



Implementasi Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Sinjai

Jessica Evonella Napitupulu¹, Solikhun²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia
Jln. Sudirman Blok A No. 1, 2, dan 3 Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail : ¹napitupuluj91@gmail.com, ²solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Article Info

Article history:

Received Dec 13, 2023
Revised Jan 08, 2024
Accepted Jan 10, 2024

Kata Kunci:

Laju Pertumbuhan Penduduk
Prediksi
Kabupaten Sinjai
Backpropagation
Jaringan Syaraf Tiruan

Keywords:

Population Growth Rate
Prediction
Sinjai Regency
Backpropagation
Artificial Neural Network

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai jumlah penduduk terbanyak di dunia sekitar dua ratus juta jiwa dan menduduki urutan keempat setelah Amerika Serikat dalam daftar jumlah penduduk terbanyak di dunia. Pertumbuhan penduduk Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, dan wilayah serta kota menjadi semakin padat penduduknya. Semakin bertambah jumlahnya maka luas wilayah pun semakin berkurang akibat kepadatan penduduk. Penelitian ini membahas tentang penerapan Algoritma Backpropagation dalam prediksi laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Sinjai. Metode Backpropagation digunakan dalam pelatihan model jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan data historis jumlah penduduk serta faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tersebut. Tulisan ini memaparkan hasil penelitian yang bertujuan untuk menerapkan algoritma Backpropagation dalam upaya memprediksi laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Sinjai dari tahun 2013-2021 dengan menggunakan Microsoft Excel dan Matlab versi 2011b untuk pengolahan dan analisis data. Arsitekturnya menggunakan tiga model, yaitu: 4-5-1, 4-10-1, 4-10-1. Model arsitektur yang paling akurat adalah model 4-10-1 yang memiliki Mean Squared Error (MSE) sebesar 0,00000024 dan tingkat akurasi 100% dengan waktu 00:07 pada epoch 247.

ABSTRACT

Indonesia is one of the most populous countries in the world at around two hundred million people and ranks fourth after the United States in the list of the world's largest population. Indonesia's population growth is increasing from year to year, and regions and cities are becoming increasingly densely populated. As the number increases, the area decreases due to population density. This research discusses the application of the Backpropagation Algorithm in predicting the population growth rate in Sinjai Regency. The Backpropagation method is used in training artificial neural network models using historical population data and factors that affect the growth. This paper presents the results of research aimed at applying the Backpropagation algorithm in an effort to predict the population growth rate in Sinjai Regency from 2013-2021 using Microsoft Excel and Matlab version 2011b for data processing and analysis. The architecture uses three models, namely: 4-5-1, 4-10-1, 4-10-1. The most accurate architecture model is the 4-10-1 model which has a Mean Squared Error (MSE) of 0.00000024 and a 100% accuracy rate with time 00:07 at epoch 247.

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license.



Corresponding Author:

Jessica Evonella Napitupulu
Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa
Jln. Sudirman Blok A No. 1, 2, dan 3 Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia
Email: napitupuluj91@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai jumlah penduduk terbanyak di dunia sekitar dua ratus juta jiwa dan menduduki urutan keempat setelah Amerika Serikat dalam daftar jumlah penduduk terbanyak di dunia. Pertumbuhan penduduk Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, dan wilayah serta kota menjadi semakin padat penduduknya. Pertumbuhan penduduk mempengaruhi banyak aspek kehidupan manusia. Pertumbuhan penduduk pada gilirannya mempengaruhi penggunaan sumber daya alam. Oleh karena itu, umat manusia harus melakukan upaya untuk mengendalikan pertumbuhan penduduk. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk dunia termasuk penduduk Indonesia bertambah dengan sangat pesat (Lasarudin & Maku, 2022).

