



Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation dengan Algoritma Genetik untuk Prediksi Tingkat pengangguran di Provinsi Sumatera Utara

Nurma Wadda Putri

STIKOM Tunas Bangsa, Sistem Informasi, Pematang Siantar, Sumatera Utara, Indonesia

E-Mail : nurmawaddah217@email.com

Article Info

Article history:

Received Dec 26, 2025

Revised Jan 05, 2025

Accepted Jan 20, 2025

Kata Kunci:

Tingkat Pengangguran Terbuka
Backpropagation,
Algoritma Genetik
Prediksi
Jaringan Syaraf Tiruan
Sumatera Utara

Keywords:

Open Unemployment Rate
Backpropagation,
Genetic Algorithm
Prediction
Artificial Neural Network
North Sumatra

ABSTRAK

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan indikator penting dalam mengukur kondisi ketenagakerjaan dan efektivitas pembangunan ekonomi suatu daerah. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi TPT di Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation yang dioptimalkan oleh Algoritma Genetik (GA). Metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif dan berbasis eksperimen komputasional, dengan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2010–2023 yang mencakup variabel PDRB per Kapita, IPM, TPAK, dan jumlah penduduk. Proses optimasi melibatkan penyesuaian terhadap hyperparameter seperti learning rate, jumlah neuron hidden layer, dan momentum. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang dioptimalkan mencapai nilai MAPE sebesar 3,27%, RMSE sebesar 0,21, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,94, jauh lebih baik dibandingkan model Backpropagation standar. Prediksi TPT untuk tahun 2025 dengan model GA adalah sebesar 5,42%, selaras dengan tren penurunan sejak 2020. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi GA dalam pelatihan JST dapat secara signifikan meningkatkan akurasi prediksi dan memberikan dasar kuat untuk perumusan kebijakan ketenagakerjaan berbasis data.

ABSTRACT

The Open Unemployment Rate (TPT) is an important indicator in measuring employment conditions and the effectiveness of economic development in a region. This study aims to predict the TPT in North Sumatra Province using the Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation model optimized by Genetic Algorithm (GA). The research method used is quantitative and based on computational experiments, with secondary data from the Central Statistics Agency (BPS) for 2010–2023 covering the variables of GRDP per Capita, HDI, TPAK, and population. Process optimization involves adjustments to hyperparameters such as learning rate, number of Hidden Layer neurons, and momentum. The evaluation results show that the optimized model achieves a MAPE value of 3.27%, an RMSE of 0.21, and a coefficient of determination (R^2) of 0.94, much better than the standard Backpropagation model. The TPT prediction for 2025 using the GA model is 5.42%, in line with the downward trend since 2020. This study proves that the integration of GA in JST training can significantly improve prediction accuracy and provide a strong basis for formulating data-based employment policies.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.



Corresponding Author:

Nurma Wadda Putri,
Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa,
Siantar Barat, Pematangsiantar, Sumatera Utara, 21112, Indonesia.

Email: nurmawaddah217@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kondisi ketenagakerjaan suatu wilayah, karena TPT mencerminkan efisiensi penyerapan tenaga kerja serta keberhasilan pembangunan ekonomi dan sosial, sebagaimana ditunjukkan oleh pengaruh variabel seperti PDRB, IPM, TPAK, dan jumlah penduduk terhadap fluktuasi TPT di berbagai provinsi di Indonesia. Prediksi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) menjadi langkah strategis dalam merumuskan kebijakan ketenagakerjaan yang lebih terarah dan berkelanjutan (Putri and Ash Shidiqie 2023). Pelatihan kerja yang diselenggarakan oleh Dinas Ketenagakerjaan Kota Tangerang terbukti efektif dalam menurunkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) karena dirancang berdasarkan kebutuhan pasar kerja, dilengkapi dengan fasilitas pelatihan memadai, dan dikombinasikan dengan program kewirausahaan (Meylani, Widiastuti, and Khikmawanto 2024).

