

Prediksi Jumlah Wisatawan Mancanegara Ke Sumatera Utara Berdasarkan Pintu Masuk Utama Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network

Putri Aisyah Nulhakim¹, Chairunisah², Arnita³, Sudianto Manullang⁴

Fakultas Matematika Dan Ilmu Penghetauan Alam Program Studi Ilmu Komputer

Universitas Negeri Medan

Putriaisyah2302@gmail.com

Abstrak

Sumatera Utara merupakan provinsi yang populer untuk wisatawan mancanegara karena banyak potensi wisata yang menarik, seperti Danau Toba, Brastagi, Bukit Lawang, dan Kota Medan Sendiri. Berdasarkan data yang bersumber dari BPS terdapat peningkatan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara pada tahun 2021-2022 sebesar 99,6%. Memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara penting dilaksanakan agar perencanaan dan pengembangan pariwisata internasional dapat dikembangkan secara optimal. Pada penelitian ini, dilakukan prediksi jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Sumatera Utara menggunakan algoritma Backpropagation Neural Network. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini ialah data tahun 2016 hingga 2023, dengan variabel yang digunakan meliputi Kurs, Nilai Inflasi, dan suku bunga. Adapun tahapan penelitian ini dimulai dari input data, normalisasi data, training data, testing data dan prediksi untuk tahun 2024. Dilakukan beberapa pengujian training data dengan berbagai learning rate dan epoch untuk menentukan model terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang baik diperoleh pada learning rate 0.0001 dan epoch 200. Evaluasi model dilakukan menggunakan Mean Squared Error (MSE) sebagai metrik evaluasi. Model terbaik menunjukkan nilai MSE sebesar 4.4551. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai penggunaan algoritma Backpropagation Neural Network dalam memprediksi jumlah wisatawan mancanegara serta memberikan panduan untuk pengambilan keputusan dalam sektor pariwisata di Sumatera Utara.

Kata kunci: Wisatawan Mancanegara, *Backpropagation Neural Network*, Sumatera Utara

Abstract

North Sumatra is a popular province among foreign tourists because it has many interesting attractions such as Lake Toba, Brastagi, Bukit Lawang, and Medan City. According to BPS, the number of foreign tourists in North Sumatra will increase by 99.6% in 2021-2022. Forecasting the number of foreign tourists visiting North Sumatra is important for planning and developing international tourism for its optimal development. This study made predictions about the number of foreign tourists visiting North Sumatra using a Backpropagation Neural Network algorithm. This work uses material from the years 2016-2023, whose variables are for example exchange rates, inflation and interest rates. The stages of this research start from data entry, data normalization, training data, data testing, and forecasting until 2024. To determine the best model, several experiments were conducted with training data with different learning rates and periods. Research results showed a good model was obtained with learning rate 0.0001 and an epoch 200. Model evaluation was performed using the evaluation metric MSE (Mean Squared Error). The MSE of the best model is 4.4551. This study provides an overview of the use of the Backpropagation Neural Network algorithm in forecasting the

number of foreign tourists and provides decision-making guidelines for the North Sumatra tourism industry.

Keywords: *International tourists, Backpropagation Neural Network, North Sumatera*

PENDAHULUAN

Saat ini, perkembangan industri pariwisata di Indonesia meningkat dengan sangat tinggi, pengembangan industri pariwisata penting dilakukan dengan tujuan meningkatkan tingkat perekonomian, meningkatkan reputasi Indonesia, meningkatkan kesempatan kerja, meningkatkan peluang bisnis yang ada dan meningkatkan kesejateraan. Kontribusi pariwisata juga berpengaruh terhadap pendapatan devisa negara dari kunjungan wisatawan mancanegara, memperkuat identitas bangsa, menambah nilai tambah PDRB dan meningkatkan kesadaran masyarakat kepada kekayaan budaya yang ada, kekayaan ini berupa kekayaan alam dan budaya tradisional di Indonesia (Aisyah *et al.*, 2023).

Sumatera Utara merupakan provinsi yang cukup populer untuk wisatawan mancanegara karena banyak potensi wisata yang menarik, seperti Danau Toba, Brastagi, Bukit Lawang, dan Kota Medan Sendiri. Pada tahun 2022, pintu masuk utama Sumatera Utara menerima 74,498 ribu turis, sedangkan di tahun 2021 hanya terdapat 230 wisatawan mancanegara yang berkuncung ke Sumatera Utara. Hal ini berarti terjadi peningkatan jumlah wisatawan sebanyak 99,6% jumlah wisatawan yang datang dari tahun 2021-2022. Akan tetapi berdasarkan data yang terdapat dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara terdapat penurunan jumlah akomodasi dan kamar hotel yang terdapat pada Provinsi Sumatera Utara dari tahun 2021-2022 yaitu dari 34.638 ke 33.590 atau terdapat penurunan sebesar 0,015.

Memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara sangat penting dilaksanakan agar perencanaan dan pengembangan pariwisata internasional dapat dikembangkan secara optimal. Prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara tidak hanya dibutuhkan oleh pemerintah saja akan tetapi juga oleh pihak swasta. Bagi pihak swasta bertujuan untuk merancang infrastruktur pariwisata seperti hotel dan rencana pengembangan transportasi. Sementara bagi pemerintah seperti perencanaan jumlah penerbangan pesawat, fasilitas untuk wisatawan dan juga sumber daya manusia yang dibutuhkan (Chang & Liao, 2010).

Prediksi merupakan suatu metode untuk menggambarkan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan mempertimbangkan informasi masa lalu dan masa kini. Peramalan sangat penting untuk perencanaan yang efektif dan efisien. (Fauziah *et al.*, 2016). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi yaitu *Artificial Neural Network* (ANN). *Artificial Neural Network* merupakan sebuah metode *softcomputing* atau Data Mining yang banyak digunakan untuk melakukan pengklasifikasian dan prediksi. *Artificial Neural Networks* (ANN) pertama kali dikembangkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943, dan sekarang ini telah banyak dikembangkan menjadi bentuk ANN yang bermacam-macam (Musliyanto dan Defit, 2015).

Salah satu algoritma yang cukup efektif dalam *Artificial Neural Network* (ANN) adalah *backpropagation*. *Backpropagation* adalah sebuah metode

pembelajaran yang termasuk dalam kategori *supervised learning*, yang bertujuan untuk mencari nilai bobot yang optimal. Keunggulan dari *backpropagation neural network* adalah kemampuannya dalam pembelajaran yang iteratif, yang memungkinkannya untuk mengembangkan sistem yang tangguh dan konsisten dalam kinerjanya (Anwar, 2011). Algoritma *backpropagation* telah terbukti sebagai salah satu yang terbaik di antara sebelas algoritma pelatihan, dengan akurasi *Backpropagation Neural Network* (BPNN) mencapai 98,72% dan 97,93% (Novita *et al.*, 2021).

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang ada dan hasil penelitian terkait, maka peneliti akan menganalisis tentang “Prediksi Jumlah Wisatawan Mancanegara Ke Sumatera Utara Berdasarkan Pintu Masuk Utama Menggunakan Algoritma *Backpropagation Neural Network*”. Dari penelitian ini nantinya dapat melihat bagaimana *backpropagation neural network* dalam memprediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara serta dapat membantu pemerintah dan pengusaha dibidang pariwisata dalam meningkatkan aspek aksebilitas dan fasilitas yang ada.

Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang masalah yang ada, dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode *Backpropagation neural network* mampu memprediksi jumlah kunjungan wisatawan di Provinsi Sumatera Utara?
2. Bagaimana nilai *Mean Squared Error* dalam prediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke provinsi

Sumatera Utara berdasarkan pintu masuk utama menggunakan *Backpropagation Neural Network*?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang masalah yang ada, maka tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari metode *Backpropagation neural Network* dalam memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Provinsi Sumatera Utara.
2. Bagaimana nilai *Mean Squared Error* dalam prediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke provinsi Sumatera Utara berdasarkan pintu masuk utama menggunakan *Backpropagation Neural Network*?

Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka manfaat penelitian ini adalah setelah mendapatkan prediksi jumlah wisatawan mancanegara ke Provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *Backpropagation neural network* maka dapat memberikan informasi bagi pemerintah dan pengusaha dibidang pariwisata untuk meningkatkan fasilitas yang ada agar dapat meningkatkan pendapatan.

Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya, telah banyak pihak yang mengembangkan studi mengenai jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *backpropagation*, Salah satunya adalah penelitian oleh Komang Triantina Neti Lestari (2019) yang berjudul “Penerapan Metode *Backpropagation* Dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Ke Provinsi

Nusa Tenggara Barat (NTB)". Penelitian tersebut berhasil menyimpulkan bahwa prediksi jumlah kunjungan wisatawan ke Provinsi NTB, meskipun data mengalami fruktuasi setiap bulanya, menggunakan metode *backpropagation* dapat memberikan hasil prediksi yang baik dengan nilai MSE sebesar 0,003901, yang mendekati nol. Hal ini menunjukan bahwa metode *backpropagation* ini cukup efektif untuk digunakan dalam kasus prediksi tersebut.

