

Analisis Metode Backpropagation Memprediksi Penerimaan Santri/Wati di Pondok Pesantren Modern Al-Kautsar

Parta Wijaya¹, Rahmat Widiya Sembiring², Saifullah³

^{1,3}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

²AMIK Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

Jln. Sudirman Blok A No. 1-3 Pematangsiantar, Sumatera Utara

¹wparta28@gmail.com, ³saifullah@amiktunasbangsa.ac.id

Abstract

The development of technology today with the existence of artificial intelligence, conducted research to prove the Backpropagation method can predict students / wati in the modern boarding school Al-Kautsar. Artificial neural network is a method that is able to perform mathematical processes in predicting santri / wati. Bacpropagation algorithm is used to process data that is implemented with Matlab. Where data is collected through direct observation. Data is grouped by majors. The results obtained from the Matlab test performace and epoch values of each architecture are not the same as the results of the tests are displayed in the form of a graph comparing the target value with the research and testing process. The results of this study provide information on the modern Al-Kautsar boarding school on the number of registrants in 2020.

Keywords: Backpropagation, ANN, Islamic Boarding School, Matlab

Abstrak

Berkembangnya teknologi saat ini dengan adanya kecerdasan buatan maka dilakukan penelitian untuk membuktikan metode Backpropagation dapat memprediksi santri/wati pada pondok pesantren modern Al-Kautsar. Jaringan saraf tiruan merupakan metode yang mampu melakukan proses matematis dalam memprediksi santri/wati. Algoritma Bacpropagation digunakan untuk mengolah data yang di implementasikan dengan Matlab. Dimana data dikumpulkan melalui observasi langsung. Data di kelompokkan berdasarkan jurusan. Hasil yang di dapat dari pengujian Matlab nilai performance dan epoch setiap arsitektur tidak sama hasil pegujianya di tampilkan dalam bentuk grafik perbandingan nilai target dengan proses penelitian dan pengujian. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa jumlah pendaftar Santri/wati di Pondok pesantren Modern Al-Kautsar diprediksi mengalami kenaikan, dengan tingkat keakuriasan 83,3 % dengan epoch 2447 iterasi dalam waktu 00.16 detik adalah pengujian yang terbaik.

Kata kunci: Backpropagation, JST, Pesantren, Matlab

1. PENDAHULUAN

Pesantren adalah sebuah pendidikan tradisional yang para siswanya tinggal bersama dan belajar di bawah bimbingan guru yang lebih dikenal dengan sebutan kiai dan mempunyai asrama untuk tempat menginap santri. Jumlah pendaftar Santri/wati baru di pondok pesantren ini setiap tahunnya mengalami peningkatan dan penurunan, sehingga jumlah santri baru di pondok ini tidak stabil. Untuk menangani hal itu akan lebih baik jika penyelenggara mampu melakukan antisipasi untuk meminimalisir kelemahan yang ada dengan membuat model prediksi untuk melakukan prediksi jumlah Santri/wati baru yang akan masuk. Selain itu peramalan jumlah pendaftar Santri/wati baru sangat penting dilakukan untuk

meningkatkan kualitas dan strategi pemasaran yang baik sehingga jumlah pendaftar stabil dengan kuota yang ada.

Disini penulis menerapkan sebuah metode Backpropagation yang mana metode tersebut dapat dijadikan solusi dalam memprediksi jumlah pendaftarsantri/wati baru yang mendaftar di pondok pesantren modern Al-Kautsar, karena metode ini merupakan bagian dari pembelajaran terawasi yang biasanya di gunakan untuk lapisan menentukan bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan yang tersembunyi. Yang mana metode Backpropagation tersebut akan di virtualisasikan ke dalam program matlab dan akan menghasilkan perhitungan yang valid.

