Prediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan Nasional Indonesia Berdasarkan Pintu Masuk Kedatangan Udara Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Catur Nur Tasya[1], ArdathPrahara Setyan[2], Jarwo[3]

[1,2,3)] Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Pomosda
e-mail: [1]caturnurtasya.27@gmail.com, [2]ardhatillah@stt-pomosda.ac.id, [3]jarwo@stt-pomosda.ac.id

Abstract

Indonesia is a country with immense biodiversity, and its diverse natural resources have made it a highly attractive tourist destination worldwide. The compelling need to fulfill specific temporal, situational, and experiential needs, often following a hierarchical structure, has driven Indonesians to engage in tourism. This study proposes a system to forecast the monthly number of air arrivals. The system aims to provide strategies for identifying the most popular tourist destinations. The backpropagation algorithm, known for its accuracy in forecasting, is employed in this study. After testing the model using datasets and evaluating its performance based on monthly accumulated data, the results demonstrate that the model can accurately predict tourist arrivals, thereby enhancing strategic decision-making in the tourism sector.

Keyword: Indonesian, prediction, tourist, and Algorithm

Abstrak

Indonesia adalah negara berkeanekaragaman yang besar, dan keanekaragaman serta Keindahan alam memiliki daya tarik unik di dunia sebagai salah satu destinasi wisata. Di Indonesia, dorongan untuk berwisata muncul sebagai upaya memenuhi kebutuhan yang berkembang, disesuaikan dengan waktu, situasi, serta pengalaman individu, yang selaras dengan suatu hierarki tertentu. Projek ini mengusulkan sistem untuk membantu dalam memprediksi sebarapa banyak jumlah kunjungan wisatawan yang berpergian melalui pintu masuk udara setiap bulan. Sistem adalah untuk memberikan strategi untuk mengetahui arah tujuan wisatawan yang paling banyak. Algoritma backpropagation merupakan teknik yang dapat meningkatkan ketepatan dalam melakukan peramalan. Hal ini dicapai dengan cara menyesuaikan bobot jaringan secara bertahap melalui mekanisme propagasi balik kesalahan, sehingga model dapat lebih baik dalam mengenali dan menyesuaikan diri terhadap pola data yang ada. Setelah menguji dari dataset dan data uji berdasarkan jumlah dari akumulasi di setiap bulan maka hasilnya menunjukkan bahwa model tersebut dapat secara akurat memperkirakan kedatangan wisatawan, sehingga meningkatkan pengambilan keputusan strategis di sektor pariwisata.

Kata kunci: Indonesia, wisatawan, prediksi, dan algoritma

Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang kaya akan keanekaragaman. Keindahan alam serta keberagaman budaya yang dimilikinya menjadi daya tarik tersendiri, menjadikannya salah satu destinasi wisata populer di dunia. Baik wisatawan lokal maupun internasional sering memilih Indonesia sebagai tujuan perjalanan mereka. Para pelancong umumnya datang menggunakan transportasi udara, masuk melalui berbagai bandara nasional yang tersebar di seluruh negeri (Prayuda & Pratama, 2024).

Menurut (Amelia & Prasetyo, 2022) Wisatawan cenderung memiliki dorongan untuk melakukan perjalanan guna memenuhi berbagai kebutuhan yang muncul seiring waktu, situasi, dan pengalaman yang mereka alami, sesuai dengan suatu tingkatan tertentu. Dalam hal ini, kebutuhan pertama yang harus dipenuhi adalah kebutuhan fisiologis, seperti istirahat. Setelah itu, fokus akan beralih ke kebutuhan berikutnya, yaitu rasa aman dan perlindungan. Jika kebutuhan tersebut sudah terpenuhi, maka akan muncul kebutuhan lain yang lebih tinggi. Proses ini terus

berlanjut hingga akhirnya individu mencapai pemenuhan diri atau aktualisasi diri (Kawasan et al., 2020).

Prediksi pada dasarnya merupakan perkiraan mengenai kemungkinan suatu peristiwa yang akan terjadi di masa depan. Dalam berbagai aspek, prediksi berperan penting dalam membantu proses perencanaan serta pengambilan keputusan, baik dalam lingkup pemerintah maupun sektor swasta. Analisis peramalan menjadi hal yang krusial dalam sebuah penelitian guna memastikan bahwa penelitian tersebut lebih akurat dan terarah. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam dengan menerapkan metode yang telah terbukti keandalannya, sehingga hasil yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang dapat dipertanggungjawabkan (Susi et al., 2023).