Penelitian oleh Salimu dan Yunus (2020) dengan judul "Prediksi Tingkat Kedatangan Wisatawan Asing Menggunakan Metode *Backpropagation*" menyimpulkan bahwa metode *Backpropagation* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kedatangan Wisatawan Asing di Kepulauan Mentawai, dengan tingkat akurasi mencapai 91,5%.

LANDASAN TEORI

Peramalan

Peramalan adalah suatu proses yang bertujuan untuk memperkirakan besaran atau jumlah suatu hal di masa depan berdasarkan analisis data dari masa lampau dengan menggunakan metode statistika (Lewis, n.d.). Tujuan utama dari peramalan adalah untuk mengurangi ketidakpastian terhadap apa yang mungkin terjadi di masa depan. Metode peramalan digunakan untuk memberikan gambaran besar tentang apa yang mungkin terjadi di masa mendatang.

Wisatawan Mancanegara

Wisatawan mancanegara, menurut Badan Pusat Statistik (BPS), didefinisikan sebagai pengunjung yang mengunjungi negara lain untuk satu atau beberapa tujuan tanpa maksud untuk memperoleh penghasilan di negara tersebut, dengan

kunjungan berlangsung kurang dari 12 bulan. Mereka dapat dibagi menjadi dua jenis: wisatawan wisata, yang datang untuk tujuan liburan, rekreasi, atau aktivitas pariwisata lainnya, dan wisatawan non-wisata, yang berkunjung untuk keperluan bisnis, pendidikan, kesehatan, atau kunjungan keluarga, dengan tujuan yang tidak secara langsung terkait dengan pariwisata.

Artificial Intelligence

Menurut H. A. Simon (1987), kecerdasan buatan (AI) merujuk pada bidang penelitian, aplikasi, dan instruksi yang terfokus pada penggunaan pemrograman komputer untuk mengeksekusi tugas-tugas yang, dalam konteks manusia, dianggap cerdas.

Machine Learning

Menurut Hindrayani et al., (2021) *Machine learning* merupakan sebuah studi tentang algoritma untuk mempelajari sesuatu dalam melakukan beberapa hal tertentu yang dilakukan oleh manusia secara otomatis. Penggunaan *machine learning* jika lebih sering digunakan, maka tingkat akurasinya semakin baik dibanding di awal-awal. Hal ini dikarenakan *machine learning* telah banyak belajar seiring waktu dari pemakaian *machine learning* oleh pengguna (Hariyono, 2020).

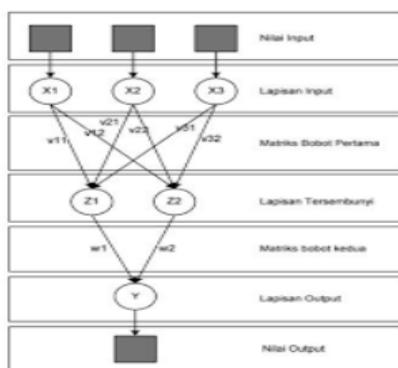
Artificial neural network

Menurut Haykin (2009), Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) adalah sebuah jaringan yang dirancang untuk menyerupai otak manusia yang bertujuan untuk melaksanakan suatu tugas tertentu. Jaringan ini biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen

elektronik atau disimulasikan pada aplikasi komputer.

Algoritma *Backpropagation*

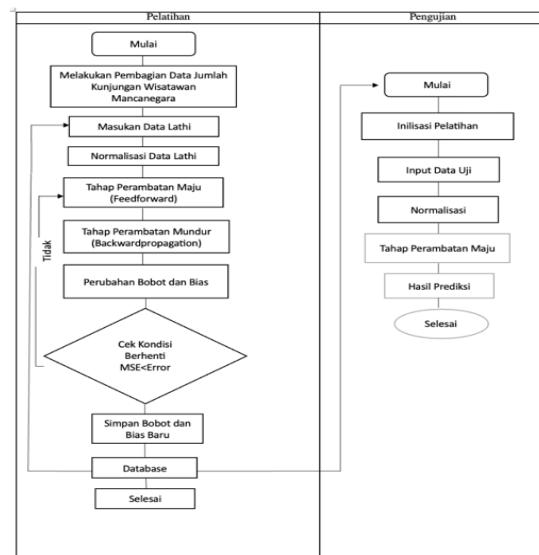
Algoritma *backpropagation* merupakan algoritma yang menggunakan algoritma *supervised learning*, yaitu metode sistematik untuk meniru jaringan saraf tiruan. Ini biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan lapisan untuk mengubah nilai bobot di lapisan tersembunyi. Algoritma *backpropagation*, sebagai bagian dari multilayer perceptron, memperhatikan struktur jaringan yang terdiri dari hidden layer. Jumlah hidden layer ini memiliki dampak signifikan terhadap nilai galat yang dihasilkan dari proses training dan testing. Terkadang, hanya dengan menggunakan satu hidden layer saja sudah cukup untuk mencapai output yang sesuai dengan target yang diinginkan. Namun, penggunaan dua hidden layer dapat menghasilkan akurasi yang berbeda karena menambah iterasi dalam proses looping atau proses backward (Fausett, 1994).