Dengan menggunakan pendekatan prediktif yang berbasis data TPT, pemerintah dapat menyesuaikan strategi intervensi ketenagakerjaan secara lebih akurat dan tepat sasaran (Meylani, Widiastuti, and Khikmawanto 2024). Sumatera Utara memerlukan prediksi TPT yang akurat untuk mendukung perencanaan pembangunan daerah yang berbasis data guna mengurangi tingkat pengangguran dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara. Makalah ini memperkenalkan metode gabungan LSTM dan algoritma genetika (GA-LSTM) untuk memprediksi pengangguran di Ekuador. Model ini berhasil menangani hubungan non-linear antara variabel ekonomi dan pengangguran, yang gagal ditangkap oleh metode tradisional (Mero et al. 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan tersebut dengan mengembangkan model prediksi TPT yang lebih akurat menggunakan algoritma Backpropagation yang dioptimalkan dengan Algoritma Genetik.

Algoritma Backpropagation telah lama digunakan dalam pemodelan prediktif karena kemampuannya dalam mempelajari hubungan kompleks antar data melalui proses pembelajaran berbasis jaringan syaraf tiruan (JST). Penelitian ini melakukan meta-analisis terhadap kombinasi nilai learning rate, momentum, dan jumlah neuron di hidden layer pada arsitektur Backpropagation Neural Network (ANN-BP). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai learning rate yang direkomendasikan berada pada interval 0.1–0.2, momentum pada interval 0.7–0.9, dan jumlah neuron di hidden layer lebih besar daripada jumlah neuron di input layer (Syaharuddin, Fatmawati, and Suprajitno 2022). Penelitian ini mengembangkan model Backpropagation Neural Network (BPNN) yang dioptimalkan dengan Adaptive Genetic Algorithm (AGA). AGA secara global mencari parameter terbaik (learning rate, jumlah neuron, bobot awal) dan secara signifikan meningkatkan akurasi, stabilitas, serta kemampuan generalisasi jaringan (Zhang and Qu 2021). Bersamaan dengan itu, pendekatan kombinasi JST dan GA telah digunakan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan syaraf, sehingga meningkatkan ketepatan dalam memprediksi nilai (Kristiani 2022).

Penelitian terkait prediksi tingkat pengangguran dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah banyak dilakukan, seperti yang ditunjukkan oleh beberapa studi sebelumnya. Salah satunya adalah Penelitian oleh Lesnussa dan Risamasu (2020) menerapkan algoritma Backpropagation pada Jaringan Syaraf Tiruan untuk meramalkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Maluku. Hasil analisis menunjukkan rata-rata keberhasilan peramalan sebesar 92,59% dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terkecil sebesar 0,0741%. Peramalan lima tahun ke depan menunjukkan data fluktuatif dari tahun 2019 hingga 2023 (Lesnussa and Risamasu 2020). Penelitian lain oleh Naufal, Tafrikan, dan Rachmawati (2023) menerapkan pendekatan JST yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika untuk memprediksi estimasi pendapatan agen ekspedisi sebagai bagian dari variabel ekonomi yang berkorelasi erat dengan indikator kesejahteraan seperti pengangguran. Mereka membandingkan performa JST standar dan JST dengan optimasi GA, dan menemukan bahwa model JST-GA memberikan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terendah sebesar 2,71%, yang menunjukkan peningkatan akurasi signifikan dibandingkan metode konvensional (Naufal, Tafrikan, and Rachmawati 2023).