Melihat kondisi tersebut, diperlukan perkiraan jumlah wisatawan domestik yang masuk melalui jalur udara, yang nantinya dapat menjadi acuan bagi pemerintah dalam menyusun perencanaan dan pengembangan arah tujuan wisatawan serta pengambilan keputusan strategis di sektor pariwisata. Dengan begitu akan mengetahui daya tarik wisatawan yang akan mengunjungi tempat-tempat wisata dan Industri pariwisata juga akan meraih manfaat yang signifikan dari tingkat kepuasan wisatawan yang tinggi. (Kawatu et al., 2020).

Projek ini mengusulkan sistem untuk membantu dalam memprediksi seberapa banyak jumlah kunjungan wisatawan nasional yang berpergian melalui pintu masuk udara setiap bulan. Sistem akan memprediksi kedatangan wisatawan melalui pintu masuk udara di bulan yang akan datang berdasarkan jumlah akumulasi kedatangan wisatawan di setiap bulan, kita ambil dari bulan Januari hingga Juni yang berada di daerah yang berbeda. Tujuan mengembangkan sistem adalah untuk memberikan sebuah strategi untuk mengetahui arah tujuan wisatawan yang paling banyak dikunjungi. Pengembangan Sistem menerapkan metode Backpropagation dalam Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk memproses dan menganalisis data secara lebih efektif (T.MJohan & Iza Rifna, 2022).

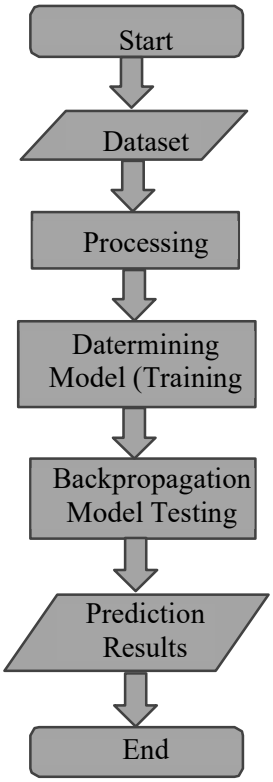
Analisis model jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan gambaran skematis dari struktur JST, yang terdiri dari lapisan input sebagai variabel bebas, lapisan tersembunyi, serta lapisan output yang berfungsi sebagai variabel terkait (Suhendra & Wardoyo, 2015). Optimalisasi akurasi generalisasi dilakukan dengan mempertimbangkan kesalahan empiris serta keseimbangan dalam regresi. Sementara itu, model Jaringan Saraf Tiruan (JST) menerapkan prinsip *Empirical Risk Minimization* (ERM), yang berfokus pada pengurangan kesalahan empiris tanpa memperhitungkan kapasitas sistem pembelajaran secara keseluruhan. (Cristofel & Kurniawati, 2021). Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan metode cerdas dalam komputasi tingkat lanjut yang memproses informasi secara kuantitatif melalui proses pembelajaran dan pelatihan, meniru cara kerja sistem kecerdasan manusia dalam menganalisis data (Devianto & Dwiasnati, 2020).

Algoritma backpropagation merupakan metode yang dapat memberikan hasil lebih akurat dalam peramalan karena metode ini melakukan latihan berulang-ulang untuk mendapatkan model terbaik dan juga dapat dianalisa dalam matematika (Khoiriyah et al., 2018). Algoritma backpropagation adalah salah satu model JST yang dapat digunakan untuk memprediksi dengan tingkat error yang kecil.