Gambar 1. Arsitektur Artificial neural network MultiLayer

Metode *backpropagation* awalnya dibuat untuk menggunakan *neural network feedforward*, tetapi kemudian dikembangkan untuk belajar pada model *neural network* lainnya (Astuti, 2009).

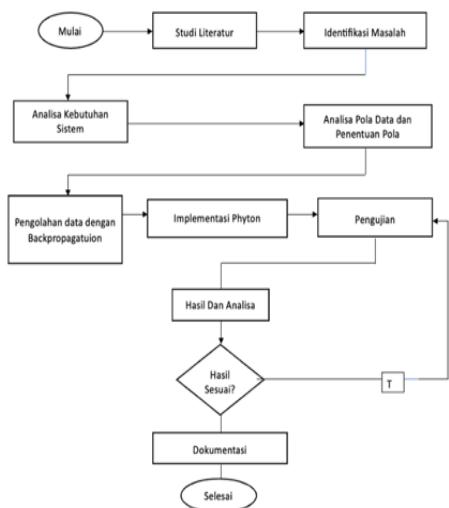
Adapun perancangan *system* dalam *backpropagation* terdapat pada gambar 1 berikut.



Gambar 2. Flowchart Sistem Pelatihan dan Pengujian Algoritma *Backpropagation*.

METODE PENELITIAN

Gambar 3 adalah skema kerja penelitian untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Sumatera Utara melalui pintu masuk utama. Skema tersebut menjelaskan tahap pengambilan data, Normalisasi Data, pembagian data hingga implementasi metode Backpropagation neural network dan evaluasi hasil dan analisis. Secara garis besar skema ini memvisualisasikan langkah demi langkah metode penelitian agar penelitian dapat berjalan secara terstruktur sampai pada pencapaian tujuan akhir yaitu memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 3. Skema Penelitian

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Data jumlah kunjungan wisatawan cenderung bersifat nonlinear dan mengalami fluktuasi, dengan naik turunnya jumlah kunjungan pada bulan-bulan tertentu, dipengaruhi oleh berbagai faktor. Setelah analisis dilakukan dan pola data diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah memproses data menggunakan metode backpropagation. Proses prediksi dimulai dengan mengambil data masukan, melakukan normalisasi, proses pelatihan (training), pengujian (testing), dan akhirnya melakukan prediksi. Tahapan-tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 . Tahapan Sistem
Backpropagation

Berikut adalah penjelasan dari tahapan penelitian:

1. Masukan Data

Terdiri dari 96 dataset. Data ini diperoleh dari Badan Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Republik Indonesia dan Bank Indonesia.

2. *Preprocessing* Data

Data masukan melalui proses *preprocessing* dengan penskalaan untuk standarisasi data agar hasil lebih optimal dalam interval [0,1]. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah *Fungsi Aktivasi Rectified Linear Unit* (ReLU), ReLU adalah lapisan aktivasi pada model pengaplikasian fungsi $(x) = \max(0, x)$.

3. Pembagian Data

Data yang sudah melalui *preprocessing* dibagi menjadi data latih dan data uji. Yaitu 80% data *training* dan 20% data *testing*.

4. Tahap Pelatihan

Proses pelatihan dilakukan hingga proses iterasi diulang sebanyak jumlah *epoch* yang telah ditentukan. Proses ini menghasilkan bobot baru yang akan digunakan pada tahap pengujian.

5. Tahap Pengujian

Data yang sudah dilatih akan diuji dengan memasukkan data baru yang belum pernah digunakan sebelumnya. Tujuannya adalah untuk menguji keakuratan sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengubah parameter seperti jumlah hidden layer, *epoch* (Iterasi maksimum) dan learning rate. Hasil prediksi akan dibandingkan dengan data aktual untuk menentukan tingkat akurasi. Pengujian dilakukan dengan variasi parameter *epoch* (iterasi maksimum) (50, 100, 150, 200) dan learning rate (0.01, 0.001,

0.0001). Tingkat akurasi dievaluasi menggunakan MSE dari kombinasi ketiga parameter tersebut.