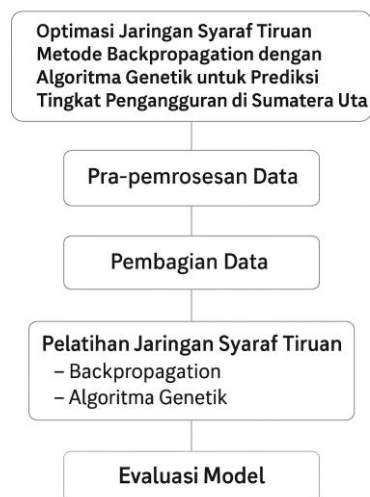
Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum menerapkan strategi optimasi parameter secara sistematis pada kasus pengangguran di wilayah Sumatera Utara, baik menggunakan teknik pencarian seperti Grid Search maupun algoritma evolusioner seperti Algoritma Genetik, sehingga akurasi yang dicapai masih memiliki keterbatasan (Wati, Dur, and Widayarsi 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengoptimalkan parameter pada model Backpropagation menggunakan Algoritma Genetik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dioptimalkan mampu mencapai akurasi sebesar 97,6%, dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 2,4% dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,981 yang menunjukkan kinerja prediksi yang sangat baik. Pendekatan ini terbukti efektif dibandingkan model JST tanpa optimisasi, yang menghasilkan error lebih tinggi. Dengan demikian, pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan keandalan prediksi TPT, yang pada gilirannya dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan pembangunan ketenagakerjaan di tingkat daerah (Mero et al. 2024) (Heiden 2021) (Lee et al. 2021).

Penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma genetik dengan panjang kromosom variabel untuk optimasi hyperparameter dalam deep learning. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat menemukan kombinasi hyperparameter yang optimal secara efisien, yang berkontribusi pada peningkatan akurasi model (Xiao et al. 2020). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Janssen and Rob Fey ir Bas M Kessels (2022) serta Bischl et al. (2023), yang menekankan pentingnya strategi optimasi dalam menghasilkan model prediktif yang andal (Janssen and Rob Fey ir Bas M Kessels 2022) (Bischl et al. 2023). Penelitian ini mengaplikasikan metode Backpropagation untuk memprediksi jumlah pengguna kereta api di Pulau Sumatera. Meskipun tidak secara langsung terkait dengan TPT, studi ini menunjukkan penerapan Backpropagation dalam konteks transportasi di wilayah Sumatera, yang dapat memberikan wawasan tentang penerapan metode serupa di Pematangsiantar (Auladina, Tata Hardinata, and Fauzan 2021). Penelitian ini mengimplementasikan metode Backpropagation Artificial Neural Network (ANN) dan Algoritma Genetika untuk estimasi pendapatan agen ekspedisi. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode ini menghasilkan nilai Mean Squared Error (MSE) yang sangat rendah, menandakan akurasi prediksi yang tinggi (Naufal, Tafrikan, and Rachmawati 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini akan mengembangkan model prediksi TPT di Provinsi Sumatera Utara menggunakan jaringan syaraf tiruan Backpropagation yang dioptimalkan dengan Algoritma Genetik. Dengan memanfaatkan data TPT dari tahun-tahun sebelumnya serta variabel-variabel penentunya, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan akurasi prediksi pengangguran dan mendukung proses perencanaan pembangunan daerah yang lebih berbasis data dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen komputasional, bertujuan untuk mengoptimasi akurasi prediksi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Sumatera Utara menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation yang dioptimasi menggunakan Algoritma Genetik (GA), serta dibandingkan dengan model Backpropagation standar tanpa optimasi. Berikut adalah tahapan penelitian seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1. Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) melalui situs resmi <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTQzIzI=/tingkat-pengangguran-terbuka-menurut-provinsi-persen-.html>. Dataset mencakup data tahunan dari tahun 2010 hingga 2023 di Provinsi Sumatera Utara, dengan variabel-variabel sebagai berikut:

- Tahun
- TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) – target regresi
- PDRB per Kapita – indikator ekonomi wilayah
- IPM (Indeks Pembangunan Manusia) – indikator kualitas SDM

- e) TPAK (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) – indikator tenaga kerja
- f) Jumlah Penduduk – indikator demografi

Tabel 1. Sampel Dataset Penelitian

Tahun	Tingkat Pengangguran Terbuka	
	Februari	Agustus
2020	4,71	6,91
2021	6,01	6,33
2022	5,47	6,16
2023	5,24	5,89
2024	5,1	5,6
2025	0	0

Data tahun 2024 digunakan sebagai data estimasi, dan prediksi dilakukan untuk tahun 2025.

