



Kajian Model Backpropagation dan Hybrid ANFIS Dalam Memprediksi Pertumbuhan Penduduk di Kabupaten Karawang

Tatang Rohana* Jamaludin Indra, Gugy Guztaman Munzi

Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Buana Perjuangan, Karawang

Jalan Ronggo Waluyo Sirnabaya, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}tatang.rohana@ubpkarawang.ac.id, ²jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id, ³gugy.guztaman@ubpkarawang.ac.id

Email Penulis Korespondensi: tatang.rohana@ubpkarawang.ac.id

Submitted: 18/12/2022; Accepted: 20/12/2022; Published: 21/01/2023

Abstrak-Prediksi laju pertumbuhan penduduk merupakan suatu proses memperkirakan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Prediksi dilakukan agar pemerintah dapat menyiapkan langkah – langkah strategis dalam mengantisipasi dampak negatif dari lonjakan penduduk yang tidak terkendali. Data penelitian ini adalah jumlah penduduk Kabupaten Karawang mulai dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Backpropagation dan Hybrid ANFIS adalah model yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai RMSE dan sebaran data yang terbentuk dari hasil training model Backpropagation dan Hybrid ANFIS dalam memprediksi laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karawang. Selain itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat akurasi dari kedua model tersebut. Langkah penelitian diawali dengan validasi data penelitian, preprocessing, pelatihan dan pengujian, serta uji akurasi. Pengujian akurasi menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Model Backpropagation dan Hybrid dalam memprediksi laju pertumbuhan penduduk berhasil dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil training kedua model tersebut. Model Backpropagation memiliki RMSE terbaik sebesar 0,0328 dan Hybrid memiliki RMSE terbaik sebesar 0,021884. Hasil analisa akurasi prediksi laju pertumbuhan penduduk untuk tahun 2019 dan 2020 yang sudah dilakukan, kedua model memiliki tingkat akurasi yang baik. Backpropagation memiliki tingkat akurasi rata – rata sebesar 84,76 %, sedangkan model Hybrid memiliki tingkat akurasi rata – rata sebesar 93,71 %. Berdasarkan hasil pengujian akurasi, maka model Hybrid memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan model Backpropagation.

Kata Kunci: Prediksi; Pertumbuhan Penduduk; Backpropagation; Hybrid; ANFIS

Abstract-Population growth rate prediction is a process of estimating the population in the future. Predictions are made so that the government can prepare strategic steps in anticipating the negative impact of an uncontrolled population increase. The research data is the population of Karawang Regency from 2011 to 2020. Backpropagation and Hybrid ANFIS are the models used in this study. The purpose of this study was to determine the RMSE value and scatter data formed from the results of the ANFIS Backpropagation and Hybrid training models in predicting population growth rates in Karawang Regency. In addition, this study is intended to determine the level of accuracy of the two models. The research step begins with research data validation, preprocessing, training and testing, as well as accuracy testing. Accuracy testing uses the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method. Backpropagation and Hybrid models in predicting the rate of population growth have worked well. This can be seen from the training results of the two models. Backpropagation model has the best RMSE of 0.0328 and Hybrid has the best RMSE of 0.021884. The results of the analysis of the accuracy of predicting population growth rates for 2019 and 2020 that have been carried out, both models have a good level of accuracy. Backpropagation has an average accuracy rate of 84.76%, while the Hybrid model has an average accuracy rate of 93.71%. Based on the results of accuracy testing, the Hybrid model has a better level of accuracy than the Backpropagation model.

Keywords: Prediction; Population Growth; Backpropagation; Hybrid; Anfis

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki jumlah penduduk terbanyak di dunia. Jumlah penduduk di Tanah Air pun terus mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk di Tanah Air sebanyak 255,58 juta jiwa pada pertengahan tahun 2015. Jumlah itu kemudian naik menjadi 258,49 juta jiwa pada pertengahan 2016. Jumlah penduduk Indonesia pun kembali mengalami pertumbuhan pada pertengahan 2017 menjadi 261,355 juta jiwa. Lalu, jumlah penduduk RI naik lagi menjadi 264,16 juta jiwa pada pertengahan 2018 dan menjadi 266,91 juta jiwa pada pertengahan 2019. Laju pertumbuhan yang pesat dapat berdampak ke semua bidang, diantaranya pertumbuhan perekonomian, kualitas kehidupan kesehatan dan kesejahteraan, serta bidang pendidikan. Dalam mengatasi permasalahan kependudukan yang mungkin akan terjadi di masa yang akan datang, perlu dibuat perencanaan – perencanaan strategis untuk mengatur dan mengendalikan jumlah penduduk yang tidak terkendali sehingga berdampak buruk terhadap perkembangan dan kemajuan suatu negara. Salah satu hal yang perlu dilakukan dalam masalah kependudukan adalah memprediksi laju pertumbuhan penduduk, supaya pemerintah bisa mengantisipasi kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang. [1] Karena pertumbuhan penduduk semakin bertambah, maka banyak yang harus dipersiapkan untuk mengatasi dampak dan masalah yang diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk yang semakin besar.