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Hipotesis Data

Penelitian ini memanfaatkan dataset yang bersumber dari Badan Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Republik Indonesia, yang mencakup periode dari tahun 2016 hingga tahun 2023. Total dataset yang digunakan berjumlah 96 buah, yang mencakup beragam variabel termasuk nilai inflasi, kurs rupiah, suku bunga, dan jumlah wisatawan.

Tabel 1. Describe Data

	Nilai Inflasi	Kurs	Suku Bunga	Jumlah Wisatawan
mean	0,031318	14279,69792	22,87625	12937,10417
std	0,010992	733,306543	4,755741	8722,992483
min	0,0132	12998	11,41	0
25%	0,0254	13650,25	22,6075	394,25
50%	0,0319	14285,5	23,27	15854
75%	0,036025	14737,5	24,9875	19852,5
max	0,0595	16367	29,36	26883

Normalisasi Data

Dataset dilakukan normalisasi bertujuan untuk mencegah bias dalam model selama pelatihan dan juga memperbaiki stabilitas numerik (Agasta 2018). Normalisasi membantu mengurangi risiko ini dengan memastikan nilai fitur berada dalam rentang yang dapat ditangani. Data input (X) dinormalisasi menggunakan persamaan Min and Max 4.1 berikut:

$$x' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1$$

Keterangan:

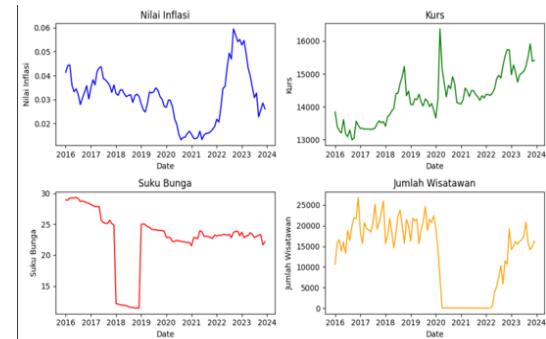
x' = Nilai data ternormalisasi

x = asli

a = Data terendah

b = Data tertinggi

Visualisasi dan Analisis Data



Gambar 5. Visualisasi Data

Pada gambar 5 visualisasi data menampilkan semua fitur yang relevan. Dari data inflasi, terlihat bahwa tahun 2023 mencatat tingkat inflasi tertinggi, sementara tahun 2020 memiliki tingkat inflasi terendah. Fluktuasi ini mengindikasikan perubahan yang signifikan dalam kondisi ekonomi dari tahun ke tahun. Data kurs rupiah menunjukkan penurunan tajam pada tahun 2020, yang diikuti oleh pemulihan yang lebih stabil pada tahun 2021.

Training Model

Dalam melakukan *training* model digunakan *split* dataset 80:20, yaitu 80% untuk *training* dan 20% untuk *testing*. Digunakan pula nilai *epoch* 50,100,150,200 dan *learning rate* 0.01, 0.001, 0.0001 pada penelitian ini.

Tahap – tahap dari *training* model *Backpropagation Neural Network* adalah sebagai berikut :

1. Inilisasi Bobot dan Bias

2. *Feedforward*

a. *Input Layer*

Data input (X) dinormalisasi menggunakan persamaan berikut:

$$x' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1$$

b. *Hidden Layers*

Setiap *neuron* pada hidden layer menerima input, lalu kalikan dengan bobot (w), dan menerapkan fungsi ReLU :

$$h_i = \text{ReLU}(\sum_j w_{ij}X_j + b_i)$$

Fungsi ini memetakan nilai negatif menjadi 0 dan nilai positif tetap pada nilai aslinya.

c. *Output Layer*

Hasil dari *hidden layers* diteruskan ke output layer untuk menghasilkan *output* prediksi.

$$\hat{Y} = \text{ReLU} \left(\sum_i w_i h_i + b \right)$$

3. *Loss Function*

Hitung *error* atau *loss* antara *output* yang diprediksi dengan nilai yang sebenarnya menggunakan fungsi *loss* *Mean Squared Error* (MSE)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

4. *Backward Pass*

a. *Output Layer*

Hitung gradien dari fungsi *loss* terhadap *output layer*:

$$\delta_j = (\check{Y} - Y_i) \cdot f'(net_j)$$

b. *Hidden Layers*

Gradient dari *loss* terhadap bobot dihitung untuk setiap layer menggunakan rantai aturan.