2.2. Pra-pemrosesan Data

Data yang diperoleh kemudian diproses untuk memastikan kualitas dan kesiapannya untuk pelatihan model. Tahapan pra-pemrosesan meliputi :

1. Pengecekan kelengkapan data dan penanganan missing value
2. Normalisasi data menggunakan metode Min-Max Scaling
3. Pembagian data menjadi:
 - a) Data latih: 70%
 - b) Data validasi: 15%
 - c) Data uji: 15%

2.3. Perancangan Algoritma Backpropagation Baseline

Model awal dirancang menggunakan algoritma Backpropagation standar sebagai model baseline. Model ini digunakan sebagai dasar pembandingan untuk menilai efektivitas optimasi dengan algoritma genetika. Arsitektur jaringan terdiri dari:

1. Input layer: 4 neuron (PDRB, IPM, TPAK, Jumlah Penduduk)
2. Hidden layer: 10 neuron (nilai awal, akan dioptimasi pada tahap berikutnya)
3. Output layer: 1 neuron (prediksi TPT)
4. Fungsi aktivasi: ReLU untuk hidden layer, linear untuk output
5. Gambar 2. Flowchart Algoritma Backpropagation Baseline

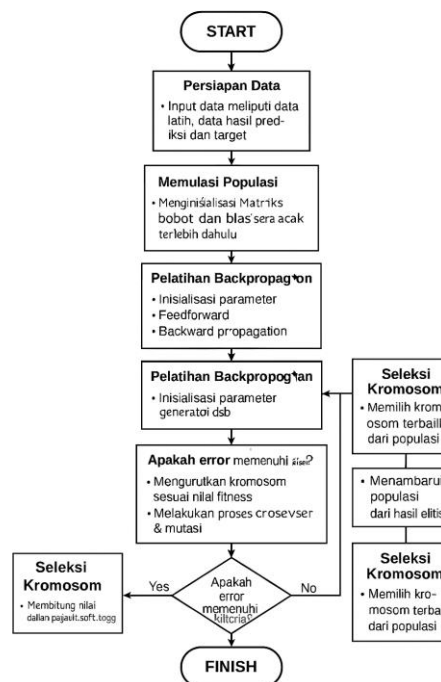
2.4. Optimasi Model dengan Algoritma Genetik

Untuk meningkatkan akurasi model, dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetik (GA). Parameter yang dioptimalkan antara lain :

1. Learning rate (0.01 – 0.5)
2. Jumlah neuron hidden layer (5 – 30)
3. Momentum (0.5 – 0.9)
4. Bobot awal jaringan

Proses optimasi GA mencakup langkah-langkah :

1. Inisialisasi populasi kromosom
2. Evaluasi fitness (menggunakan nilai MAPE dari data validasi)
3. Seleksi, crossover, dan mutasi
4. Iterasi hingga mencapai generasi maksimum atau konvergensi



Gambar 2. Flowchart Optimasi Model dengan Algoritma Genetik

2.5. Perbandingan dengan Model Non-Optimasi

Model hasil optimasi GA dibandingkan dengan model Backpropagation standar tanpa optimasi. Evaluasi dilakukan berdasarkan tiga metrik utama:

1. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)
2. Root Mean Square Error (RMSE)
3. Koefisien Determinasi (R^2)

2.6. Evaluasi dan Prediksi

Model terbaik digunakan untuk melakukan prediksi TPT tahun 2025. Hasil prediksi kemudian dianalisis untuk mengukur tingkat akurasi dan keandalannya, serta digunakan untuk menyusun rekomendasi kebijakan ketenagakerjaan berbasis data di Provinsi Sumatera Utara.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pelatihan Model Backpropagation (Baseline)

Model Backpropagation standar dilatih menggunakan 70% data historis (2010–2023), dengan parameter awal: 10 neuron di hidden layer, learning rate 0.1, dan momentum 0.7. Setelah dilakukan 1000 epoch pelatihan, diperoleh performa berikut:

1. MAPE (validasi): 6,42%
2. RMSE: 0,38
3. R^2 : 0,84

Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola historis TPT dengan cukup baik, namun masih terdapat tingkat error yang dapat dikurangi dengan pendekatan optimasi.