Metode Penelitian

a. Alur Penelitian

Dalam bagian berikut akan dijelaskan alur metodologi atau flowchart Projek. Flowchart Projek sangat penting diperlukan dalam melakukan Projek. Flowchart Projek ini ditampilkan pada Gambar 1. Langkah pertama dalam Projek ini adalah processing data. Inputan sebagai data latih adalah dataset Jumlah kedatangan kunjungan wisatawan nasional pada tahun 2024 di bulan Januari hingga Juni. Setelah tahap pengolahan data selesai, kemudian menentukan model analisa yang digunakan dalam Projek, yaitu metode Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation. Variable inputan dari model ini adalah bulan Januari hingga Juni yg artinya ada 6 bulan. Sedangkan variabel output adalah bulan yang akan datang yaitu Juli. Setelah tahap penentuan model selesai, dilanjutkan dengan pelatihan dataset menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation. Setelah itu melakukan prediksi dengan melihat tingkat akurasi tertinggi yang dihasilkan dari model Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation.



Gambar 1. Research Flowchart

Untuk tahap pertama yang dilakukan adalah meliputi data dari kunjungan wisatawan nasional di semua daerah, sedangkan data target kita menggunakan data dari kunjungan nasional di 15 pintu masuk udara. Kemudian kita mengkonversikan data atribut pada data bulan-bulan supaya dapat diketahui oleh jaringan saraf. Selanjutnya lakukan pengujian data dengan program, dilakukan pengaplikasian akhir untuk melihat keakuratan program dalam meramalkan data target yang telah kita konversikan sebelumnya. Jika masih terdapat kesalahan pada program, kita lakukan pengevaluasian ulang terhadap data target. Setelah dirasa sudah sesuai yang diinginkan. Kita dapat menyimpan data tersebut dalam database. Pada tahap kedua ketik "nnstart". Pada panel command windows dan akan muncul menu bertuliskan "*pattern recognition*". Kemudian akan kita inport-kan data dari penyimpanan matlab yang sudah disimpan pada tahap pertama. Isikan pilihan yang muncul pada layar dengan format berikut. Predictors sebagai input dan Responses menjadi target. Ubah tulisan dengan nama "Layer size" menjadi 20 dan kita lihat tabel yang berada di pojok layar bawah. Kita bisa menambahkan data dengan nama ROC Curve dan Confusion Matrix yang sudah terdapat di aplikasi Matlab. Kemudian kita export data dan akan dibawa kembali ke menu utama. Kita perhatikan pada workspace terdapat nama "result" yang berisikan hasil dari import dan export data sebelumnya.

b. Dataset

Data yang digunakan berformat *xlsx yang digunakan sebagai data uji coba. Data dari file tersebut terdiri dari bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Juni.

Tabel 1. Data kunjungan Wisatawan Nasional melalui pintu masuk Udara, Laut dan Darat Pada Tahun 2024

	Januari	**Februari**	**Maret**	**April**	**Mei**	**Juni**
I. Pintu Utama	825774	649675	681578	746589	608912	84331
A. Pintu Udara	667518	522375	557209	593391	477508	683074
Ngurah Rai	29606	18865	22794	34154	19394	33107
Soekarno Hatta	430871	334632	363049	399162	323823	460849
Juanda	69737	54888	5851	48617	37637	54365

