

Penerapan Pemilihan Model Arsitektur Terbaik pada Neural Network pada Prediksi Jumlah Siswa SD di Kecamatan Siantar Barat

Cerah Fitri Ramadhani¹, Muhammad Noor Hasan Siregar², Indra Riyana Rahadjeng³, Agus Perdana Windarto^{4,*}

^{1,4}Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia

²Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan, Indonesia

³Universitas Bina Sarana Informatika, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ¹rceahfitri@gmail.com, ²noor.siregar@gmail.com, ³riyana.irr@bsi.ac.id, ⁴agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Submitted: 26/12/2022; Accepted: 30/12/2022; Published: 30/12/2022

Abstrak—Penggunaan metode jaringan saraf tiruan (Backpropagation) dapat digunakan dalam menentukan model arsitektur terbaik pada prediksi jumlah siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat. Dataset yang digunakan merupakan dataset jumlah siswa Sekolah Dasar (SD) di Kecamatan Siantar Barat Kota Pematang Siantar tahun 2017-2021 yang diperoleh dari Situs Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia (<https://dapo.kemdikbud.go.id/pd/3/076303>). Dataset tersebut kemudian di bagi menjadi 2 bagian, yaitu dataset pelatihan dan pengujian. Pada Dataset pelatihan, atribut X1 merupakan dataset tahun 2017, X2 merupakan dataset tahun 2018, X3 merupakan dataset tahun 2019 dan atribut Y (target) merupakan dataset tahun 2020. Untuk dataset pengujian, atribut X1 merupakan dataset tahun 2018, atribut X2 merupakan dataset tahun 2019, atribut X3 merupakan dataset tahun 2020 dan atribut Y (target) merupakan dataset tahun 2021. Hasil yang di dapat dari analisa metode Backpropagation dan virtualisasi menggunakan aplikasi matlab dapat dihasilkan dengan dataset yang valid dan menghasilkan tingkat akurasi 87.5% pada model arsitektur 3-9-1. Sehingga metode Backpropagation dapat dijadikan sebagai metode prediksi yang sangat memudahkan untuk mencari prediksi.

Kata Kunci: Jaringan saraf tiruan; Backpropagation; Model arsitektur; Prediksi; Siantar

Abstract— The use of the artificial neural network (Backpropagation) method can be used in determining the best architectural model for predicting the number of elementary school students in the Siantar Barat District. The dataset used is a dataset on the number of Elementary School (SD) students in West Siantar District, Pematang Siantar City in 2017-2021 obtained from the Website of the Ministry of Education, Culture, Research and Technology of the Republic of Indonesia (<https://dapo.kemdikbud.go.id/pd/3/076303>). The dataset is then divided into 2 parts, namely the training and testing dataset. In the training datasets, attribute X1 is a dataset for 2017, X2 is the dataset for 2018, X3 is a dataset for 2019, and attribute Y (target) is the dataset for 2020. For the test datasets, attribute X1 is the dataset for 2018, attribute X2 is a dataset for 2019, attribute X3 is a dataset for 2020 and attribute Y (target) is a dataset for 2021. The results obtained from the analysis of the Backpropagation and virtualization methods using the MatLab application can be generated with a valid dataset and produce an accuracy rate of 87.5% in architectural models 3-9-1. So that the Backpropagation method can be used as a prediction method that makes it very easy to find predictions.

Keywords: Artificial Neural Network; Backpropagation; Architectural Models; Predictions; Siantar

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Siantar Barat merupakan salah satu Kecamatan yang terletak di Kota Pematang Siantar yang memiliki 8 Kelurahan dengan 30 Sekolah Dasar yang tersebar di wilayah tersebut. Jumlah siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat dari tahun ketahun mengalami beberapa kali peningkatan dan penurunan. Tidak stabilnya jumlah siswa dapat mempengaruhi proses belajar mengajar pada masing-masing Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat. Hal ini dikarenakan jumlah siswa menentukan kapan diperlukannya pengajar tambahan, ruang kelas, buku ajar dan media ajar yang menunjang proses pembelajaran atau yang dikenal dengan sarana dan prasarana di sekolah tersebut. Oleh karena itu pihak sekolah dan pemerintah setempat perlu mencari solusi agar proses pembelajaran pada masing-masing sekolah tidak terhambat dan dapat berjalan dengan baik dan lancar. Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya hal tersebut adalah dengan melakukan peramalan jumlah siswa yang akan terdaftar pada sekolah-sekolah di Kecamatan Siantar Barat. Peramalan adalah seni dan ilmu memprediksi/ memperkirakan peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dengan menggunakan dataset historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis [1]. Proses peramalan/ prediksi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah dengan menggunakan metode Backpropagation. Arsitektur backpropagation merupakan salah satu arsitektur jaringan saraf tiruan yang dapat digunakan untuk mempelajari dan menganalisis pola dataset masa lalu lebih tepat sehingga diperoleh keluaran yang lebih akurat (dengan kesalahan atau error minimum) [2]. Terkait dengan hal tersebut, Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan terkait dengan prediksi [3]–[8]. Selain itu Backpropagation juga cepat, sederhana dan mudah diprogram [9], tidak memiliki parameter tuning selain dari jumlah input [10], fleksibel karena tidak memerlukan pengetahuan mengenai network sebelumnya [11], [12] dan tidak perlu fitur khusus dari fungsi yang akan dipelajari [13]–[15]. Pada penelitian [16] yang menerapkan Algoritma Backpropagation Prediksi Harga Komoditi terhadap Karakteristik Konsumen Produk Kopi Lokal Nasional. Hasil penelitian ini mampu memberikan hasil akurasi 99.9988 dengan error MSE 0,0015644 dengan menggunakan dataset bersifat time series.