Kabupaten Karawang merupakan salah satu Kabupaten di wilayah Indonesia yang pertumbuhan penduduknya cukup tinggi. Hal ini terbukti berdasarkan hasil sensus penduduk yang digelar Badan Pusat Statistik (BPS) Karawang pada tahun 2020, tercatat jumlah penduduk Karawang mencapai 2,44 juta jiwa. Dari jumlah penduduk tersebut, telah terjadi penambahan penduduk hingga 311,29 ribu jiwa pada tahun itu. Begitu juga pada

tahun ini, penambahan penduduk diprediksi masih terus terjadi. Sementara dilihat dari penyebarannya, dari 30 kecamatan yang ada di Kabupaten Karawang, kepadatan penduduk hanya terjadi di sejumlah kecamatan, khususnya di kecamatan yang berdekatan dengan zona dan kawasan industri. Seiring dengan itu, Karawang juga dihadapkan dengan kasus pengangguran. Karena dalam beberapa kesempatan terungkap, masih banyak warga Karawang yang sulit kerja. Belum lagi masalah kesejahteraan yang menurun karena pertumbuhan penduduk di kabupaten Karawang berdampak pada daya beli yang dipengaruhi oleh banyaknya usia penduduk produktif yang belum bekerja. Terdapat tujuh konsekuensi negatif dari pertumbuhan penduduk [2], yaitu dampak-dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi, kemiskinan dan ketimpangan pendapat, lingkungan hidup, kesehatan, pendidikan, ketersediaan bahanpangan, serta migrasi internasional Kondisi ini tentu harus menjadi perhatian serius bagi Pemerintah Daerah Kabupaten karawang, menyiapkan langkah – langkah yang positif untuk mengatasi masalah pertumbuhan penduduk yang cukup besar ini. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah melakukan prediksi pertumbuhan penduduk supaya bisa diantisipasi dampak dan solusinya.

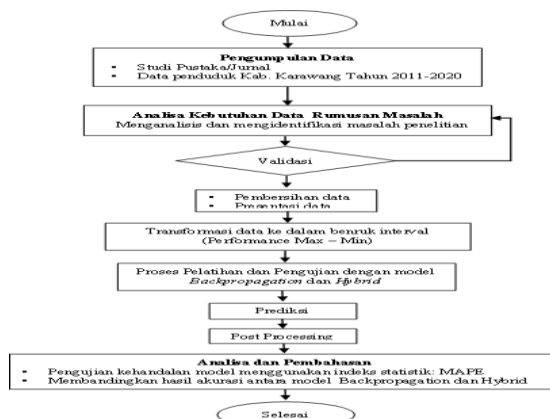
Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang prediksi penduduk maupun model yang menggunakan Backpropagation dan Hybrid sudah banyak dilakukan.. Diantaranya, [3] melakukan penelitian tentang prediksi mahasiswa baru menggunakan model ANFIS, dimana hasilnya model Backpropagation memiliki tingkat kesalahan prediksi berdasarkan MAPE sebesar 0,156364, dan model Hybrid sebesar 0,09516. [4] Melakukan penelitian menggunakan model Hybrid dalam memprediksi penyebaran Covid-19 di Wilayah Jawa Barat, hasil dari penelitian ini memiliki rata rata tingkat kesalahan sebesar 0,2061 atau 20,6%. Penelitian [5] mendapatkan hasil nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pengujian untuk seluruh produk di bawah batas toleransi error atau di bawah 20%. [6] melakukan penelitian tentang prediksi pertumbuhan penduduk dengan model Backpropagation dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar dan fungsi linear, dengan hasil akurasi yang diperoleh mencapai 97% atau merupakan yang tertinggi. [7] Penelitian memprediksi kedatangan wisatawan asing menggunakan algoritma Backpropagation. Hasilnya Backpropagation dapat membantu dalam prediksi jumlah kedatangan wisatawan asing di Kepulauan Mentawai, dengan tingkat akurasi 91,5%. Penelitian lainnya [8] adalah model Backpropagation digunakan untuk memprediksi hasil tanaman sayuran, dengan hasil penelitiannya tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 75,0% pada model arsitektur 2-1-1.