$$\frac{\partial \text{Loss}}{\partial j} = \frac{\partial \text{Loss}}{\partial \hat{Y}} \cdot \frac{\partial \hat{Y}}{\partial i} \cdot \frac{\partial i}{\partial j}$$

5. *Update Bobot dan Bias*

Update bobot dan bias berdasarkan gradien yang dihitung menggunakan metode gradient descent dan learning rate:

$$w_{ij} (\text{baru}) = w_{ij} (\text{lama}) - \eta \cdot \frac{\partial \text{Loss}}{\partial j} \cdot h_i$$

$$b_j (\text{baru}) = b_j (\text{lama}) - \eta \cdot \frac{\partial \text{Loss}}{\partial j}$$

6. Iterasi

Proses *feedforward* dan *backward* diulang untuk setiap batch dari dataset (epoch) hingga *error* keseluruhan jaringan berada di bawah syarat minimum yang ditentukan atau setelah sejumlah iterasi tertentu. Uji kondisi berhenti (akhir iterasi) dengan melihat apakah target *epoch* dan target *error* telah tercapai.

7. Validasi dan Evaluasi

Evaluasi model menggunakan data validasi untuk menghindari *overfitting* dan memastikan performa yang baik pada data baru.

Evaluasi Model

Evaluasi model yang digunakan pada penelitian ini adalah *Mean Square Error*, *Mean Squared Error* (MSE) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa baik model regresi memprediksi nilai kontinu. MSE dihitung dengan mengambil selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi untuk setiap data sampel, mengkuadratkan setiap selisih tersebut untuk memastikan semua nilai *positif*, dan kemudian menghitung rata-rata dari kuadrat selisih tersebut. Proses ini memberikan penalti yang lebih besar untuk kesalahan yang lebih besar, membuat MSE sangat sensitif terhadap *outliers*. Dengan demikian, MSE memberikan gambaran seberapa jauh prediksi model berada dari nilai sebenarnya, dengan fokus pada meminimalkan kesalahan besar (Priya Varshini et al. 2021).]

Tabel 2. Evaluasi Model Dengan *Learning Rate 0.01*

Epoch	Learning Rate	Training Loss	Validation Loss	MSE
50	0.01	0.2477	0.4213	0.557401
100	0.01	0.1846	0.3462	0.54842
150	0.01	0.1558	0.3166	0.53435
200	0.01	0.1383	0.2997	0.52697

Tabel 2 menjelaskan hasil pelatihan model dengan learning rate sebesar 0.01 selama empat *interval epoch*, yaitu dari *epoch* ke-50 hingga *epoch* ke-200. Pada *epoch* ke-50, *training loss* mencapai 0.2477 dan *validation loss* sebesar 0.4213, sedangkan MSE adalah 0.5574. Selanjutnya, pada *epoch* ke-100, terjadi penurunan *training loss* menjadi 0.1846 dan *validation loss* menjadi 0.3462, dengan MSE turun sedikit menjadi 0.5484. Pada *epoch* ke-150, *training loss* menurun menjadi 0.1558 dan *validation loss* menjadi 0.3166, sedangkan MSE menjadi 0.5344. Pada *epoch* terakhir, ke-200, *training loss* mencapai 0.1383 sementara *validation loss* adalah 0.2997, dengan MSE turun lagi menjadi 0.5270.

Tabel 3. Evaluasi Model Dengan *Learning Rate 0.001*

Epoch	Learning Rate	Training Loss	Validation Loss	MSE
50	0.001	1.4322	1.0518	2.60001
100	0.001	0.7592	0.8569	1.62517
150	0.001	0.5377	0.7949	1.26936
200	0.001	0.4388	0.7479	1.10506

Tabel 3 menjelaskan hasil pelatihan model dengan learning rate sebesar 0.001 selama empat *interval epoch*, yaitu dari *epoch* ke-50 hingga *epoch* ke-200. Pada *epoch* ke-50, *training loss* mencapai 1.4322 dan *validation loss* sebesar 1.0518, sedangkan MSE adalah 2.6000. Selanjutnya, pada *epoch* ke-100, terjadi

penurunan *training loss* menjadi 0.7592 dan *validation loss* menjadi 0.8569, dengan MSE turun menjadi 1.6252. Pada *epoch* ke-150, *training loss* menurun menjadi 0.5377 dan *validation loss* menjadi 0.7949, sedangkan MSE menjadi 1.2693. Pada *epoch* terakhir, ke-200, *training loss* mencapai 0.4388 sementara *validation loss* adalah 0.7479, dengan MSE turun lagi menjadi 1.1051.