Dari permasalahan tersebut dirumuskan pemecahan masalah untuk memprediksi jumlah siswa Sekolah Dasar dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation [12], [13], [15], [17]. Tujuan penelitian ini adalah membangun model Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation yang tepat untuk memprediksi jumlah siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, mampu memberikan informasi bagi pemerintah maupun pihak sekolah terkait dengan peningkatan jumlah siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Rancangan Kegiatan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *backpropagation* dengan pokok penelitian penerapan pemilihan model arsitektur terbaik pada neural network pada prediksi jumlah siswa SD pada Kecamatan Siantar Barat. Berikut merupakan kerangka penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Keterangan kerangka kerja penelitian :

- Dataset mentah yaitu dataset yang diambil dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia (<https://dapo.kemdikbud.go.id/pd/3/076303>).
- Pembagian dataset yaitu menentukan dataset pelatihan (training) dan dataset pengujian (testing).
- Dataset di konversi atau diolah menggunakan rumus yang telah ditentukan

Rumus 1:

$$X' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \tag{1}[11], [18], [19]$$

- x = dataset yang akan diolah.
- a = dataset minimum.
- b = dataset maksimum.

- Dataset diolah menggunakan matlab 6.1.
- Evaluasi akhir.

2.2 Deskripsi Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dataset jumlah siswa Sekolah Dasar (SD) di Kecamatan Siantar Barat Kota Pematang Siantar tahun 2017-2021 yang diperoleh dari Situs Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia (<https://dapo.kemdikbud.go.id/pd/3/076303>).

Tabel 1. Dataset Jumlah Siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat

Kelurahan	Tahun				
	2017	2018	2019	2020	2021
Banjar	574	676	823	737	663
Bantan	1289	1376	1594	1534	1528
Dwi Kora	1238	1438	1700	1580	1385
Proklamasi	583	683	757	720	679
Simarito	533	578	724	684	657
Sipinggol Pinggol	345	358	445	422	406
Teladan	930	1002	1146	1165	1116
Timbang Galung	1014	1067	1292	1245	1232
Total	6506	7178	8481	8087	7666



Dataset tersebut kemudian akan di bagi menjadi 2 bagian, yaitu dataset pelatihan (Tabel 2), dataset pengujian (Tabel 3).

Tabel 2. Dataset Pelatihan

	X1	X2	X3	Target
Pola 1	574	676	823	737
Pola 2	1289	1376	1594	1534
Pola 3	1238	1438	1700	1580
Pola 4	583	683	757	720
Pola 5	533	578	724	684
Pola 6	345	358	445	422
Pola 7	930	1002	1146	1165
Pola 8	1014	1067	1292	1245

Pada Tabel 2 yang dimaksud atribut X1 merupakan dataset tahun 2017, atribut X2 merupakan dataset tahun 2018, atribut X3 merupakan dataset tahun 2019 dan atribut Y (target) merupakan dataset tahun 2020.

Tabel 3. Dataset Pengujian

	X1	X2	X3	Target
Pola 9	676	823	737	663
Pola 10	1376	1594	1534	1528
Pola 11	1438	1700	1580	1385
Pola 12	683	757	720	679
Pola 13	578	724	684	657
Pola 14	358	445	422	406
Pola 15	1002	1146	1165	1116
Pola 16	1067	1292	1245	1232

Pada Tabel 3 yang dimaksud atribut X1 merupakan dataset tahun 2018, atribut X2 merupakan dataset tahun 2019, atribut X3 merupakan dataset tahun 2020 dan atribut Y (target) merupakan dataset tahun 2021.