[9] Melakukan penelitian menggunakan algoritma Backpropagation untuk memprediksi produksi padi. Dari implementasi sistem yang dirancang, dengan menggunakan k-fold cross validation didapatkan hasil RMSE terbesar dan terkecil pada percobaan 1 dan percobaan 2 dengan nilai RMSE 11.712 dan 5.826 dengan rata – rata RMSE seluruh percobaan 8.2126. Penelitian – penelitian lain dengan menggunakan model Backpropagation dan Hybrid ANFIS nilai akurasinya cukup baik [8], [10], [11], [12]. Peneliti lain [13], model ANFIS digunakan dalam peramalan jumlah wistawan dengan hasil penelitiannya, peramalan jumlah wisatawan dengan menggunakan ANFIS cukup bagus dengan menghasilkan nilai RMSE 123.3029. Dari uraian beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan model Backpropagation dan Hybrid ANFIS tentang prediksi, perbedaan tingkat akurasi model Backpropagation dan Hybrid ANFIS cukup jauh. Hal ini merupakan salah satu tujuan dari penelitian ini dilakukan, yaitu untuk mengkaji apakah model Backpropagation memiliki tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan model Hybrid. Selain itu juga, penelitian ini menjadi gambaran atau kajian bagi pemerintah daerah Kabupaten Karawang dalam memprediksi pertumbuhan penduduknya, sehingga Pemda Karawang bisa mengantisipasi dan mempersiapkan dampak – dampak yang akan terjadi dalam pertumbuhan penduduk yang terus meningkat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, tahapan yang dilakukan meliputi langkah - langkah seperti gambar berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian



Tahapan dari penelitian di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Mengumpulkan Data dan Penentuan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan bertahap dalam rentang waktu 5 bulan (April 2022 – Agustus 2022). Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data yang diambil dari Badan Pusat Statistik Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang. Penentuan objek penelitian didasarkan atas permasalahan pertumbuhan jumlah penduduk Kabupaten Karawang yang terus meningkat, sehingga perlu dilakukan tindakan preventif untuk mengantisipasi dampak – dampak yang akan terjadi. Salah satunya dengan melakukan prediksi pertumbuhan penduduk.

b. Analisa Kebutuhan Dan Rumusan Masalah

Langkah berikutnya melakukan Analisa kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian ini. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan sistem dan perangkat yang digunakan dalam penelitian. Dalam tahap ini juga melakukan rumusan masalah penelitian. Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini, meliputi :

1. Bagaimana menerapkan model Backpropagation dan Hybrid Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam memprediksi pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karawang.
2. Bagaimana menganalisis data training dan data uji dari model Backpropagation dan Hybrid.
3. Bagaimana cara mengukur akurasi dan sebaran data yang terbentuk dari model Backpropagation dan Hybrid yang dihasilkan.

c. Pembersihan Data

Tahap pembersihan data perlu dilaksanakan. Hal Ini untuk memastikan data yang digunakan sudah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, menghasilkan data yang berkualitas sehingga bisa menghasilkan informasi yang benar, dapat dijelaskan, dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

d. Pra Pemrosesan Data

Data penelitian yang sudah diperoleh dinormalisasi terlebih dahulu. Hal ini dilakukan supaya data yang digunakan dibersihkan dari kesalahan dan tidak konsisten. Kemudian data ditransformasi ke dalam bentuk min-max. Tujuan dari normalisasi agar data yang digunakan tidak terlalu besar, sehingga menjadi data set yang berada dalam rentang [0,1]. Normalisasi ini menggunakan rumus Min - Max. [14]

$$Z = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot (B_{\max} - B_{\min}) + B_{\min} \tag{1}$$

Misalkan data input X dengan jumlah data n, X_1, X_2, \dots, X_n . dengan :

- X = nilai input
- X_{\min} = nilai X minimal
- X_{\max} = nilai X maksimal
- B_{\max} = nilai interval tertinggi
- B_{\min} = nilai interval terkecil

e. Proses Pelatihan dan Pengujian

Proses ini menggunakan tools Matlab R2018a. Proses pelatihan data dilakukan menggunakan arsitektur sistem Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) yang memiliki 5 lapisan utama.

f. Prediksi

Langkah selanjutnya melakukan proses prediksi terhadap objek penelitian. Proses pengujian didasarkan atas hasil dari Root Mean Square Error (RMSE) yang diperoleh dari proses pelatihan yang sudah dilakukan.