Tabel 4. Evaluasi Model Dengan *Learning Rate 0.0001*

Epoch	Learning Rate	Training Loss	Validation Loss	MSE
50	0.0001	29.1178	30.2459	37.59939
100	0.0001	8.6053	6.5968	11.62547
150	0.0001	4.0917	2.1877	5.97546
200	0.0001	2.8818	1.4013	4.45518

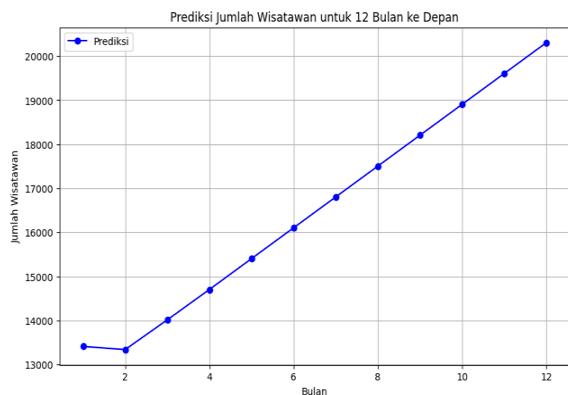
Tabel 4 menjelaskan hasil pelatihan model dengan *learning rate* sebesar 0.0001 selama empat *interval epoch*, yaitu dari *epoch* ke-50 hingga *epoch* ke-200. Pada *epoch* ke-50, *training loss* mencapai 29.1178 dan *validation loss* sebesar 30.2459, sedangkan MSE adalah 37.5994. Selanjutnya, pada *epoch* ke-100, terjadi penurunan *training loss* menjadi 8.6053 dan *validation loss* menjadi 6.5968, dengan MSE turun menjadi 11.6255. Pada *epoch* ke-150, *training loss* menurun menjadi 4.0917 dan *validation loss* menjadi 2.1877, sedangkan MSE menjadi 5.9755. Pada *epoch* terakhir, ke-200, *training loss* mencapai 2.8818 sementara *validation loss* adalah 1.4013, dengan MSE turun lagi menjadi 4.4552.

Berdasarkan hasil tersebut, model yang dipilih adalah model pada *epoch* ke-200 dengan *learning rate* 0.0001 sebagai model yang cocok. Model ini dipilih karena pada *epoch* ini tercapai nilai *training loss* dan *validation loss* terendah, masing-

masing sebesar 2.8818 dan 1.4013, yang menunjukkan model mampu mempelajari pola dengan baik tanpa overfitting.

Prediksi Model

Dengan menggunakan model latih learning rate 0.0001 dan epoch 200 yang telah dilatih sebelumnya, didapatkan hasil prediksi model 12 bulan kedepan sebagai berikut



Gambar 6. Grafik Prediksi Wisatawan 12 Bulan Kedepan

Interpretasi Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *backpropagation neural network* dalam melakukan prediksi jumlah wisatawan, didapatkan hasil prediksi bahwa model mendapatkan nilai MSE sebesar 4.45. *Hyperparameter* model yang dipilih pada penelitian ini adalah learning rate sebesar 0.0001 dengan *epoch* sebanyak 200. Penggunaan *learning rate* sebesar 0.0001 dan *epoch* sebanyak 200 dipilih berdasarkan evaluasi nilai loss yang diperoleh, dimana nilai loss pada *training set* adalah sebesar 2.8818 dan nilai *val loss* adalah sebesar 1.4013. Perbandingan antara nilai *val loss* dan loss menunjukkan bahwa model ini tidak mengalami *overfitting* atau *underfitting*. Selain itu, hasil prediksi untuk tahun 2024 menunjukkan tren menarik, di

mana jumlah wisatawan mengalami peningkatan bertahap setiap bulannya.

Pada Januari 2024, diprediksi jumlah wisatawan mencapai 13.411 orang. Jumlah ini sedikit menurun pada Februari menjadi 13.339 orang. Namun, mulai Maret, jumlah wisatawan diprediksi mengalami peningkatan bertahap, dengan 14.014 wisatawan pada Maret dan meningkat lagi menjadi 14.703 pada April. Tren peningkatan ini terus berlanjut setiap bulan, dengan jumlah wisatawan yang diprediksi mencapai 15.403 pada Mei, 16.104 pada Juni, dan 16.804 pada Juli. Puncak jumlah wisatawan terjadi pada akhir tahun, dengan angka prediksi mencapai 20.306 wisatawan pada Desember 2024. Peningkatan bertahap ini menunjukkan tren kenaikan yang stabil dalam jumlah wisatawan sepanjang tahun 2024, mengindikasikan optimisme dalam industri pariwisata yang mungkin didorong oleh berbagai faktor seperti peningkatan infrastruktur, promosi pariwisata, dan stabilitas ekonomi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *backpropagation neural network* didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Prediksi Model