Pertumbuhan penduduk yang tinggi memang dapat memberikan dampak positif dan menjadi faktor penting dalam upaya perluasan kegiatan perekonomian yang dapat meningkatkan produksi dan membuka lebih banyak lapangan kerja. Pertumbuhan penduduk yang pesat khususnya di Indonesia tidak hanya memberikan dampak positif namun juga negatif terhadap berbagai daerah yang tentunya saling berinteraksi satu sama lain. Dampak negatif pertumbuhan penduduk terjadi apabila pertumbuhan penduduk tidak diimbangi dengan sarana dan prasarana yang memadai untuk menjamin kelangsungan hidup dan kesejahteraan penduduk yang terkena dampak. Mengingat banyaknya pekerjaan yang harus dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sinjai dan kebutuhan data yang terkadang mendesak untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk, maka diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksi laju pertumbuhan penduduk (Hutabarat et al., 2020).

Salah satu masalah yang menarik dalam ilmu pengetahuan adalah peramalan atau prediksi, dan masih banyak lagi selain itu. Dalam praktiknya, peramalan atau prediksi biasanya digunakan untuk memprediksi berbagai variabel, termasuk volume aliran sungai, nilai tukar mata uang, dan penjualan. Ada banyak cara untuk membuat prediksi, diantaranya yaitu dengan menggunakan teknik kecerdasan buatan. Salah satu alat yang paling umum digunakan untuk tujuan tersebut adalah Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Supriyanto et al., 2022).

Istilah Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) mengacu pada sistem yang dimodelkan setelah jaringan saraf manusia dan terdiri dari kumpulan unit pemrosesan diskrit. Paradigma pemrosesan informasi yang disebut Jaringan Saraf Tiruan didasarkan pada sistem sel saraf biologis, seperti halnya otak memproses informasi (Manurung et al., 2022). Jaringan Saraf Tiruan berfungsi mirip dengan manusia, yang menggunakan contoh untuk mempelajari cara memecahkan masalah yang mengikuti pola serupa. Sebuah sistem pemrosesan informasi yang dikenal sebagai Artificial Neural Network (ANN) adalah model matematis pemahaman manusia (juga dikenal sebagai kognisi manusia) yang karakteristiknya mirip dengan Jaringan Saraf Biologi (JSB) (Simbolon et al., 2019). Metode penurunan gradient untuk membatasi atau mengurangi kesalahan kuadrat error output (keluaran) merupakan pengertian dari Backpropagation (Arman et al., 2020). Ada 3 tahapan yang harus diselesaikan dalam persiapan jaringan, yaitu tahap perambatan-balik, tahap perambatan maju, dan tahap perubahan bobot dan bias. Terdapat hidden layer, input layer dan output layer didalam arsitektur jaringan ini (Wanto & Windarto, 2017).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Dataset

Mengumpulkan dan menyiapkan data sampel adalah langkah pertama dalam merancang model jaringan saraf tiruan. Data dalam penelitian ini diperoleh dari <https://www.bps.go.id/>. Data yang diperoleh merupakan data Laju Pertumbuhan Penduduk setiap tahun.

Tabel 1. Data Mentah Persentase Laju Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Sinjai

Kecamatan	Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen)								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sinjai Barat	0.73	0.69	0.69	0.68	0.64	0.61	0.60	5.44	0.65
Sinjai Borong	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	9.47	0.55
Sinjai Selatan	0.70	0.66	0.65	0.64	0.61	0.58	0.57	2.65	0.36
Tellu Limpoe	0.78	0.74	0.73	0.72	0.68	0.65	0.64	11.90	1.27
Sinjai Timur	0.83	0.79	0.78	0.77	0.73	0.70	0.69	8.22	0.99

Kecamatan	Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen)								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sinjai Tengah	0.61	0.58	0.57	0.56	0.53	0.50	0.50	3.38	0.35
Sinjai Utara	1.11	1.05	1.04	1.02	0.97	0.93	0.92	5.28	0.96
Bulupoddo	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23	0.21	0.21	9.16	0.58
Pulau Sembilan	0.36	0.32	0.32	0.32	0.30	0.29	0.28	-0.90	-0.29
Kabupaten Sinjai	0.72	0.69	0.68	0.67	0.63	0.61	0.60	6.29	0.73