g. Analisis dan Pembahasan

Langkah terakhir dari penelitian ini melakukan analisa hasil dari proses prediksi. Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil akurasi prediksi atas jumlah pertumbuhan penduduk, baik model Backpropagation maupun Hybrid. Untuk mengetahui keakuratan dari kedua model tersebut, digunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Pada metode ini, nilai kesalahan dicari dengan cara menemukan error absolutnya untuk setiap periode, kemudian dihitung persentase kesalahan rata-rata secara multak. Persamaannya adalah :

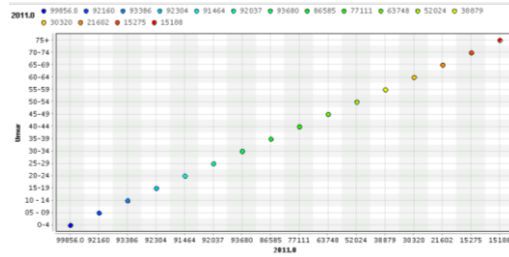
$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \times 100 \tag{2}$$

Keterangan :

- n : Total periode data
- Y_t : nilai aktual untuk periode t
- \hat{Y}_t : nilai prediksi untuk periode t

2.2 Objek Penelitian

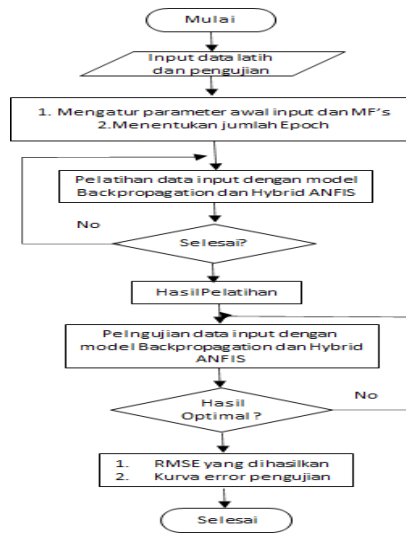
Dalam penelitian ini objek yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karawang. Data yang diperoleh adalah jumlah penduduk Kabupaten Karawang dari tahun 2011 sampai 2020, dimana data tersebut sebelumnya divalidasi. Selanjutnya akan diolah dengan pengolahan awal (pra proses) dengan cara data cleaning dan dinormalisasi, sebelum dipakai sebagai sumber data analisis pada penelitian ini. Hasil pengolahan awal tersebut, selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan model Backpropagation dan Hybrid sebagai model untuk melakukan proses prediksi.



Gambar 2. Sebaran Penduduk Kabupaten Karawang Tahun 2011-2020

2.3 Model Analisis Data

Model analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ialah Backpropagation dan Hybrid Adaptive Neuro Fuzzy Inferences System (ANFIS). Data set yang dipakai dalam proses pembelajaran (training) terdiri dari beberapa bagian, yaitu data input, parameter ANFIS, dan data uji yang berada pada proses training ANFIS. Training dengan ANFIS menggunakan algoritma belajar hybrid, algoritma ini menggabungkan dua metode Least-squares estimator (LSE), yaitu pada alur maju dan Error Backpropagation (EBP). Pada proses analisa, data set terbagi kedalam 2 bagian, yaitu data training dan data testing. Tahapan model Adaptive Neuro Fuzzy Inferences System (ANFIS) dijelaskan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Proses Analisis Model ANFIS

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Awal

Data set yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, kemudian divalidasi dengan Dinas Kependudukan Kabupaten Karawang. Data penduduk yang diambil mulai dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Proses awal ini dilakukan untuk mengubah raw data menjadi informasi yang lebih bersih dan siap untuk digunakan, sebab data yang dipakai tidak selamanya siap untuk diolah. Proses pra pengolahan data ini terdiri dari

3.1.1. Pembersihan Data

Pembersihan data ini bertujuan untuk meminimalisir data yang salah. Proses pembersihan data menggunakan aplikasi Rapidminer.