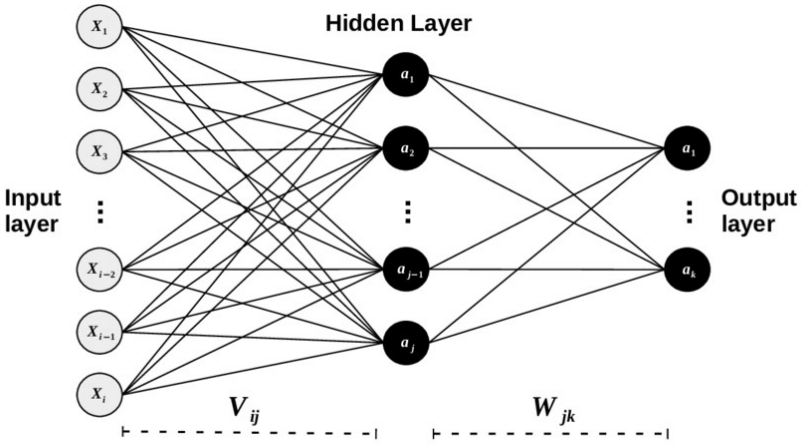
Kualanamu	68971	56856	58451	61698	54612	63331
Husein Sastranegara	9	0	10	0	22	9
Adi Sucipto/Yia	10163	6664	665	7457	5473	647
Bandara Int'l Lombok	2286	1826	318	2077	1298	5609
Sam Ratulangi	2037	982	1336	1164	1252	137
Minangkabau	914	7512	6478	874	8696	11022
Sultan Syarif Kasim Ii	19251	17277	1152	13603	14104	9938
Sultan Iskandar Muda	6105	4469	4132	4724	3324	2593
Ahmad Yani	5	12	0	4	15	1
Supadio	0	0	0	0	0	0
Hasanuddin	11984	11685	13905	6911	4524	7181
Sultan Badaruddin Ii	1278	1095	1449	166	306	2556
Lainnya	6075	5612	5745	4914	3028	24673
B. Pintu Laut	117728	96331	95121	117535	9886	125157
Batam	83829	67922	64118	84659	67328	67023
Tanjung Uban	301	203	264	390	306	214
Tanjung Pinang	4751	4116	4127	4009	402	4207
Tanjung Balai Karimun	9516	9035	9721	9727	9152	9467
Tanjung Benoa	10	9	28	7	1	5
Lainnya	19321	15046	16863	18743	18053	44241
C. Pintu Darat	40528	30969	29248	35663	32544	35079
Jayapura	537	326	393	404	530	595
Atambua	5741	4238	4705	4738	4944	5454
Entikong	2155	15747	14189	2174	16759	16713
Aruk	9194	702	6794	6031	6493	8354
Nanga Badau	2265	2255	1876	1295	2035	2214
Lainnya	1241	1383	1291	1455	1783	1749
Ii. Pintu Non-Imigrasi	9848	1047	10691	9728	17756	12883
Perbatasan Laut	125	733	477	368	809	146

Sumber : https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjE5NSMy/jumlah-perjalanan-wisatawan-nasional.html

c. Neural Network Backpropagation

Pada projek ini, prediksi kunjungan wisatawan nasional melalui pintu masuk udara menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation. Model Arsitektur Backpropsgstion merupakan metode pelatihan yang efektif untuk mengembangkan jaringan syaraf tiruan. Topologi jaringan syaraf yang umum menggunakan algoritma ini terdiri dari tiga lapisan utama: lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Lapisan input menerima data, lapisan tersembunyi memproses data, dan lapisan output menghasilkan hasil akhir. Algoritma backpropagation bekerja secara interaktif dengan menghitung kesalahan antara output yanh diharapkan, kemudian menyesuaikan bobot sinapsis secara bertahap untuk meminimalkan kesalahan tersebut. Keunggulan algoritma ini adalah kesederhanaannya, kemampuannya menangani data kompleks, dan efisiensi komputasi untuk data berskala besar[6].

Dengan menggunakan algoritma backpropagation, Jaringan Syaraf Tiruan bobotnya melalui proses pelatihan, sehingga mampu memisahkan kedua kelas data dengan hyperplane yang sesuai.



Gambar 2. Hidden layer

Skema dari tampilan jaringan saraf diatas cukup sederhana dengan hanya satu lapisan tersembunyi. Titik-titik terang adalah dimensi input. Titik-titik hitam adalah neuron dengan bobot penghubung yang diwakili oleh garis kontinu. Pembelajaran dengan jaringan ini bergantung pada persamaan (1) sampai (8). X[1,...,i] adalah dimensi untuk satu vektor input, a[1,..., j] adalah aktivasi neuron tersembunyi, a[1,...,k] adalah aktivasi neuron output, sedangkan Vij dan Wjk mewakili matriks bobot antara lapisan input dan tersembunyi, dan antara lapisan tersembunyi dan output, masing-masing.