2.3 Normalisasi Dataset

Sebelum melakukan pelatihan dan pengujian pada software Matlab dataset tersebut harus dilakukan normalisasi dataset terlebih dahulu. Normalisasi dapat dilakukan dengan menggunakan formula (1). Dengan menggunakan persamaan (1), dataset pelatihan di normalisasi, di bawah ini merupakan contoh perhitungan normalisasi dataset [20]-[22]:

$$x' = \frac{0,8(574-345)}{1700-345} + 0,1 = 0,2352$$

Hasil normalisasi dataset Pelatihan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Dataset Pelatihan Sesudah Dinormalisasi

	X1	X2	X3	Target
Pola 1	0.2352	0.2954	0.3822	0.3314
Pola 2	0.6573	0.7087	0.8374	0.8020
Pola 3	0.6272	0.7453	0.9000	0.8292
Pola 4	0.2405	0.2996	0.3432	0.3214
Pola 5	0.2110	0.2376	0.3238	0.3001
Pola 6	0.1000	0.1077	0.1590	0.1455
Pola 7	0.4454	0.4879	0.5729	0.5841
Pola 8	0.4950	0.5263	0.6591	0.6314

Tabel 4 menunjukkan hasil normalisasi dataset pelatihan yang tujuannya untuk mengubah dataset normal ke dalam range 0,1 s.d 0,9. Dengan menggunakan persamaan yang sama, dataset pengujian di normalisasi, di bawah ini merupakan contoh perhitungan normalisasi dataset :

$$x' = \frac{0,8(676-358)}{1700-358} + 0,1 = 0,2896$$

Hasil normalisasi dataset pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Dataset Pengujian Sesudah Dinormalisasi

	X1	X2	X3	Target
Pola 9	0.2896	0.3772	0.3259	0.2818
Pola 10	0.7069	0.8368	0.8010	0.7975
Pola 11	0.7438	0.9000	0.8285	0.7122
Pola 12	0.2937	0.3379	0.3158	0.2914
Pola 13	0.2311	0.3182	0.2943	0.2782

Pola 14	0.1000	0.1519	0.1382	0.1286
Pola 15	0.4839	0.5697	0.5811	0.5519
Pola 16	0.5227	0.6568	0.6288	0.6210

Tabel 5 menunjukkan hasil normalisasi dataset pengujian yang tujuannya untuk mengubah dataset normal ke dalam range 0,1 s.d 0,9.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelatihan Dan Pengujian Dataset

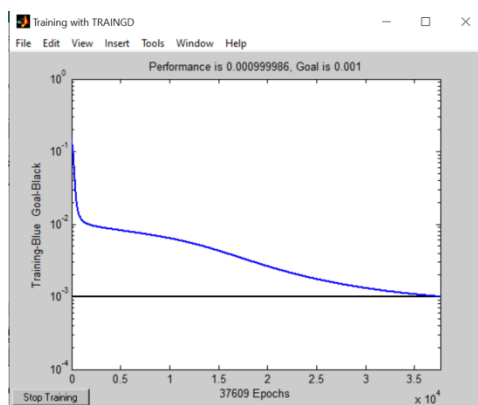
Dalam melakukan pelatihan dan pengujian hasil dari pengolahan dataset untuk menentukan model arsitektur terbaik pada prediksi jumlah siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Siantar Barat, maka pengolahan dataset tersebut juga akan diuji kedalam sistem komputerisasi. Dalam melakukan pelatihan dan pengujian dataset menggunakan bantuan software matlab. Source code pelatihan dan pengujian dengan algoritma backpropagation yang digunakan pada software Matlab sebagai berikut :

```
>> net=newff(minmax(P),[3,1],{'tansig','logsig'},'traingd');
>>net.IW{1,1};
>>net.b{1};
>>net.LW{2,1}
>>net.b{2};
>>net.trainparam.epochs=2500000;
>>net.trainparam.LR=0.1;
>>net.trainParam.goal = 0.001;
>>net.trainParam.show = 1000;
>>net=train(net,P,T)
>> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)
```

Nilai Target diperoleh dari tabel dataset pengujian yang sudah dinormalisasi. Nilai Output diperoleh dari rumus $[a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)$ yang dimasukkan pada aplikasi Matlab dari input dan target dataset pengujian. Nilai Error diperoleh dari Target-Output. SSE diperoleh dari $Error^2$. Jumlah SSE adalah total dari keseluruhan SSE. MSE diperoleh dari Jumlah SSE / 8 (jumlah dataset). Hasil bernilai benar apabila nilai Error < 0,04 dan hasil bernilai salah apabila nilai Error > 0,04 adalah target error dari pengujian backpropagation. Akurasi (%) diperoleh dari Jumlah Benar / 8 * 100.

a. Pelatihan Dan Pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-3-1

Berikut merupakan hasil pelatihan dataset dengan model arsitektur 3-3-1:



Gambar 2. Performance Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-3-1

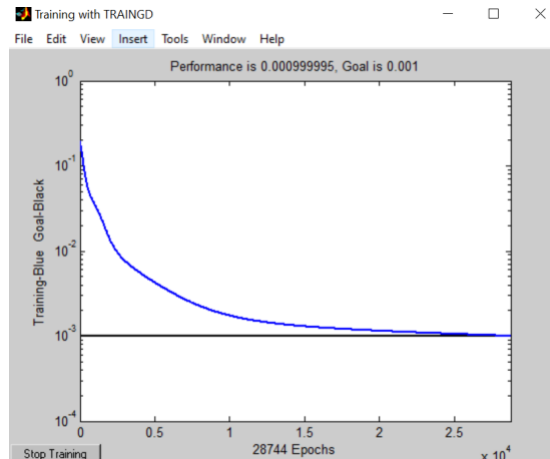
Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa arsitektur jaringan 3-3-1 pada layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 3 Neuron dan 1 Neuron keluaran dan menghasilkan epoch sebesar 37609.