2.2. Laju Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan suatu penduduk dari waktu ke waktu dan dapat dihitung sebagai perubahan jumlah individu dalam suatu populasi dengan menggunakan “per satuan waktu” sebagai pengukurannya. Meskipun istilah “pertumbuhan populasi” mengacu pada semua spesies, istilah ini selalu mengacu pada manusia dan sering digunakan secara informal untuk mengartikan pertumbuhan populasi dan nilai demografis pertumbuhan populasi dunia. Pengertian lainnya adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu setiap tahunnya. Kegunaannya adalah untuk memprediksi populasi masa depan suatu daerah. Laju pertumbuhan penduduk adalah angka yang menunjukkan laju pertumbuhan penduduk tahunan selama periode tertentu. Angka ini dinyatakan sebagai persentase dari jumlah penduduk dasar.

2.3. Algoritma Backpropagation

Backpropagation merupakan bagian Algoritma untuk mengurangi nilai minimum. Kesalahan karena penyesuaian bobot yang tepat untuk menentukan tujuan. Backpropagation adalah metode sistematis untuk melatih ANN multilayer. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang mengurangi tingkat kesalahan dengan menyesuaikan bobot berdasarkan selisih antara keluaran dan tujuan yang diinginkan. Backpropagation memiliki tiga lapisan dalam proses pelatihan, yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran, itulah sebabnya propagasi mundur disebut sebagai algoritma pelatihan multilayer (Wanto & Windarto, 2017).

Algoritma ini cocok untuk memecahkan berbagai permasalahan. Backpropagation adalah algoritma pembelajaran yang biasa digunakan dalam perceptron multilayer yang memungkinkan dapat mengubah bobot yang terkait dengan neuron di lapisan tersembunyi. Jaringan saraf tiruan Backpropagation paling mudah dipahami dan memiliki konsep pembelajaran yang lebih sederhana dibandingkan metode (Roynaldi et al., 2021).

3. HASIL AND PEMBAHASAN

3.1. Normalisasi Data

Dalam melakukan pelatihan dan pengujian, terlebih dahulu dilakukan normalisasi untuk mempermudah melakukan pelatihan dan pengujian data. Formula normalisasi dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

x' = Hasil normalisasi

0.8 = Nilai default normalisasi nilai optimum

x = Data yang akan di normalisasi

a = Data minimum

b = Data maksimum

0.1 = Nilai default normalisasi nilai minimum

Tabel 2. Data *Training* Laju Pertumbuhan Penduduk Sebelum Di Normalisasi

2014	2015	2016	2017	Target
------	------	------	------	--------

2014	2015	2016	2017	Target
0,69	0,69	0,68	0,64	0,64
0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
0,66	0,65	0,64	0,61	0,61
0,74	0,73	0,72	0,68	0,68
0,79	0,78	0,77	0,73	0,73
0,58	0,57	0,56	0,53	0,53
1,05	1,04	1,02	0,97	0,97
0,25	0,25	0,24	0,23	0,23
0,32	0,32	0,32	0,3	0,3
0,69	0,68	0,67	0,63	0,63

Tabel 3. Data *Training* Laju Pertumbuhan Penduduk Setelah Normalisasi

2014	2015	2016	2017	Target
0,5727	0,5727	0,5636	0,5273	0,5273
0,1182	0,1182	0,1091	0,1000	0,1000
0,5455	0,5364	0,5273	0,5000	0,5000
0,6182	0,6091	0,6000	0,5636	0,5636
0,6636	0,6545	0,6455	0,6091	0,6091
0,4727	0,4636	0,4545	0,4273	0,4273
0,9000	0,8909	0,8727	0,8273	0,8273
0,1727	0,1727	0,1636	0,1545	0,1545
0,2364	0,2364	0,2364	0,2182	0,2182
0,5727	0,5636	0,5545	0,5182	0,5182