Role	Name	Type	Statistics	Range	Missings
regular	Umur	polynomial	mode = 0-4 (1), least = 0-4 (1)	0-4 (1), 05 - 09 (1), 10 - 14 (1),	0
regular	2011.0	polynomial	mode = 99856.0 (1), least = 95	99856.0 (1), 92 160 (1), 93 386 0	
regular	2012.0	polynomial	mode = 101 087 (1), least = 10	101 087 (1), 93 332 (1), 94 622 0	
regular	2013.0	polynomial	mode = 102 279 (1), least = 10	102 279 (1), 94 470 (1), 95 827 0	
regular	2014.0	polynomial	mode = 103 412 (1), least = 10	103 412 (1), 95 560 (1), 96 979 0	
regular	2015.0	polynomial	mode = 104 484 (1), least = 10	104 484 (1), 96 588 (1), 98 072 0	
regular	2016.0	polynomial	mode = 105 496 (1), least = 10	105 496 (1), 97 564 (1), 99 116 0	
regular	2017.0	polynomial	mode = 106 452 (1), least = 10	106 452 (1), 98 488 (1), 100 10 0	
regular	2018.0	polynomial	mode = 107 344 (1), least = 10	107 344 (1), 99 357 (1), 101 03 0	
regular	2019.0	polynomial	mode = 108 174 (1), least = 10	108 174 (1), 100 166 (1), 101 9 0	
regular	2020.0	polynomial	mode = 108 941 (1), least = 10	108 941 (1), 100 918 (1), 102 7 0	

Gambar 4. Hasil Pembersihan Data

Dari hasil cleaning data, tidak ditemukan kesalahan atau missing, sehingga data layak untuk digunakan pada penelitian ini.

3.1.2. Normalisasi Data

Data yang akan diolah ke dalam jaringan, sebelumnya dilakukan dulu proses transformasi menjadi bentuk data interval min-max atau sering disebut dengan istilah normalisasi. Kumpulan data dalam bentuk tabel tersebut dinormalisasi menjadi data yang berada dalam selang atau rentang [0,1]. Persamaan yang digunakan pada proses normalisasi menggunakan rumus Min - Max [14].

Tabel 1. Data Set Hasil Normalisasi Min-Max

Usia	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0-4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
05 - 09	0,9110	0,9114	0,9118	0,9117	0,9126	0,9130	0,9134	0,9138	0,9143	0,9147
10 - 14	0,8062	0,9268	0,9278	0,9257	0,9297	0,9306	0,9316	0,9325	0,9335	0,9344
15-19	0,8269	0,9409	0,9414	0,9419	0,9424	0,9429	0,9434	0,9439	0,9444	0,9449
20-24	0,8227	0,9444	0,9438	0,9434	0,9428	0,9423	0,9417	0,9412	0,9407	0,9402
25-29	0,7935	0,9108	0,9103	0,9104	0,9091	0,9085	0,9079	0,9073	0,9067	0,9061
30-34	0,7920	0,9090	0,9084	0,9062	0,9072	0,9066	0,9060	0,9053	0,9047	0,9040
35-39	0,7318	0,8403	0,8402	0,8421	0,8399	0,8397	0,8395	0,8394	0,8392	0,8389
40-44	0,6455	0,7416	0,7419	0,7493	0,7425	0,7427	0,7430	0,7432	0,7434	0,7436
45-49	0,5110	0,5875	0,5881	0,5987	0,5894	0,5900	0,5907	0,5913	0,5919	0,5924
50-54	0,3924	0,4514	0,4521	0,4608	0,4535	0,4541	0,4548	0,4554	0,4561	0,4567
55-59	0,2680	0,3085	0,3091	0,3175	0,3104	0,3109	0,3115	0,3121	0,3127	0,3133
60-64	0,1723	0,1984	0,1989	0,2075	0,1999	0,2004	0,2009	0,2013	0,2018	0,2023
65-69	0,0799	0,0920	0,0923	0,0952	0,0928	0,0931	0,0933	0,0936	0,0938	0,0941
70-74	0,0097	0,0112	0,0112	0,0111	0,0112	0,0112	0,0112	0,0111	0,0111	0,0111
75+	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

3.2 Pelatihan Dan Pengujian

3.2.1 Pelatihan Data

Data yang sudah dikonversi ke bentuk min-max, selanjutnya akan diolah untuk proses training (pelatihan) data dan testing (pengujian) dengan model Backpropagation dan Hybrid. Data set dibagi dua bagian, yaitu data latih dan data uji. Data jumlah penduduk tahun 2011 sampai dengan tahun 2018 dijadikan data latih, sedangkan data jumlah penduduk dari tahun 2019 dan tahun 2020 dijadikan data uji.