Tabel 6. Akurasi Dataset Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-3-1

No	Real	Target	ANN 3-3-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0.3314	0.3565	-0.0251	0.0006300100
2	Pola 2	0.8020	0.8123	-0.0103	0.0001060900
3	Pola 3	0.8292	0.7901	0.0391	0.0015288100
4	Pola 4	0.3214	0.3442	-0.0228	0.0005198400
5	Pola 5	0.3001	0.2293	0.0708	0.0050126400
6	Pola 6	0.1455	0.1454	0.0001	0.0000000100

7	Pola 7	0.5841	0.5971	-0.0130	0.0001690000
8	Pola 8	0.6314	0.6372	-0.0058	0.0000336400
Total					0.0080000400
MSE					0.0010000050

Tabel 6 menunjukkan bahwa pengolahan dataset pelatihan menggunakan arsitektur jaringan 3-3-1 menghasilkan MSE sebesar 0.0010000050. Berikut hasil pengujian dataset dengan Model Arsitektur 3-3-1.



Gambar 3. Performance Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-3-1

Gambar 3 menunjukkan bahwa pengujian dataset menggunakan arsitektur jaringan 3-3-1 pada software Matlab menghasilkan *epoch* sebesar 28744.

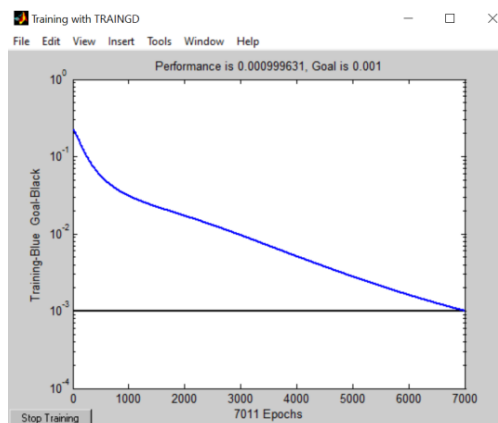
Tabel 7. Akurasi Dataset Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-3-1

No	Real	Target	ANN 3-3-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 09	0.2818	0.2715	0.0103	0.0001060900	Benar
2	Pola 10	0.7975	0.7500	0.0475	0.0022562500	Salah
3	Pola 11	0.7122	0.7539	-0.0417	0.0017388900	Salah
4	Pola 12	0.2914	0.2844	0.0070	0.0000490000	Benar
5	Pola 13	0.2782	0.2541	0.0241	0.0005808100	Benar
6	Pola 14	0.1286	0.1796	-0.0510	0.0026010000	Salah
7	Pola 15	0.5519	0.5390	0.0129	0.0001664100	Benar
8	Pola 16	0.6210	0.6434	-0.0224	0.0005017600	Benar
Total					0.0080002100	62.5
MSE					0.0010000263	

Tabel 7 menunjukkan bahwa dari model arsitektur 3-3-1 pada dataset pengujian diatas diperoleh tingkat akurasi pengujian sebesar 62.5%.

b. Pelatihan Dan Pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-6-1

Berikut merupakan hasil pelatihan dataset dengan model arsitektur 3-6-1:



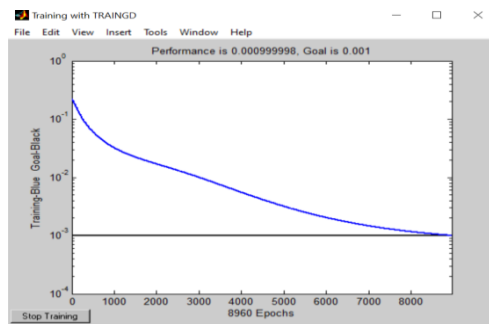
Gambar 4. Performance Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-6-1

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa arsitektur jaringan 3-6-1 pada layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 6 Neuron dan 1 Neuron keluaran dan menghasilkan *epoch* sebesar 7011.

Tabel 8. Akurasi Dataset Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-6-1

No	Real	Target	ANN 3-6-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0.3314	0.3360	-0.0046	0.0000211600
2	Pola 2	0.8020	0.7770	0.0250	0.0006250000
3	Pola 3	0.8292	0.8144	0.0148	0.0002190400
4	Pola 4	0.3214	0.2803	0.0411	0.0016892100
5	Pola 5	0.3001	0.2843	0.0158	0.0002496400
6	Pola 6	0.1455	0.2038	-0.0583	0.0033988900
7	Pola 7	0.5841	0.5940	-0.0099	0.0000980100
8	Pola 8	0.6314	0.6726	-0.0412	0.0016974400
Total					0.0079983900
MSE					0.0009997988

Tabel 8 menunjukkan bahwa pengolahan dataset pelatihan menggunakan arsitektur jaringan 3-6-1 menghasilkan MSE sebesar 0.0009997988. Berikut hasil pengujian dataset dengan Model Arsitektur 3-6-1.