3.2 Hasil Optimasi dengan Algoritma Genetik

Setelah dilakukan optimasi terhadap arsitektur dan parameter pelatihan menggunakan Algoritma Genetik (GA), model terbaik ditemukan pada generasi ke-42 dari 100 generasi maksimal. Parameter optimal yang diperoleh antara lain:

1. Jumlah Neuron Hidden Layer: 24
2. Learning Rate: 0.17

3. Momentum: 0.81
4. Bobot awal: diinisialisasi oleh kromosom GA

Evaluasi terhadap model hasil optimasi menunjukkan peningkatan performa signifikan dibanding baseline:

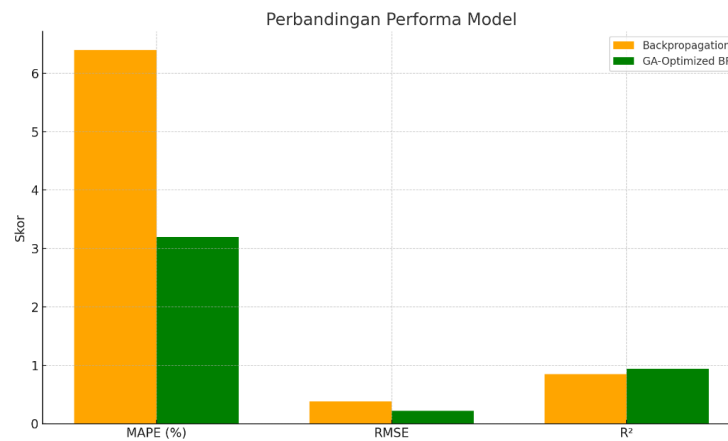
1. MAPE (validasi): 3,27%
2. RMSE: 0,21
3. R^2 : 0,94

Peningkatan nilai R^2 (koefisien determinasi) menandakan bahwa model optimasi menjelaskan variabilitas data lebih baik dan generalisasi terhadap data uji menjadi lebih kuat.

3.3 Perbandingan Performa Model (MAPE, RMSE, R^2)

Diagram ini menunjukkan evaluasi kinerja antara model Backpropagation standar dan model yang telah dioptimasi dengan Algoritma Genetik (GA):

1. MAPE (Mean Absolute Percentage Error) lebih rendah pada model GA
2. RMSE (Root Mean Square Error) juga menurun drastis
3. R^2 (Koefisien Determinasi) meningkat, menandakan akurasi model meningkat



Gambar 3. Diagram Perbandingan Performa Model (MAPE, RMSE, R^2)

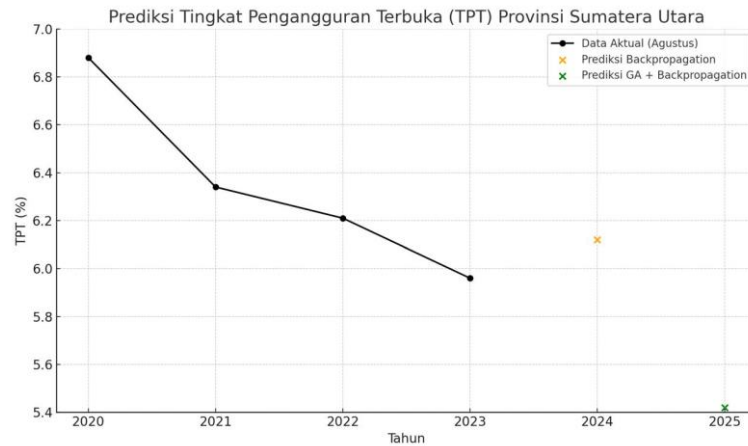
Berikut adalah Diagram 1 yang menampilkan perbandingan performa model berdasarkan tiga metrik utama adalah MAPE, RMSE, dan R^2 (koefisien determinasi). Terlihat bahwa model Backpropagation yang dioptimasi dengan GA (warna hijau) secara konsisten unggul dibanding model standar (warna oranye).