Tabel 2. Data Latih

Usia	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
0-4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
05 - 09	0,9110	0,9114	0,9118	0,9117	0,9126	0,9130	0,9134	0,9138
10 - 14	0,8062	0,9268	0,9278	0,9257	0,9297	0,9306	0,9316	0,9325
15-19	0,8269	0,9409	0,9414	0,9419	0,9424	0,9429	0,9434	0,9439
20-24	0,8227	0,9444	0,9438	0,9434	0,9428	0,9423	0,9417	0,9412
25-29	0,7935	0,9108	0,9103	0,9104	0,9091	0,9085	0,9079	0,9073
30-34	0,7920	0,9090	0,9084	0,9062	0,9072	0,9066	0,9060	0,9053
35-39	0,7318	0,8403	0,8402	0,8421	0,8399	0,8397	0,8395	0,8394
40-44	0,6455	0,7416	0,7419	0,7493	0,7425	0,7427	0,7430	0,7432
45-49	0,5110	0,5875	0,5881	0,5987	0,5894	0,5900	0,5907	0,5913
50-54	0,3924	0,4514	0,4521	0,4608	0,4535	0,4541	0,4548	0,4554
55-59	0,2680	0,3085	0,3091	0,3175	0,3104	0,3109	0,3115	0,3121
60-64	0,1723	0,1984	0,1989	0,2075	0,1999	0,2004	0,2009	0,2013
65-69	0,0799	0,0920	0,0923	0,0952	0,0928	0,0931	0,0933	0,0936
70-74	0,0097	0,0112	0,0112	0,0111	0,0112	0,0112	0,0112	0,0111
75+	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

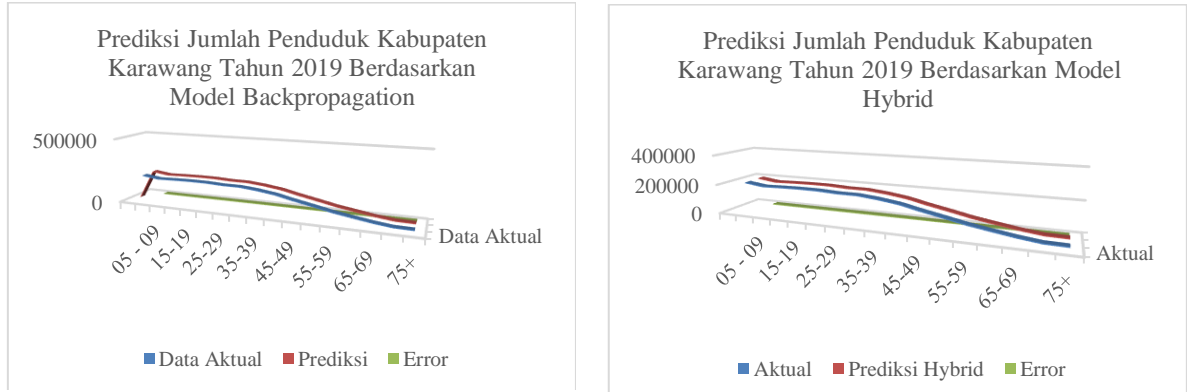


Gambar 5. Proses dan Hasil Training Error Model Backpropagation dan Hybrid

Dari pelatihan model yang sudah dilakukan di atas, tingkat kesalahan model Backpropagation memiliki nilai RMSE terbaik sebesar 0,0328 dari 20 epoch yang dilakukan. Sedangkan model Hybrid memiliki nilai RMSE terbaik sebesar 0,021884.

3.3 Proses Prediksi

Proses berikutnya adalah proses prediksi data. Uji prediksi ini merupakan penerapan hasil pelatihan data yang dilakukan pada proses sebelumnya. Data yang digunakan dalam proses prediksi ini adalah jumlah penduduk tahun 2019 dan 2020



Gambar 6. Perbandingan Hasil Prediksi Model Backpropagation Dan Model Hybrid Tahun 2019

3.4 Analisa Dan Pembahasan

Proses selanjutnya adalah mengukur kinerja dari model Backpropagation dan Hybrid. Caranya dengan mencari tingkat kesalahan (error) dari model tersebut. Dalam mengukur tingkat akurasi prediksi digunakan teknik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Pada metode ini, nilai kesalahan dicari dengan cara menemukan error absolutnya untuk setiap periode, kemudian dihitung rata – rata dari absolute percentage error-nya. Persamaannya

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \times 100 \tag{3}$$

Tabel 3. Nilai Mean Absolute Percentage Error Prediksi Tahun 2019

Data Aktual	Prediksi Backpro	Prediksi Hybrid	MAPE Backpropagation	MAPE Hybrid
221608	227349	224914	0,0252531	0,008258162
205140	210369	208114	0,0248541	0,007412297
208833	214063	211766	0,0244308	0,006507797
210937	216303	213985	0,0248092	0,007320881
210218	215754	213445	0,0256598	0,009114581
203690	209069	206832	0,0257292	0,009274845
203303	208678	206446	0,0257581	0,009342168
190718	195679	193583	0,0253509	0,008489441
172331	176730	174835	0,0248893	0,007483979
143222	146781	145205	0,0242441	0,006123825
117150	120009	118719	0,0238201	0,005234665
89615	91758	90771	0,0233520	0,004219969
68317	69916	69164	0,0228735	0,00323411
47580	48670	48145	0,0223899	0,002187282
31697	32415	32066	0,0221491	0,00170054
29556	30220	29894	0,0219562	0,00102102
		MAPE Backpro	2,42200	0,15137
		MAPE Hybrid	0,60578	0,03786
		Akurasi Backpropa		0,84863
		Akurasi Hybrid		0,96214