Gambar 5. Performance Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-6-1

Gambar 5 menunjukkan bahwa pengujian dataset menggunakan arsitektur jaringan 3-6-1 pada software Matlab menghasilkan *epoch* sebesar 8960.

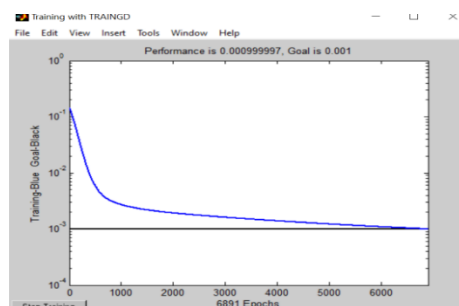
Tabel 9. Akurasi Dataset Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-6-1

No	Real	Target	ANN 3-6-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 09	0.2818	0.2765	0.0053	0.0000280900	Benar
2	Pola 10	0.7975	0.7689	0.0286	0.0008179600	Benar
3	Pola 11	0.7122	0.7410	-0.0288	0.0008294400	Benar
4	Pola 12	0.2914	0.2948	-0.0034	0.0000115600	Benar
5	Pola 13	0.2782	0.2475	0.0307	0.0009424900	Benar
6	Pola 14	0.1286	0.1813	-0.0527	0.0027772900	Salah
7	Pola 15	0.5519	0.5933	-0.0414	0.0017139600	Salah
8	Pola 16	0.6210	0.5914	0.0296	0.0008761600	Benar
Total					0.0079969500	75
MSE					0.0009996188	

Tabel 9 menunjukkan bahwa dari model arsitektur 3-6-1 pada dataset pengujian diatas diperoleh tingkat akurasi pengujian sebesar 75%.

c. Pelatihan Dan Pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-9-1

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa arsitektur jaringan 3-9-1 pada layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 9 Neuron dan 1 Neuron keluaran dan menghasilkan *epoch* sebesar 6891. Berikut merupakan hasil pelatihan dataset dengan model arsitektur 3-9-1:

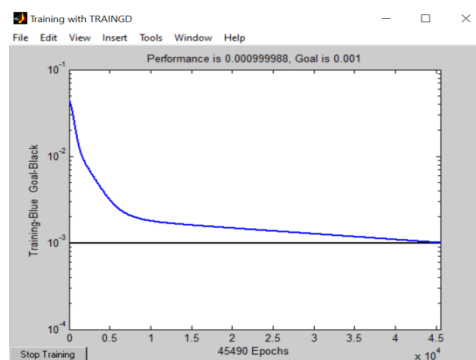


Gambar 6. Performance Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-9-1

Tabel 10. Akurasi Dataset Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-9-1

No	Real	Target	ANN 3-9-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0.3314	0.3574	-0.0260	0.0006760000
2	Pola 2	0.8020	0.8325	-0.0305	0.0009302500
3	Pola 3	0.8292	0.8482	-0.0190	0.0003610000
4	Pola 4	0.3214	0.3685	-0.0471	0.0022184100
5	Pola 5	0.3001	0.2539	0.0462	0.0021344400
6	Pola 6	0.1455	0.1391	0.0064	0.0000409600
7	Pola 7	0.5841	0.5467	0.0374	0.0013987600
8	Pola 8	0.6314	0.6159	0.0155	0.0002402500
Total					0.0080000700
MSE					0.0010000088

Tabel 10 menunjukkan bahwa pengolahan dataset pelatihan menggunakan arsitektur jaringan 3-6-1 menghasilkan MSE sebesar 0.0010000088. Berikut hasil pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-9-1.



Gambar 7. Performance Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-9-1

Gambar 7 menunjukkan bahwa pengujian dataset menggunakan arsitektur jaringan 3-9-1 pada software Matlab menghasilkan epoch sebesar 45490.

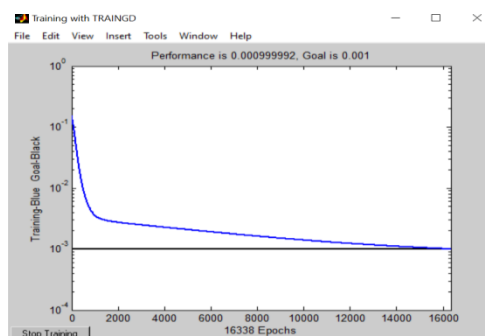
Tabel 11. Akurasi Dataset Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-9-1