Hasil dan Pembahasn

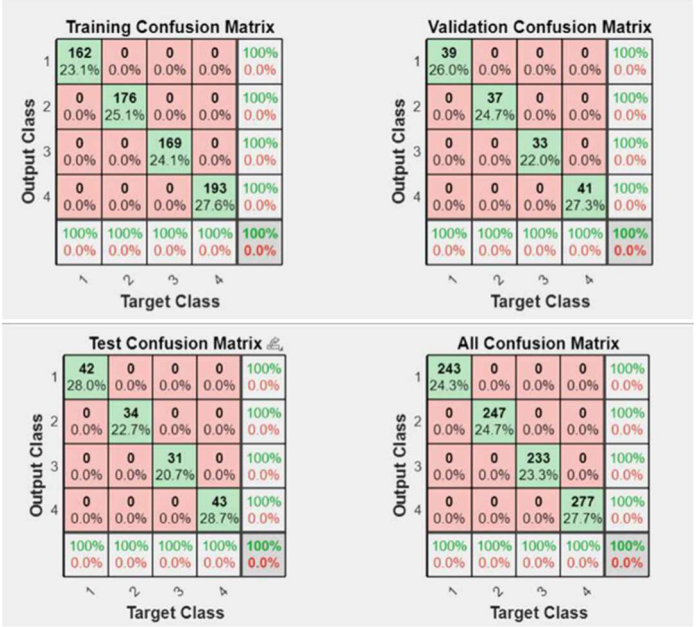
Dari dataset tersebut kemudian kita akan uji dengan membuat data target pada 15 wilayah yang ada di Indonesia melalui pintu masuk udara.

Tabel 2. Data 15 Wilayah pada kunjungan wisatawan nasional melalui pintu masuk udara

	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
A. Pintu Udara	667518	522375	557209	593391	477508	683074
Ngurah Rai	29606	18865	22794	34154	19394	33107
Soekarno Hatta	430871	334632	363049	399162	323823	460849
Juanda	69737	54888	5851	48617	37637	54365
Kualanamu	68971	56856	58451	61698	54612	63331
Husein Sastranegara	9	0	10	0	22	9
Adi Sucipto/Yia	10163	6664	665	7457	5473	647
Bandara Int'l Lombok	2286	1826	318	2077	1298	5609
Sam Ratulangi	2037	982	1336	1164	1252	137
Minangkabau	914	7512	6478	874	8696	11022
Sultan Syarif Kasim Ii	19251	17277	1152	13603	14104	9938
Sultan Iskandar Muda	6105	4469	4132	4724	3324	2593
Ahmad Yani	5	12	0	4	15	1
Supadio	0	0	0	0	0	0
Hasanuddin	11984	11685	13905	6911	4524	7181
Sultan Badaruddin Ii	1278	1095	1449	166	306	2556

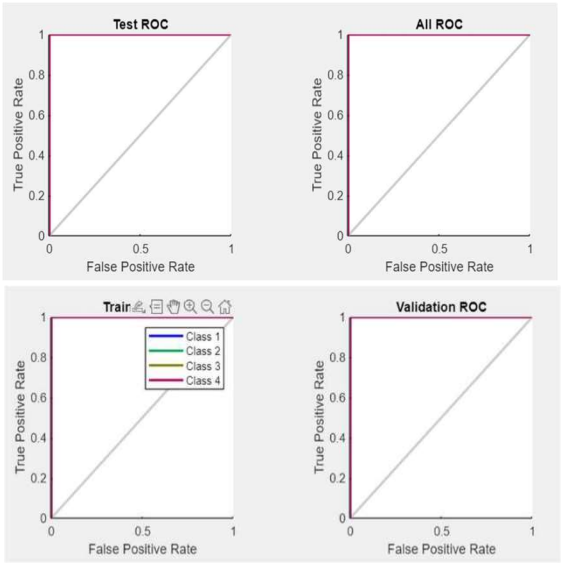
Sumber : https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjE5NSMy/jumlah-perjalanan-wisatawan-nasional.html

Setelah kita lakukan peramalan terhadap Kunjungan Wisatawan Nasional di 15 pintu masuk melalui pintu udara. Pengembangan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model melalui visualisasi kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) dan matriks konfusi. Kurva ROC akan menunjukkan kemampuan model dalam membedakan antara kelas positif dan negatif, sedangkan matriks konfusi akan memberikan rincian klasifikasi yang lebih spesifik.