Tabel 5. Hasil prediksi jumlah wisatawan

Date	Prediksi Jumlah Wisatawan
Januari-2024	13411
Februari-2024	13339
Maret-2024	14014
April-2024	14703
Mei-2024	15403
Juni-2024	16104
Juli-2024	16804
Agustus-2024	17504
September-2024	18205
Oktober-2024	18905
November-2024	19605
Desember-2024	20306

- Tabel 5 hasil prediksi jumlah wisatawan untuk tahun 2024 memberikan estimasi bulanan dari Januari hingga Desember. Selain itu, metode prediksi yang digunakan, dengan model yang dilatih menggunakan 200 epoch dan learning rate 0.0001, menghasilkan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 4.4551.
2. Berdasarkan prediksi jumlah wisatawan yang telah dilakukan mampu menghasilkan prediksi dengan. Nilai mean squared error sebesar 4.4551. Nilai mse yang rendah menunjukkan bahwa perbedaan antara nilai yang diprediksi dan nilai data actual adalah kecil, yang berarti model prediksi cukup akurat.

Saran

- Berikut adalah beberapa saran dari penulis untuk penelitian yang akan datang.
1. Melakukan analisis lebih lanjut dan penyesuaian model terhadap variabel-variabel yang relevan dan dinamis.
 2. Menggunakan Jumlah Epoch yang lebih banyak
 3. Menggunakan Metode yang lain seperti *Long Short Term Memory* (LSTM) atau *Gated Recurrent Unit* (GRU)
 4. Menambah dataset lebih banyak dan fitur yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, M., Saffa, S., Mardiyyah, R., Wulandari, S., Ekonomi, F., Islam, B., Utara, S., Muslim, U., & Al Washliyah, N. (2023). *Peran Sektor Parisiwata Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi Sumatera Utara*. 4(6), 1629.
- Anwar, B. 2011. *Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Memprediksi Tingkat Suku Bunga Bank*. Jurnal SAINTIKOM, Vol. 10 / No. 2.
- Azise, N., Andono, P. N., & Pramunendar, R. A. (2019). *Prediksi Pendapatan Penjualan Obat Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network dengan Algoritma Genetika Sebagai Seleksi Fitur*. Jurnal Cyberku, 15, 142– 154. <http://research.pps.dinus.ac.id/index.php/Cyberku/article/view/91>
- Chang, Y. W., & Liao, M. Y. (2010). *A Seasonal ARIMA model of Tourism Forecasting: The Case of Taiwan*. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 15(2), 215–221.
- Desiani, A., & Arhami, M. 2006. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset. document. (n.d.).
- Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Fauziah, N., Wahyuningsih, S., & Nasution, Y. N. (2016). *Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)* (Vol. 4, Issue 2).
- Hariyono, F. P. P. (2020). *Penerapan Machine Learning Untuk Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Naïve Bayes Dan Decision Tree*. UNIVERSITAS AIRLANGGA.
- Hindrayani, K. M., Anjani, A., & Nurlaili, A.L. (2021). *Penerapan Machine Learning pada Penjualan Produk UMKM: Studi Literatur*. SENADA, 1(01), 19–23.
- Heaton, J. 2008. *Introduction to Neural Networks with Java Second Edition*. Heaton Research, United States of Amerika.

- Lestari, K.T.N., Albar, M.A., dan Afwani, R. 2019. *Penerapan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Ke Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB)*. J-Cosine. 3(1): 39-48.
- Lewis, N. D. C. (n.d.). *Neural networks for time series forecasting with R : an intuitive step by step blueprint for beginners*.
- Puspitaningrum, Diyah. (2006). “*Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*”. Yogyakarta : Penerbit Andi. 125-138.
- Sallimu, S. A., & Yunus, Y. (2020). *Prediksi Tingkat Kedatangan Wisatawan Asing Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus: Kepulauan Mentawai)*. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 98–103.
- Suyanto. (2007). “*Articial Intelligence*”. Bandung : Penerbit Informatika. 163-205. *1601-3967-1-SM*. (n.d.).
- Wiliansa, G., Kusumawati, R., Studi Matematika, P., Pendidikan Matematika, J., & Negeri Yogyakarta, U. (2017). *Optimasi Fuzzy Backpropagation Neural Network Dengan Algoritma Genetika Untuk Memprediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika*. In *Jurnal Matematika* (Vol. 6).