No	Real	Target	ANN 3-9-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 09	0.2818	0.3140	-0.0322	0.0010368400	Benar
2	Pola 10	0.7975	0.7625	0.0350	0.0012250000	Benar
3	Pola 11	0.7122	0.7464	-0.0342	0.0011696400	Benar
4	Pola 12	0.2914	0.2976	-0.0062	0.0000384400	Benar
5	Pola 13	0.2782	0.2154	0.0628	0.0039438400	Salah
6	Pola 14	0.1286	0.1528	-0.0242	0.0005856400	Benar
7	Pola 15	0.5519	0.5521	-0.0002	0.0000000400	Benar
8	Pola 16	0.6210	0.6211	-0.0001	0.0000000100	Benar
Total					0.0079994500	87.5
MSE					0.0009999312	

Tabel 11 menunjukkan bahwa dari model arsitektur 3-9-1 pada dataset pengujian diatas diperoleh tingkat akurasi pengujian sebesar 87.5%.

d. Pelatihan Dan Pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-12-1

Berikut merupakan hasil pelatihan dataset dengan model arsitektur 3-12-1:



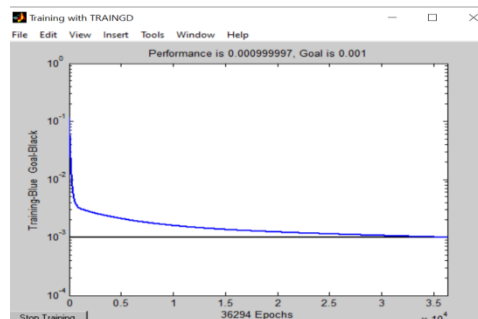
Gambar 8. Performance Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-12-1

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa arsitektur jaringan 3-12-1 pada layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 12 Neuron dan 1 Neuron keluaran dan menghasilkan *epoch* sebesar 16338.

Tabel 12. Akurasi Dataset Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-12-1

No	Real	Target	ANN 3-12-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0.3314	0.3733	-0.0419	0.0017556100
2	Pola 2	0.8020	0.8356	-0.0336	0.0011289600
3	Pola 3	0.8292	0.7903	0.0389	0.0015132100
4	Pola 4	0.3214	0.3211	0.0003	0.0000000900
5	Pola 5	0.3001	0.2565	0.0436	0.0019009600
6	Pola 6	0.1455	0.1398	0.0057	0.0000324900
7	Pola 7	0.5841	0.5561	0.0280	0.0007840000
8	Pola 8	0.6314	0.6612	-0.0298	0.0008880400
Total					0.0080033600
MSE					0.0010004200

Tabel 12 menunjukkan bahwa pengolahan dataset pelatihan menggunakan arsitektur jaringan 3-12-1 menghasilkan MSE sebesar 0.0010004200. Berikut hasil pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-12-1.



Gambar 9. Performance Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-12-1

Gambar 9 menunjukkan bahwa pengujian dataset menggunakan arsitektur jaringan 3-12-1 pada software Matlab menghasilkan *epoch* sebesar 36294.

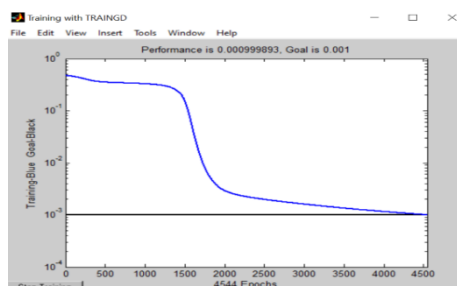
Tabel 13. Akurasi Dataset Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-12-1

No	Real	Target	ANN 3-12-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 09	0.2818	0.3262	-0.0444	0.0019713600	Salah
2	Pola 10	0.7975	0.7544	0.0431	0.0018576100	Salah
3	Pola 11	0.7122	0.7505	-0.0383	0.0014668900	Benar
4	Pola 12	0.2914	0.2433	0.0481	0.0023136100	Salah
5	Pola 13	0.2782	0.2660	0.0122	0.0001488400	Benar
6	Pola 14	0.1286	0.1430	-0.0144	0.0002073600	Benar
7	Pola 15	0.5519	0.5491	0.0028	0.0000078400	Benar
8	Pola 16	0.6210	0.6270	-0.0060	0.0000360000	Benar
Total					0.0080095100	62.5
MSE					0.0010011888	

Tabel 13 menunjukkan bahwa dari model arsitektur 3-12-1 pada dataset pengujian diatas diperoleh tingkat akurasi pengujian sebesar 62.5%.

e. Pelatihan Dan Pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-15-1

Berikut merupakan hasil pelatihan dataset dengan model arsitektur 3-15-1 :



Gambar 10. Performance Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-15-1

Dari Gambar 10 menunjukkan bahwa arsitektur jaringan 3-15-1 pada layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 15 Neuron dan 1 Neuron keluaran dan menghasilkan *epoch* sebesar 4544.