Gambar 3. Confusion Matrix

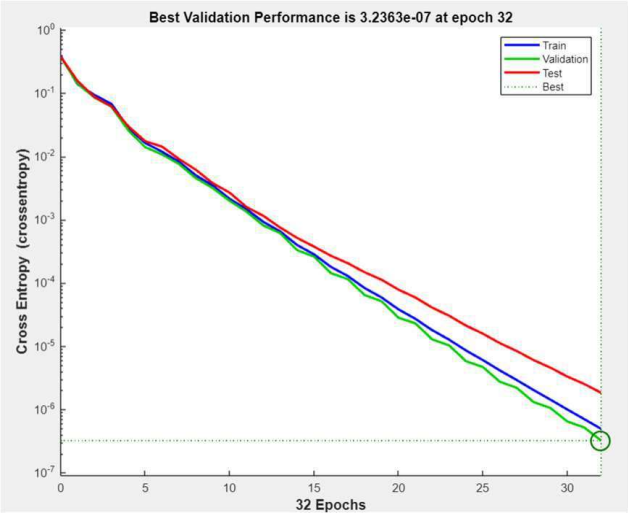
Kurva Receiver Operating Characteristic ditunjukkan pada Gambar 4. didasarkan pada nilai antara False Positive Rate dan True Positive Rate yang diperoleh dari confusion matrix dan hasilnya menunjukkan performance sistem Jaringan Syaraf Tiruan dalam mengklasifikasikan target sudah benar. Kurva Receiver Operating Characteristic ditunjukkan pada Tabel 2. didasarkan pada nilai antara False Positive Rate dan True Positive Rate yang diperoleh dari confusion matrix dan hasilnya menunjukkan performance sistem Jaringan Syaraf Tiruan dalam mengklasifikasikan target sudah benar.



Gambar 4. ROC Curve

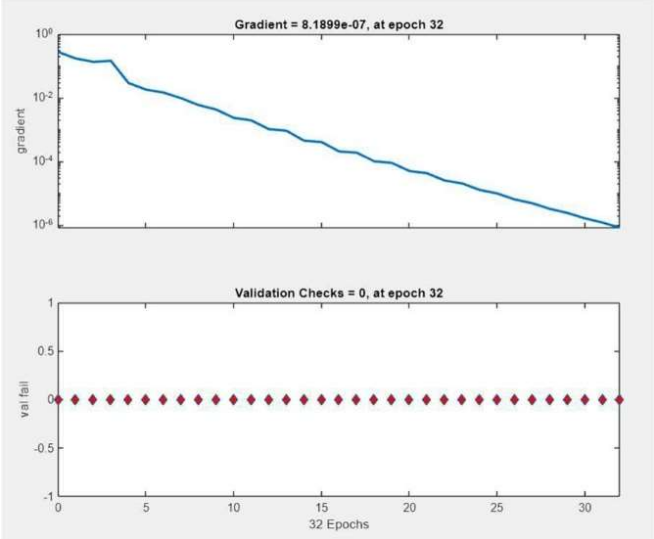
Dengan menggunakan nnstart, proses pengembangan dan evaluasi JST menjadi lebih efisien dan efektif, sehingga memungkinkan kita untuk melakukan eksperimen dengan berbagai konfigurasi model.

Berikut Performance Plot dari data yang sudah kita traning.



Gambar 5. Performance Plot

Grafik di atas menampilkan kurva pembelajaran dari sebuah JST yang menggunakan metrik loss berupa cross- entropy. Sumbu X mewakili jumlah epoch, sedangkan sumbu Y mewakili nilai loss. Garis biru menunjukkan nilai loss pada data latih, garis hijau pada data validasi, dan garis merah pada data uji. Titik minimum pada kurva validasi (epoch 32) menandai kinerja terbaik model, dengan nilai loss sebesar 3.2363e-07. Setelah titik ini, kinerja model pada data validasi cenderung menurun, mengindikasikan adanya overfitting. Namun, secara keseluruhan, model telah berhasil mempelajari pola dalam data dan mampu memberikan prediksi yang cukup akurat.



Gambar 6. Training State Plot

Analisis terhadap grafik pelatihan menunjukkan bahwa model telah mencapai konvergensi yang optimal pada epoch ke-32. Nilai gradien yang mendekati nol mengindikasikan bahwa parameter model telah mencapai titik stasioner, sementara nilai validation checks yang stabil menunjukkan tidak adanya overfitting. Dengan demikian, model ini dapat dianggap siap untuk diimplementasikan pada data baru.

