26629	28000	1371

02/06/2022	26249	28000	1751
06/06/2022	25034	29000	3966
09/06/2022	23986	28000	4014
13/06/2022	23251	28000	4749

Pada tabel 4 merupakan tabel perbandingan antara data asli dan data prediksi harga telur ayam menggunakan rasio pembagian data 80%:20% dan menggunakan arsitektur terbaik yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya, seperti yang terlihat selisih harga antara data asli dan data prediksi tidak terlalu besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma *Neural Network Backpropagation* bekerja cukup baik dalam memprediksi data.

3.7 Implementasi

Pada tahap implementasi merupakan tahapan proses menerapkan solusi atau rancangan yang telah dirancang dan dikembangkan pada tahap sebelumnya menjadi bentuk nyata atau aplikasi yang berfungsi. Dalam penelitian ini penulis melakukan implementasi sistem menjadi sebuah *Website* prediksi harga telur. Fungsi *Website* yang telah dibuat berdasarkan sistem yang telah dirancang pada proses sebelumnya, yaitu dapat membantu dan memudahkan user dalam melakukan prediksi harga telur ayam.

3.7.1 Website Prediksi Harga Telur

Website Prediksi Telur merupakan sebuah tahapan utama dalam implementasi yang dibangun. Berikut tampilan *Website* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.



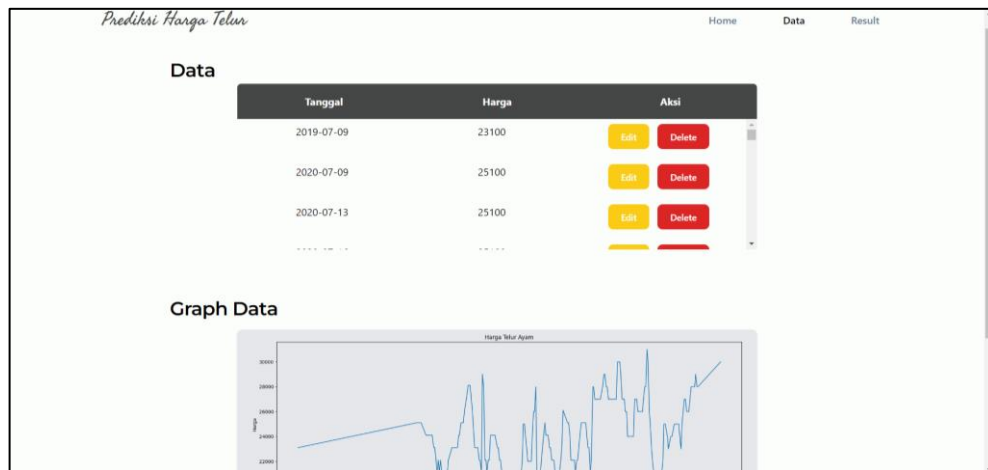
Gambar 4. Tampilan dashboard *Website* prediksi harga telur ayam

Pada Gambar 4 merupakan tampilan dashboard website yang dibuat, yang dimana dalam website tampilan dashboard tersebut terdapat bar navigasi data dan result. Navigasi bar ini berfungsi untuk mempermudah user dalam menggunakan website tersebut. Kemudian pada halaman dashboard terdapat fitur start yang berfungsi sebagai perintah melakukan prediksi tanpa melakukan perubahan data. Apabila sistem telah selesai melakukan prediksi, user akan dibawa pada tampilan berikutnya yaitu tampilan result atau hasil. Tampilan result ini merupakan sebuah tampilan hasil proses prediksi harga telur ayam. Pada tampilan ini terdapat informasi performa dan grafik hasil prediksi yang dilakukan sistem tersebut. Apabila user menginginkan melakukan prediksi harga tanpa melakukan update data, user dapat melakukan start prediksi menggunakan button start. Hasil dari prediksi yang dilakukan, user akan dinavigasikan menuju halaman result. Tampilan halaman result terdapat pada gambar 5.