Tabel 4. Nilai Mean Absolute Percentage Error Prediksi Tahun 2020

Data Aktual	Prediksi Backpro	Prediksi Hybrid	MAPE Backpropagation	MAPE Hybrid
223057	228927	226489	0,0256421	0,015154703



Data Aktual	Prediksi Backpro	Prediksi Hybrid	MAPE Backpropagation	MAPE Hybrid
206571	211918	209661	0,0252324	0,014736196
210388	215736	213437	0,0247916	0,014285851
212418	217907	215586	0,0251900	0,0146928
211500	217158	214846	0,0260545	0,015576081
204914	210414	208174	0,0261382	0,015661575
204517	210014	207779	0,0261736	0,015697715
191940	197016	194918	0,0257650	0,015280316
173527	178025	176128	0,0252658	0,014770269
144316	147957	146380	0,0246114	0,01410171
118098	121025	119734	0,0241863	0,013667383
90388	92581	91593	0,0236863	0,013156577
68940	70579	69826	0,0232240	0,0126842
48040	49156	48631	0,0227099	0,012158985
32011	32747	32398	0,0224866	0,011930809
29863	30536	30210	0,0220362	0,011470618
MAPE Backpro			2,45746	0,15359
MAPE Hybrid			1,40641	0,08790

Akurasi Model Backpropagation 0,84641

Akurasi Model Hybrid 0,91210

Hasil analisa prediksi dengan menggunakan teknik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk tahun 2019 dan 2020, dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Tabel Hasil Analisa Mean Absolute Percentage Error

Prediksi	Total Error		MAPE		Akurasi	
	Backpropagation	Hybrid	Backpropagation	Hybrid	Backpropagation	Hybrid
Tahun 2019	2,42200	0,60578	0,15137	0,03786	0,84863 (84,87%)	0,96214 (96,21%)
Tahun 2020	2,45746	1,40641	0,15359	0,08790	0,84641 (84,64%)	0,9121 (91,21%)

Berdasarkan hasil pengukuran akurasi prediksi yang dilakukan di atas, dengan menggunakan teknik analisis Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terhadap prediksi pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karawang, menggunakan model Backpropagation dan Hybrid ANFIS dapat digunakan dengan baik. Hal ini berdasarkan tingkat akurasi prediksi dengan teknik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk tahun 2019 Backpropagation 0,15137 dan tingkat akurasi 84,87%, model Hybrid MAPE 0,60578 dan akurasi sebesar 96,21%. Sedangkan untuk prediksi tahun 2020, Backpropagation 0,15359 dan tingkat akurasi 84,64%, model Hybrid MAPE 0,0879 dengan tingkat akurasi 91,21%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan tentang kajian model Backpropagation dan Hybrid ANFIS dalam memprediksi pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karawang, hasilnya sesuai dengan tujuan dari penelitian ini. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa akurat model Backpropagation dan Hybrid ANFIS yang digunakan dalam kasus prediksi. Model Backpropagation dan Hybrid dalam memprediksi pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karawang berhasil dengan baik. Hal ini berdasarkan pada hasil training kedua model tersebut, yaitu Backpropagation memiliki error rate sebesar 0,0328 dan Hybrid memiliki RMSE terbaik sebesar 0,021884. Kemudian berdasarkan hasil analisa akurasi prediksi yang sudah dilakukan untuk prediksi pertumbuhan penduduk tahun 2019 dan 2020, kedua model memiliki tingkat akurasi yang baik. Backpropagation memiliki tingkat akurasi rata – rata sebesar 84,76 %, sedangkan model Hybrid memiliki tingkat akurasi rata – rata sebesar 93,71. Uji tingkat akurasi prediksi ini menggunakan teknik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Berdasarkan hasil pengujian akurasi, maka model Hybrid memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan model Backpropagation. Hasil penelitian ini juga memiliki kesamaan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Dimana model Hybrid ANFIS memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan model yang lainnya. [5], [12], [13], [15], [1], [10], [16], [17], [18], [3]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model Hybrid ANFIS layak menjadi salah satu model yang digunakan dalam sistem prediksi.