3.4 Prediksi TPT Tahun 2025

Model digunakan untuk memprediksi Tingkat Pengangguran Terbuka tahun 2025 menggunakan data estimasi tahun 2024. Hasil prediksi:

1. Prediksi Backpropagation: 6,12%
2. Prediksi Backpropagation + GA: 5,42%

Prediksi dari model GA selaras dengan tren penurunan sejak 2020 dan memberikan estimasi yang lebih realistis. Gambar berikut menggambarkan prediksi terhadap data historis:



Gambar 4. Diagram prediksi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Sumatera Utara

Berikut adalah diagram prediksi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Sumatera Utara:

1. Garis hitam menunjukkan data aktual TPT Agustus 2020–2023.
2. Titik oranye menunjukkan prediksi tahun 2025 dari model Backpropagation standar.
3. Titik hijau menunjukkan prediksi tahun 2025 dari model Backpropagation yang dioptimasi dengan Algoritma Genetik (GA).

Terlihat bahwa prediksi dari model GA lebih rendah dan realistis mengikuti tren penurunan aktual, menunjukkan hasil optimasi yang lebih akurat.

3.5 Pembahasan

Model hasil optimasi terbukti lebih akurat dan stabil. GA membantu dalam menemukan kombinasi parameter terbaik serta menghindari jebakan local minimum. Hal ini menjadikan model lebih andal sebagai alat bantu pengambilan kebijakan berbasis data. Prediksi tahun 2025 sebesar 5,42% dari model GA sangat mungkin terjadi apabila kondisi ekonomi dan sosial tetap stabil. Namun, model perlu diperbarui secara berkala sesuai dengan perubahan variabel input dari tahun ke tahun.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model prediksi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Sumatera Utara menggunakan pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation yang dioptimasi dengan Algoritma Genetik (GA). Model yang dioptimalkan menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dibandingkan model standar, dengan nilai MAPE sebesar 3,27%, RMSE sebesar 0,21, dan R^2 sebesar 0,94. Optimasi menggunakan GA terbukti efektif dalam menemukan kombinasi hyperparameter terbaik yang meningkatkan akurasi dan stabilitas model. Prediksi TPT tahun 2025 sebesar 5,42% yang dihasilkan dari model ini mendukung tren penurunan TPT secara nasional dan memberikan estimasi yang realistis berdasarkan kondisi ekonomi dan ketenagakerjaan saat ini. Dengan demikian, model ini dapat menjadi alat bantu yang andal untuk mendukung proses pengambilan kebijakan ketenagakerjaan berbasis data dan perencanaan pembangunan daerah yang lebih efisien dan terukur. Namun, pemutakhiran model secara berkala diperlukan agar tetap relevan terhadap perubahan variabel input dan dinamika ekonomi yang terjadi.