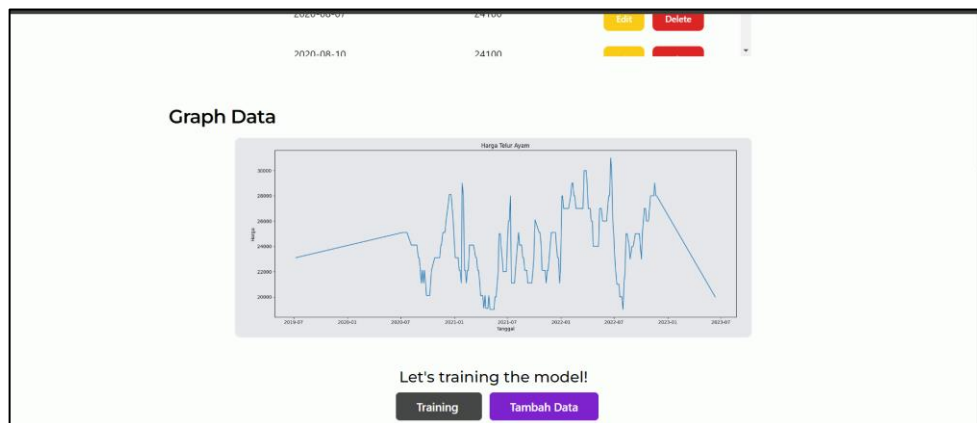


Gambar 5. Tampilan halaman result

Pada Gambar 5 ini merupakan tampilan halaman result, yang dimana halaman ini berisi hasil akurasi yang diperoleh dari proses prediksi yang dilakukan tanpa melakukan update data. Selanjutnya, user dapat melakukan update data pada halaman data yang terdapat pada bar navigasi. Tampilan halaman data sebagai berikut.



Gambar 6a. Halaman data bagian atas



Gambar 6b. Tampilan halaman data bagian bawah

Pada Gambar 6a dan 6b merupakan tampilan halaman data, pada halaman data terdapat sebuah informasi keseluruhan data yang digunakan, serta grafik persebaran data yang dimiliki. Setelah melakukan pengecekan dan melihat grafik data yang dimiliki, user dapat melakukan training dan prediksi dari model yang rancang sebelumnya menggunakan fitur button training. Pada tabel data user dapat melakukan update data dengan button yang disediakan. User yang melakukan update data akan dinavigasikan menuju halaman edit data. Halaman edit data sebagai berikut.

Edit Data

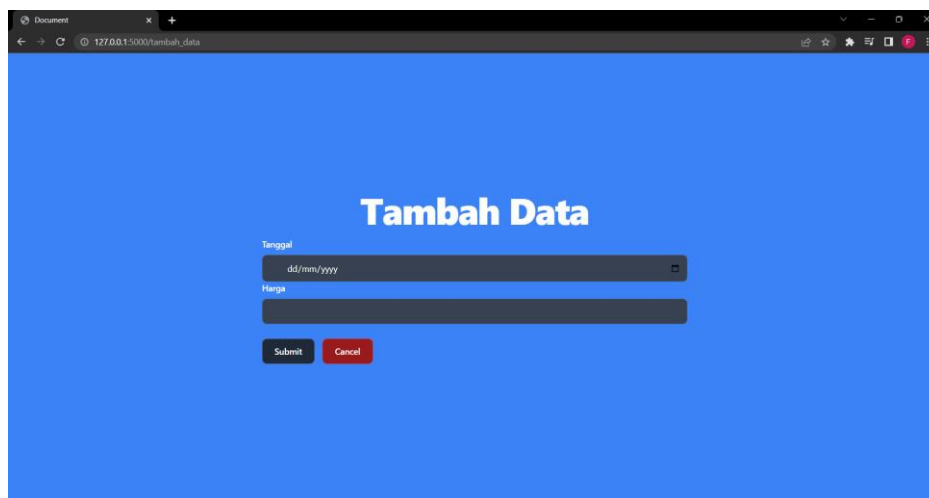
Tanggal: 09/07/2019

Harga: 23100

Submit Cancel

Gambar 7. Tampilan halaman edit data

Pada gambar 7 merupakan tampilan halaman edit data. Pada halaman ini user dapat melakukan edit data pada data yang telah ada, yang dimana user dapat melakukan update tanggal dan harga. User yang telah melakukan edit data dapat melakukan submit data menggunakan button submit, namun apabila user tidak melakukan update data dapat melakukan cancel update data menggunakan button cancel. Selanjutnya, apabila user berkehendak menambahkan data user dapat melakukan penambahan data baru dengan button tambah data. User yang melakukan penambahan data baru akan dinavigasikan menuju halaman tambah data. Tampilan halaman tambah data sebagai berikut.