Tabel 4. Data *Testing* Laju Pertumbuhan Penduduk Sebelum Normalisasi

2018	2019	2020	2021	Target
0,61	0,6	5,44	0,65	0,65
0,16	0,16	9,47	0,55	0,55
0,58	0,57	2,65	0,36	0,36
0,65	0,64	11,9	1,27	1,27
0,7	0,69	8,22	0,99	0,99
0,5	0,5	3,38	0,35	0,35
0,93	0,92	5,28	0,96	0,96
0,21	0,21	9,16	0,58	0,58
0,29	0,28	-0,9	-0,29	-0,29
0,61	0,6	6,29	0,73	0,73

Tabel 5. Data *Testing* Laju Pertumbuhan Penduduk Setelah Normalisasi

2018	2019	2020	2021	Target
0,1944	0,1938	0,4963	0,1969	0,1969

2018	2019	2020	2021	Target
0,1663	0,1663	0,7481	0,1906	0,1906
0,1925	0,1919	0,3219	0,1788	0,1788
0,1969	0,1963	0,9000	0,2356	0,2356
0,2000	0,1994	0,6700	0,2181	0,2181
0,1875	0,1875	0,3675	0,1781	0,1781
0,2144	0,2138	0,4863	0,2163	0,2163
0,1694	0,1694	0,7288	0,1925	0,1925
0,1744	0,1738	0,1000	0,1381	0,1381
0,1944	0,1938	0,5494	0,2019	0,2019

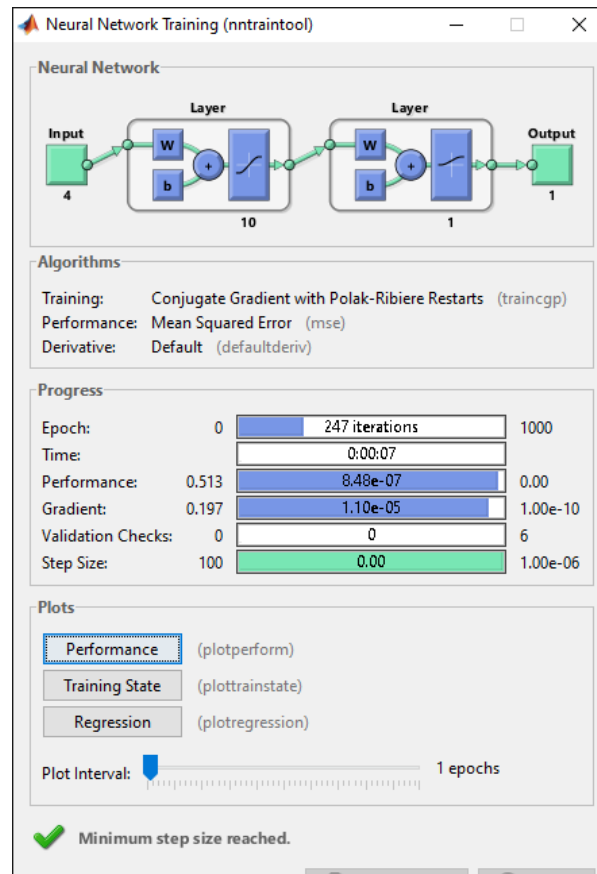
3.2. Pelatihan dan Pengujian

Pada penelitian ini menggunakan 3 (tiga) model arsitektur pelatihan dan pengujian data yakni 4-5-1, 4-10-1, 4-15-1. Pelatihan dan pengujian ke 3 arsitektur dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6. Model Arsitektur

Arsitektur	Epoch	Waktu	MSE	Akurasi
4-5-1	160	00:05	0,02647684	40%
4-10-1	247	00:07	0,00000024	100%
4-15-1	187	00:05	0,00588629	40%

Berdasarkan tingkat akurasi pengujian dan Pelatihan 3 model arsitektur maka dapat disimpulkan bahwa model arsitektur 4-10-1 dengan epoch sebesar 247 iterasi dalam waktu 00:07 menghasilkan tingkat akurasi terbesar yakni 100% merupakan model arsitektur terbaik untuk digunakan dalam proses estimasi tahun berikutnya.