Tabel 14. Akurasi Dataset Pelatihan Menggunakan Arsitektur 3-15-1

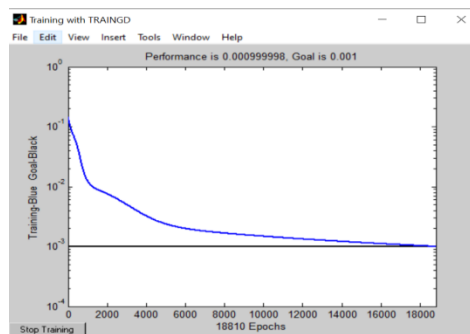
No	Real	Target	Output	ANN 3-15-1	
				Error	SSE
1	Pola 1	0.3314	0.3177	0.0137	0.0001876900
2	Pola 2	0.8020	0.8043	-0.0023	0.0000052900
3	Pola 3	0.8292	0.8144	0.0148	0.0002190400
4	Pola 4	0.3214	0.3243	-0.0029	0.0000084100
5	Pola 5	0.3001	0.2775	0.0226	0.0005107600
6	Pola 6	0.1455	0.1950	-0.0495	0.0024502500
7	Pola 7	0.5841	0.5544	0.0297	0.0008820900
8	Pola 8	0.6314	0.6926	-0.0612	0.0037454400
Total					0.0080089700
MSE					0.0010011213

Tabel 14 menunjukkan bahwa pengolahan dataset pelatihan menggunakan arsitektur jaringan 3-12-1 menghasilkan MSE sebesar 0.0010011213. Gambar 11 menunjukkan bahwa pengujian dataset menggunakan arsitektur jaringan 3-15-1 pada software Matlab menghasilkan *epoch* sebesar 18810. Berikut hasil pengujian Dataset dengan Model Arsitektur 3-15-1.

Tabel 15. Akurasi Dataset Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-15-1

No	Real	Target	ANN 3-15-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 09	0.2818	0.3006	-0.0188	0.0003534400	Benar
2	Pola 10	0.7975	0.7573	0.0402	0.0016160400	Salah
3	Pola 11	0.7122	0.7615	-0.0493	0.0024304900	Salah
4	Pola 12	0.2914	0.2751	0.0163	0.0002656900	Benar
5	Pola 13	0.2782	0.2450	0.0332	0.0011022400	Benar
6	Pola 14	0.1286	0.1651	-0.0365	0.0013322500	Benar
7	Pola 15	0.5519	0.5722	-0.0203	0.0004120900	Benar
8	Pola 16	0.6210	0.5989	0.0221	0.0004884100	Benar
Total					0.0080006500	75
MSE					0.0010000813	

Tabel 15 menunjukkan bahwa dari model arsitektur 3-15-1 pada dataset pengujian diatas diperoleh tingkat akurasi pengujian sebesar 75%.



Gambar 11. Performance Pengujian Menggunakan Arsitektur 3-15-1

3.2 Pemilihan Arsitektur Terbaik

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian dari Pemilihan arsitektur terbaik dari 5 model (3-3-1; 3-6-1; 3-9-1; 3-12-1 dan 3-15-1) dengan menggunakan software aplikasi Matlab memiliki hasil yang berbeda baik dari segi epoch, akurasi, MSE pelatihan dan MSE pengujian. Model terbaik tersebut digunakan untuk memprediksi jumlah siswa sekolah dasar di Kecamatan Siantar Barat. Penilaian model arsitektur terbaik dilihat dari beberapa aspek seperti epoch, MSE, akurasi kebenaran. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada berikut :

Tabel 16. Rekapitulasi Model Arsitektur

No	Arsitektur	Pelatihan		Pengujian		
		Epochs	MSE	Epochs	Akurasi	
1	3-3-1	37609	0.0010000050	28744	0.0010000263	62.5 %
2	3-6-1	7011	0.0009997988	8960	0.0009996188	75 %



3	3-9-1	6891	0.0010000088	45490	0.0009999312	87.5 %
4	3-12-1	16338	0.0010004200	36294	0.0010011888	62.5 %
5	3-15-1	4544	0.0010011213	18810	0.0010000813	75 %

Dari dataset pengujian dataset jumlah siswa sekolah dasar di Kecamatan Siantar Barat diatas dapat kita lihat bahwa model arsitektur terbaik untuk memprediksi jumlah siswa sekolah dasar di Kecamatan Siantar Barat adalah model arsitektur 3-9-1 dengan *epoch* sebesar 45490 dengan tingkat akurasi pengujian sebesar 87.5%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode jaringan saraf tiruan (Backpropagation) dapat digunakan dalam menentukan model arsitektur terbaik pada prediksi jumlah siswa sekolah dasar di Kecamatan Siantar Barat. Hasil yang di dapat dari analisa metode Backpropagation dan virtualisasi menggunakan aplikasi matlab dapat dihasilkan dengan data yang valid dan menghasilkan tingkat akurasi 87.5% pada model arsitektur 3-9-1. Dapat disimpulkan bahwa metode Backpropagation dapat dijadikan sebagai metode prediksi yang sangat memudahkan untuk mencari prediksi.