	Observations	Cross-entropy	Error
Training	700	4.9543e-07	0
Validation	150	3.2363e-07	0
Test	150	1.8405e-06	0

Gambar 7. Training Result

Kinerja pada data uji tersebuat terlihat nilai cross-entropy pada data uji sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan data validasi, namun masih sangat rendah. Ini mengindikasikan bahwa model juga dapat bekerja dengan baik pada data baru yang belum pernah digunakan dalam pelatihan maupun validasi. Sehingga hasil tersebut dapat secara akurat memperkirakan kedatangan wisatawan nasional di bulan yang akan datang.

Kesimpulan

Projek ini secara efektif menunjukkan penerapan metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk memprediksi jumlah kedatangan wisatawan nasional di Indonesia melalui pintu masuk udara. Dari hasil ini pengujian data akan menjadi perencanaan pemerintah dan pengembangan industri pariwisata. Hasilnya menunjukkan bahwa model tersebut dapat secara akurat memperkirakan kedatangan wisatawan, sehingga meningkatkan pengambilan keputusan strategis di sektor pariwisata.

Daftar Pustaka

Amelia, V., & Prasetyo, D. (2022). Sertifikasi CHSE (Cleanliness, Health, Safety, & Environment) terhadap Objek Wisata sebagai Wujud Pemenuhan Hak Wisatawan. *Jurnal Manajemen Perhotelan Dan Pariwisata*, *5*(2), 2022.

Cristofel, C., & Kurniawati, K. (2021). PENGARUH ENTERPRISE RISK MANAGEMENT, CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILTY DAN KEPEMILIKAN INSTITUSIONAL TERHADAP NILAI PERUSAHAAN. *Jurnal Akuntansi Bisnis*, *14*(1). https://doi.org/10.30813/jab.v14i1.2468

Devianto, Y., & Dwiasnati, S. (2020). Kerangka Kerja Sistem Kecerdasan Buatan dalam Meningkatkan Kompetensi Sumber Daya Manusia Indonesia. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, *10*(1), 19. https://doi.org/10.22441/incomtech.v10i1.7460

Kawasan, P. P., Banyuurip, W., Jatimulyo, D., Dlinggo, K., Bantul, K., & Widyaningsih, E. (2020). *PERENCANAAN PENGEMBANGAN KAWASAN WISATA BANYUURIP DESA JATIMULYO, KECAMATAN DLINGGO, KABUPATEN BANTUL* (Vol. 2, Issue 1).

Kawatu, V. S., Mandey, S. L., Ch Lintong, D. A., Ekonomi dan Bisnis, F., & Manajemen Universitas Sam Ratulangi Manado, J. (2020). PENGARUH DAYA TARIK WISATA TERHADAP NIAT KUNJUNGAN ULANG DENGAN KEPUASAN SEBAGAI VARIABEL INTERVENING PADA TEMPAT WISATA BUKIT KASIH KANONANG THE EFFECT OF TOURIST ATTRACTION ON REVISIT INTENTIONS WITH SATISFACTION AS INTERVENING VARIABLES AT BUKIT KASIH KANONANG. *Jurnal EMBA*, *8*(3), 400–410.

Khoiriyah, S., Matematika, P., Muhammadiyah, S., & Lampung, P. (2018). IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE NHT DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *Jurnal Edumath*, *4*(2), 30–35.

Prayuda, A., & Pratama, I. (2024). PREDIKSI JUMLAH KEDATANGAN WISATAWAN MANCANEGARA DI INDONESIA BERDASARKAN PINTU MASUK KEDATANGAN UDARA. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, *9*(2), 232–241. https://doi.org/10.36341/rabit.v9i2.4787

Suhendra, C. D., & Wardoyo, R. (2015). Penentuan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Bobot Awal dan Bias Awal) Menggunakan Algoritma Genetika. *IJCCS*, *9*(1), 77–88. http://archive.ics.uci.edu/ml/.

Susi, N., Sugiana, S., & Musty, B. (2023). Analisis Data Sistem Informasi Monitoring Marketing; Tools Pengambilan Keputusan Strategic. *Jutisi (Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *12*(2), 696–708.

T.MJohan, & Iza Rifna. (2022). Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Mengguakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal TIKA*, *3*(7).