Gambar 8. Tampilan halaman tambah data

Pada Gambar 8 merupakan tampilan halaman tambah data. User dapat menambahkan data baru sesuai dengan kolom yang disediakan. User dapat menambahkan data tanggal baru dan data harga telur ayam baru. Kolom data baru yang telah diisi dapat dilakukan submit dengan menggunakan button submit, apabila user tidak melakukan penambahan data baru maka, user dapat melakukan cancel penambahan data menggunakan button cancel.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, mulai dari analisis sistem, perancangan, implementasi dan pengujian sistem, diperoleh sebuah kesimpulan bahwa penulis dapat mengembangkan sebuah sistem berbasis *website* prediksi harga telur ayam. Yang dimana sistem tersebut telah berhasil memprediksi harga telur ayam, sehingga dapat membantu dan memberikan dampak positif kepada beberapa pihak terkait dalam mencegah fluktuasi harga telur ayam khususnya di Provinsi Yogyakarta. Dengan demikian, sistem yang telah dikembangkan mempunyai potensi untuk pemahaman pencegahan harga telur ayam dimasa yang akan datang. Hasil pengujian sistem prediksi yang telah diuji pada penelitian ini dengan menggunakan 209 data harga telur ayam di Yogyakarta, didapatkan hasil terbaik yaitu dengan menggunakan perbandingan pembagian data sebesar 80%:20%. Parameter yang digunakan dalam model menghasilkan akurasi terbaik yaitu dengan *Epoch* 100, *Batch Size* 25, *Learning Rate* 0,001, jumlah neuron 100, fungsi aktivasi ReLU, dan fungsi optimasi Adam. Model dengan parameter tersebut mendapatkan nilai MAPE 15%, serta akurasi 85%. Dalam pengembangan sistem yang dilakukan penulis tentunya masih terdapat kekurangan, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat memperbaiki sistem yang telah dibuat dengan menggunakan data dan metode yang terkait. Sistem yang telah dibuat penulis terdapat beberapa bagian kekurangan, adapun saran yang diberikan penulis adalah pertama pada penelitian selanjutnya dapat memperbaiki model, sehingga mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik. Kedua, data yang dimiliki penulis cukup sedikit dan terbatas, akibatnya hasil yang diberikan masih belum maksimal. Ketiga, memperbaiki tampilan *User Interface* yang dapat memudahkan penggunaan sistem yang telah dibuat.

REFERENCES

- [1] S. Paramita Nurhuda and A. Karimah, "Hakikat Manusia Sebagai Makhluk Sosial Dalam Pandangan Islam," *Humaniora dan Seni (JISHS)*, vol. 01, no. 4, pp. 684–690, Jun. 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.minartis.com/index.php/jishs>
- [2] S. Novita, "TINJAUAN HUKUM ISLAM TERHADAP JUAL BELI TELUR AYAM DI RONOWIJAYAN SIMAN PONOROGO," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
- [3] D. Saputra, M. Safii, and M. Fauzan, "Implementasi Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Harga Bahan Pangan," *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, vol. 1, no. 4, pp. 120–129, Oct. 2020.
- [4] J. Veri, I. Artikel, K. Kunci, and A. Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Prediksi ABSTRAK, "Prediksi Harga Minyak Mentah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Crude Oil Price Prediction Using Artificial Neural Network," vol. 21, no. 3, pp. 503–512, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1382.
- [5] F. Bachtiar, "RANCANG BANGUN APLIKASI PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN FEEDFORWARD NEURAL NETWORK DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION," Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 2018. [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/1061>