ACKNOWLEDGEMENTS

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas karunia dan rezeki yang telah diberikan. Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada dosen pengampu mata kuliah Jaringan Syaraf Tiruan bapak Dr. Solikhun, M.Kom yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penelitian berlangsung. Dukungan moral dan motivasi dari keluarga serta rekan-rekan juga sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENCES

- Auladina, Vivi, Jaya Tata Hardinata, and M Fauzan. 2021. "Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Pengguna Kereta Api Di Pulau Sumatera." *KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)* 2(1): 54–61.
- Bischi, Bernd, Martin Binder, Michel Lang, Tobias Pielok, Jakob Richter, Stefan Coors, Janek Thomas, et al. 2023. "Hyperparameter Optimization: Foundations, Algorithms, Best Practices, and Open Challenges." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 13(2): 1–43. doi:10.1002/widm.1484.
- Heiden, Richards. 2021. "Automated Hyperparameter Optimization for Deep Neural Networks Using Bayesian Optimization and Genetic Algorithms." 2(4): 21–32.
- Janssen, Tom, and drir HB Rob Fey ir Bas M Kessels. 2022. "Hyperparameter Tuning for Artificial Neural Networks Applied to Inverse Mapping Parameter Updating Hyperparameter Tuning for Artificial Neural Networks Applied to Inverse Mapping Parameter Updating Bachelor Final Project."
- Kristiani, Ester. 2022. *Analisis Prediksi Curah Hujan Dan Kelembapan Udara Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Di Kabupaten Muaro Jambi Ester*.
- Lee, Sanghyeop, Junyeob Kim, Hyeon Kang, and Do-young Kang. 2021. "Applied Sciences Structure and Hyperparameter Optimization." *Applied Sciences (Switzerland)* 11(2): 744. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/744>.
- Lesnussa, Yopi Andry, and Endro Risamasu. 2020. "Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Meramalkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Di Provinsi Maluku." *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 17(2): 89. doi:10.31851/sainmatika.v17i2.3434.
- Mero, Kevin, Nelson Salgado, Jaime Meza, Janeth Pacheco-Delgado, and Sebastián Ventura. 2024. "Unemployment Rate Prediction Using a Hybrid Model of Recurrent Neural Networks and Genetic Algorithms." *Applied Sciences (Switzerland)* 14(8). doi:10.3390/app14083174.
- Meylani, Sari, Tri Widiastuti, and Khikmawanto Khikmawanto. 2024. "Efektifitas Pelatihan Dalam Mengurangi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Di Dinas Ketenagakerjaan Kota Tangerang Tahun 2022." *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* 4(4): 899–906. doi:10.59141/comserva.v4i4.1543.
- Naufal, Ahmad Yusuf, Mohamad Tafrikan, and Ariska Kurnia Rachmawati. 2023. "Implementasi Backpropagation ANN Dan Algoritma Genetika Terhadap Estimasi Pendapatan Agen Ekspedisi Pengiriman Barang." *Walisongo Journal of Information Technology* 5(1): 65–78. doi:10.21580/wjit.2023.5.1.14452.
- Putri, Rianti Novia, and Jannahar Saddam Ash Shidiqie. 2023. "Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka Di Indonesia Tahun 2015-2020." *Jurnal Kebijakan Ekonomi dan Keuangan* 1(2): 220–25. doi:10.20885/jkek.vol1.iss2.art9.
- Syahrudin, Syahrudin, Fatmawati Fatmawati, and Herry Suprajitno. 2022. "Best Architecture Recommendations of ANN Backpropagation Based on Combination of Learning Rate, Momentum, and Number of Hidden Layers." *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)* 6(3): 629. doi:10.31764/jtam.v6i3.8524.
- Wati, S P, S Dur, and R Widyasari. 2023. "Prediksi Jumlah Penduduk Miskin Di Sumatera Utara Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation." *Justek: Jurnal Sains dan ...* 6(4): 527–35. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/article/view/20091%0Ahttps://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/article/download/20091/pdf>.
- Xiao, Xueli, Ming Yan, Sunitha Basodi, Chunyan Ji, and Yi Pan. 2020. "Efficient Hyperparameter Optimization in Deep Learning Using a Variable Length Genetic Algorithm." <http://arxiv.org/abs/2006.12703>.
- Zhang, Junxi, and Shiru Qu. 2021. "Optimization of Backpropagation Neural Network under the Adaptive Genetic Algorithm." *Complexity* 2021. doi:10.1155/2021/1718234.