REFERENCES

- [1] A. Diantoa dan P. Andri, “Prediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Sleman Dengan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Dan Metode Sugeno,” *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, vol. 6 No. 3, pp. 1-7, 2018.
- [2] M. Kumalasari, “Analisis Pertumbuhan Ekonomi, Angka Harapan Hidup, Angka Melek Huruf, Rata Rata Lama Sekolah, Pengeluaran Perkapita Dan Jumlah Penduduk Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Jawa Tengah,” Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [3] T. Rohana, “Kajian Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Dalam Memprediksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Universitas Buana Perjuangan Karawang,” *Techno Xplore*, vol. 6 No. 1, pp. 44-54, 2021.
- [4] T. Rohana, “Implementasi Model Hybrid Dalam Memprediksi Penyebaran Covid-19 Di Wilayah Jawa Barat,” *Seminastika 2021*, pp. 124-137, 2021.
- [5] Allyna Virrayyani, Sutikno, “Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS),” *Khazanah Informatika*, vol. 2 No. 2, pp. 57-63, 2016.
- [6] E. Siregar, “Analisis Metode Backpropagation Dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar Dan Fungsi Linear Dalam Prediksi Pertumbuhan Penduduk,” *Thesis*, 2019.
- [7] Y. Y. Salman Alfarisi Salimu, “Prediksi Tingkat Kedatangan Wisatawan Asing Menggunakan Metode Backpropagation,” *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, vol. 2 No. 4, pp. 98-103, 2020.
- [8] V. H. Dio, Solikhun, M. Fauzan, P. W. Agus dan R. Fitri, “Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Hasil Panen Tanaman Sayuran,” *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa Komputer*, vol. 2 No. 1, pp. 21-29, 2021.
- [9] R. Gandhi, “Prediksi Produktivitas Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” Universitas Brawijaya, Malang, 2018.
- [10] Fahrur Rozi, Farid Sukmana, “Penggunaan Moving Average Dengan Metode Hybrid Artificial Neural Network Dan Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Cuaca,” *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 1 No. 2, p. 38 – 42, 2016.
- [11] W. S. Aisyah Fany Achmalia*, “Peramalan Penjualan Semen Menggunakan Backpropagation Neural Network Dan Recurrent Neural Network,” *UNNES Journal of Mathematics*, 2020.
- [12] N. Azizah, “METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)UNTUK PREDIKSI TINGKAT LAYANAN JALAN,” *DISPROTEK*, vol. 7 No. 1, pp. 98-103, 2016.
- [13] Budi Handarbeni S. Atma, Sugiyarto, , “Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Untuk Peramalan Jumlah Wisatawan,” *Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 7 No. 1, pp. 1-7, 2020.
- [14] J. Hanl, M. Kamber dan J. Pei, *Data Mining Concepts and Techniques*, University of Illinois at Urbana–Champaign, 2012.
- [15] M. M. Candra Dewi, “Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca,” *NATURAL-A*, vol. 1 No. 1, pp. 7-13, 2013.
- [16] F. Nida dan I. A. Anneke, “Model Hybrid SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) - ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) pada Data Inflasi Indonesia Tahun 2003-2018,” *Prosiding Statistika*, vol. 5 No. 2, pp. 96-105, 2019.
- [17] A. B. Alan Boy Sandy Damanik, “Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Indikator Utama Ekonomi Dunia,” *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 2 No. 2, pp. 169-178, 2018.
- [18] Noor Azizah, Kusworo Adi, Achmad Widodo, “Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Untuk Prediksi Tingkat Layanan Jalan,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, pp. 127-131, 2013.
- [19] T. Rohana, “Implementasi Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Menguji Kualitas Printed Circuit Board (PCB),” *Techno Xplore*, vol. 5 No: 2, pp. 79-90, 2020.
- [20] N. U. W. Hasdi Putra, “Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation,” *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 6 No. 2, pp. 100-107, 2020.
- [21] Komang Triantita Neti Lestari, Moh. Ali Albar, “Penerapan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Ke Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB),” *J-COSINE*, vol. 2 No. 1, no. , pp. 39-48, 2019.
- [22] H. J. Meychael Adi Putra Hutabarat, “Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah,” *Journal of Information System Research (JOSH)*, pp. 63-69, 2020.
- [23] M. A. R. d. E. Riksakomara, “Peramalan Jumlah Produksi Ikan dengan Menggunakan Backpropagation Neural Network (Studi Kasus: UPTD Pelabuhan Perikanan Banjarmasin),” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6 No. 1, pp. 142-147, 2017.