- [6] I. N. Peole, R. Ratianingsih, dan D. Lusiyan, and P. Studi Matematika Jurusan Matematika, “MENGKAJI PERILAKU HARGA KOMODITI PANGAN DI KOTA PALU MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, vol. 15, no. 1, pp. 58–68, Jun. 2018.
- [7] Natasya, S. Musdalifah, and Andri, “Prediksi Harga Beras Di Tingkat Perdagangan Besar Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation,” *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 18, no. 2, pp. 148–159, Dec. 2021, doi: 10.22487/2540766x.2021.v18.i2.15688.
- [8] M. Fajar and I. Gunawan, “KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Asli Motor Siantar,” *Media Online*, vol. 1, no. 4, pp. 180–186, 2021, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>
- [9] D. Marpaung, S. Sumarno, and I. Gunawan, “Prediksi Produktivitas Kelapa Sawit di PTPN IV dengan Algoritma Backpropagation,” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika & Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 35–41, Oct. 2020, [Online]. Available: <https://djournals.com/index.php/klik>
- [10] H. Kurniawan, W. Apriliah, I. Kurniawan, and D. Firmansyah, “Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Penggajian Pada SMK Bina Karya Karawang,” *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 14, no. 4, pp. 13–23, Jan. 2020, doi: 10.35969/interkom.v14i4.58.
- [11] H. Said, N. Matondang, and H. Nurramdhani Irmanda, “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Memprediksi Kualitas Air Yang Dapat Dikonsumsi Application of K-Nearest Neighbor Algorithm to Predict Consumable Water Quality,” *Techno.COM*, vol. 21, no. 2, pp. 256–267, May 2022, [Online]. Available: <https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/technoc/article/view/5901>
- [12] S. Jesika et al., “Implementasi Model Machine Learning dalam Mengklasifikasi Kualitas Air,” *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, vol. 1, no. 6, pp. 382–396, Dec. 2023, doi: 10.54066/jikma.v1i6.1162.
- [13] F. Putra, H. F. Tahiyat, R. M. Ihsan, R. Rahmadden, and L. Efrizoni, “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Menggunakan Wrapper Sebagai Preprocessing untuk Penentuan Keterangan Berat Badan Manusia,” *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 273–281, Jan. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1085.
- [14] Z. Laila and N. Cahyono, “Estimasi Data Insight Social Media Ads Menggunakan Neural Network, Linear Regression dan Deep Learning,” *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 4, no. 3, p. 562, Mar. 2023, doi: 10.30865/json.v4i3.5451.
- [15] R. Basuki and N. Budi, *PEMROGRAMAN DEEP LEARNING DENGAN PYTHON*. Sidoarjo: Indomedia Pustaka, 2021.
- [16] M. Arhami and M. Nasir, *Data Mining Algoritma dan Implementasi*. Yogyakarta: ANDI, 2020.
- [17] H. Elvaningsih, E. Elisawati, F. Tawakal, and M. Masrizal, “Prediksi Stok Obat Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus: Puskesmas Dumai Barat),” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)*, vol. 3, no. 1, pp. 228–232, Aug. 2021, Accessed: May 13, 2024. [Online]. Available: <https://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/article/view/588>
- [18] I. Daqiqi, *MACHINE LEARNING: Teori, Studi Kasus, dan Implementasi Menggunakan Python*, 1st ed. Riau: UR PRESS, 2021.
- [19] Y. Febria Utami, G. Darmawan, and R. S. Pontoh, “Forecasting Electricity Sales Using the Artificial Neural Network Backpropagation Method,” *Asian Journal of Applied Education (AJAE)*, vol. 2, no. 4, pp. 581–594, 2023, doi: 10.55927/ajae.v2i4.6456.
- [20] A. Lusiana and P. Yuliarty, “PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X,” *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.36040/industri.v10i1.2530.
- [21] N. Hikmatia and M. I. Zul, “Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia menjadi Suara berbasis Android menggunakan Tensorflow,” *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 7, no. 1, May 2021, doi: 10.35143/jkt.v7i1.4629.
- [22] M. Rizqi sirfatullah Alfari, M. Zidan Al-farish, M. Taufiqurrahman, G. Ardiansah, and M. Elgar, “PENGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING,” *Karimah Tauhid*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.30997/karimahtauhid.v2i1.7518.