REFERENCES

- [1] F. Agus, Samuel Haryanto, D. Puspitaningrum, and Ernawati, "Untuk Memprediksi Cuaca (Studi Kasus : Kota Bengkulu)," *Rekursif*, vol. 3, no. 2, pp. 82–94, 2015.
- [2] Y. Andrian and E. Ningsih, "Prediksi Curah Hujan Di Kota Medan Menggunakan," *Seminar Nasional Informatika*, pp. 184–189, 2014.
- [3] S. Nurhasanah, I. Ranggadara, I. Prihandi, and A. Ratnasari, "Backpropagation neural network for predict sugarcane stock availability," *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, vol. 9, no. 5, pp. 8279–8284, 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/197952020.
- [4] S. Amin, "Backpropagation – Artificial Neural Network (BP-ANN): Understanding gender characteristics of older driver accidents in West Midlands of United Kingdom," *Safety Science*, vol. 122, no. July 2019, p. 104539, 2020, doi: 10.1016/j.ssci.2019.104539.
- [5] R. S. Suhartanto, C. Dewi, and L. Muflikhah, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Mendiagnosis Penyakit Kulit pada Anak," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 7, pp. 555–562, 2017.
- [6] E. Kurniawan, H. Wibawanto, and D. A. Widodo, "Implementasi Metode Backpropogation dengan Inisialisasi Bobot Nguyen Widrow untuk Peramalan Harga Saham," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 1, p. 49, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201961904.
- [7] B. Febriadi, Z. Zamzami, Y. Yunefri, and A. Wanto, "Bipolar function in backpropagation algorithm in predicting Indonesia's coal exports by major destination countries," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012087.
- [8] S. Pohan, B. Warsito, and S. Suryono, "Backpropagation artificial neural network for prediction plant seedling growth," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1524, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1524/1/012147.
- [9] A. Perdana, S. Defit, and A. Wanto, "Optimalisasi Parameter dengan Cross Validation dan Neural Back-propagation Pada Model Prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 01, no. 11, pp. 34–42, 2021, doi: 10.21456/vol11iss1pp34-42.
- [10] A. P. Windarto, D. Hartama, and N. Dalimunthe, "Model Arsitektur Backpropogation Dalam Memprediksi Faktor Tunggalan Uang Kuliah (Studi Kasus AMIK Tunas Bangsa)," *Seminar Nasional Multidisiplin*, no. x, pp. 1–9, 2017.
- [11] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, "Predicting School Participation in Indonesia using Back-Propagation Algorithm Model," *International Journal of Control and Automation*, vol. 11, no. 11, pp. 57–68, 2018.
- [12] A. P. Windarto, "Implementasi JST Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman KUR Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropogation," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 1, no. 1, p. 12, 2017, doi: 10.30645/j-sakti.v1i1.25.
- [13] B. Fachri, A. P. Windarto, and I. Parinduri, "Penerapan Backpropagation dan Analisis Sensitivitas pada Prediksi Indikator Terpenting Perusahaan Listrik," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 5, no. 2, p. 202, 2019, doi: 10.26418/jp.v5i2.31650.
- [14] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and S. Solikhun, "Implementasi JST pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum dan Konvensional dengan Backpropagation," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 4, p. 411, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854767.
- [15] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, and Budiharjo, "Implementation of neural networks in predicting the understanding level of students subject," *International Journal of Software Engineering and its Applications*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, 2016, doi: 10.14257/ijseia.2016.10.10.18.
- [16] P. Indrayati Sijabat, Y. Yuhandri, G. Widi Nurcahyo, and A. Sindar, "Algoritma Backpropagation Prediksi Harga Komoditi terhadap Karakteristik Konsumen Produk Kopi Lokal Nasional," *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 1, pp. 96–107, 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3880.
- [17] A. Wanto *et al.*, "Model of Artificial Neural Networks in Predictions of Corn Productivity in an Effort to Overcome Imports in Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012057.
- [18] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, "Predicting tuition fee payment problem using backpropagation neural network model," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 120, pp. 85–96, 2018, doi: 10.14257/ijast.2018.120.07.



- [19] A. P. Windarto, J. Na, and A. Wanto, “Bagian 2 : Model Arsitektur Neural Network dengan Kombinasi K- Medoids dan Backpropagation pada kasus Pandemi COVID-19 di Indonesia,” *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 1175–1180, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2505.
- [20] K. T. N. Lestari, M. A. Albar, and R. Afwan, “Penerapan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Ke Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB),” *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, vol. 3, no. 1, pp. 39–48, 2019, doi: 10.29303/jcosine.v3i1.236.
- [21] S. A. Tyastama, T. G. Laksana, and A. B. Arifa, “Prediksi Penyakit Ginjal Kronis Menggunakan Hibrid Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dengan Particle Swarm Optimization,” *Journal of Innovation Information Technology and Application (JINITA)*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2021, doi: 10.35970/jinita.v3i1.588.
- [22] S. Sunardi, A. Yudhana, and G. Z. Muflih, “Sistem Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 10, no. 2, pp. 155–162, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jsinbis>.