Gambar 1. Pelatihan Menggunakan Model Arsitektur 4-10-1

Tabel 7. Hasil Prediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Tahun 2022-2023

Kecamatan	Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen)										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Sinjai Barat	0.73	0.69	0.69	0.68	0.64	0.61	0.60	5.44	0.65	0,41	0,32
Sinjai Borong	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	9.47	0.55	0,40	0,32
Sinjai Selatan	0.70	0.66	0.65	0.64	0.61	0.58	0.57	2.65	0.36	0,39	0,32
Tellu Limpoe	0.78	0.74	0.73	0.72	0.68	0.65	0.64	11.90	1.27	0,46	0,32
Sinjai Timur	0.83	0.79	0.78	0.77	0.73	0.70	0.69	8.22	0.99	0,44	0,32
Sinjai Tengah	0.61	0.58	0.57	0.56	0.53	0.50	0.50	3.38	0.35	0,38	0,32
Sinjai Utara	1.11	1.05	1.04	1.02	0.97	0.93	0.92	5.28	0.96	0,43	0,36
Bulupoddo	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23	0.21	0.21	9.16	0.58	0,40	0,32
Pulau Sembilan	0.36	0.32	0.32	0.32	0.30	0.29	0.28	-0.90	-0.29	0,34	0,32
Kabupaten Sinjai	0.72	0.69	0.68	0.67	0.63	0.61	0.60	6.29	0.73	0,41	0,32

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah di paparkan, penulis dapat menyimpulkan bahwa :

- Dari tabel prediksi, dapat dilihat bahwa persentase Laju Pertumbuhan Penduduk di Kabupaten Sinjai tahun 2022-2023 mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya.
- Dengan menggunakan model arsitektur 4-10-1 dapat melakukan prediksi dengan MSE 0,00000024 dan akurasi 100%

REFERENCES

- Arman, S. A., Terisia, V., & Gumelar, R. To. (2020). Penerapan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Pasien Pra-Kanker Serviks (Studi Kasus Di Puskesmas Padang Pasir). *JuTech*, 1(1).
- Hutabarat, M. A. P., Handrizal, H., & Jalaluddin, J. (2020). Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Pematang Bandar Berdasarkan Nagori/Kelurahan. *Journal of Information System Research (JOSH)*, Volume 1(2), 63–69.
- Lasarudin, A., & Maku, R. (2022). Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Menggunakan Algoritma Neural Network (NN). *Jurnal Ilmu Komputer (JUIK)*, 2(2), 37. <https://doi.org/10.31314/juik.v2i2.1715>
- Manurung, S. F., Andriansya, A., Permana, J., & Pangestu, R. (2022). Pemanfaatan Algoritma JST untuk Menentukan Model Prediksi Umur Harapan Hidup Saat Lahir. *Jurnal Ilmu Komputer*, 1(1), 19–35. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i1.9>
- Roynaldi, M., Simanjuntak, M., & Khair, H. (2021). Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran Di Kota Binjai Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *JTIK (Jurnal Teknik ...)*, 5(1). <https://www.jurnal.kaputama.ac.id/index.php/JTIK/article/view/419>
- Simbolon, I. A. R., Yatussa'ada, F., & Wanto, A. (2019). Penerapan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Persentase Penduduk Buta Huruf di Indonesia. *Jurnal Informatika Upgris*, 4(2). <https://doi.org/10.26877/jiu.v4i2.2423>
- Supriyanto, S., Sunardi, S., & Riadi, I. (2022). Penerapan JST Backpropagation untuk Prediksi Siswa Penerima Bantuan. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(2), 952. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i2.3870>
- Wanto, A., & Windarto, A. P. (2017). Analisis Prediksi Indeks Harga Konsumen Berdasarkan Kelompok Kesehatan Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika Sinkron*, 2(2), 37–43. <https://zenodo.org/record/1009223#.Wd7norlTbhQ>