Dari penjabaran diatas, yang menjadi latar belakang masalah dari penelitian ini adalah bagaimana jaringan saraf tiruan dengan Algoritma Backpropagation dalam membantu memprediksi jumlah calon pendaftar. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini diharapkan dapat membantu peneliti lainnya untuk membandingkan, menganalisa serta mengembangkan algoritma yang berkaitan maupun diluar penelitian ini. Serta untuk mengetahui keakurasi prediksi pendaftar baru pondok pesantren modern Al - Kautsar dan dapat membantu strategi pemasaran untuk meningkatkan pendaftar baru di pondok pesantren modern Al-Kautsar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

Data yang dilakukan dalam penelitian ini diambil dari Pondok Pesantren Modern Al-Kautsar Panei Tongah Simalungun Data yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Pondok Pesantren Modern Al-Kautsar dari tahun 2014 - 2020. Berikut ini merupakan data yang di peroleh dari Pondok Pesantren Modern Al-Kautsar.

Tabel 1. Tabel Jumlah Pendaftar
(Sumber : Pondok Pesantren Modern Al - Kautsar)

No	BULAN	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
		2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Madrasah Tsanawiyah Putri	650	600	550	690	589	557
2	Madrasah Tsanawiyah Putra	700	500	460	654	568	589
3	Madrasah Aliyah	776	632	655	564	630	576
4	IPA PUTRA	576	600	643	765	680	586
5	IPA PUTRI	660	523	700	638	675	575
6	IPS PUTRA	450	455	508	566	458	700
7	IPS PUTRI	500	500	700	559	589	755
8	NAHWU PUTRA	660	687	605	685	601	655
9	NAHWU PUTRI	760	544	586	576	659	580
10	ILMU SHOROF PUTRA	800	540	674	586	559	564
11	ILMU SHOROF PUTRI	600	607	553	655	489	660
12	KITAB KUNING PUTRA	550	589	600	640	500	580
13	KITAB KUNING PUTRI	500	654	580	590	480	600

2.2. Metode Penelitian

1. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologis (JSB). Jaringan Syaraf Tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (human cognition) [1]. JST berupa susunan sel – sel saraf tiruan (neuron) dibangun berdasarkan prinsip – prinsip organisasi otak manusia. Salah satu metode yang digunakan dalam JST adalah Backpropagation[2][3].

2. Backpropagation

Keunggulan utama dari sistem algoritma backpropagation adalah kemampuan “belajar” dari contoh yang diberikan. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang ada pada lapisan tersembunyinya. “Algoritma backpropagation adalah algoritma iteratif yang mudah dan sederhana yang biasanya berkinerja baik, bahkan dengan data yang kompleks” [4][5][6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Menggunakan Backpropagation

Dalam melakukan pelatihan dan pengujian hasil dari pengolahan data untuk memprediksi jumlah pendaftar baru santri/wati baru di pondok pesantren modern Al-Kautsar, maka pengolahan data tersebut juga akan diujikan ke dalam sistem komputerisasi. Backpropagation terdiri dari n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah lapisan tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran. Voj dan Wok masing-masing adalah bias untuk unit tersembunyi ke-j dan untuk output ke-k. Bias Voj dan Wok berperilaku seperti bobot dimana output bias ini selalu sama dengan 1[1]. Dalam melakukan pengujian data, penulis menggunakan *software Matlab R2011*.

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menerapkan algoritma *backpropagation* untuk memprediksi jumlah pendaftar baru adalah membagi data yang akan diuji menjadi dua (2) bagian, dimana bagian pertama adalah untuk data pelatihan (*Traning*) dan bagian kedua adalah untuk data pengujian (*Testing*). Pada penelitian ini terdapat lima model arsitektur yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian data yaitu model 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, 3-9-1.

Pelatihan dan pengujian data dengan algoritma *backpropagation* pada tahap pertama ini menggunakan arsitektur jaringan 3-2-1. Yang dimaksud disini layer masukan menggunakan 3 Neuron, layer tersembunyi 2 serta 1 neuron keluaran. *Source code* pelatihan *backpropagation* yang digunakan dengan aplikasi Matlab sebagai berikut:

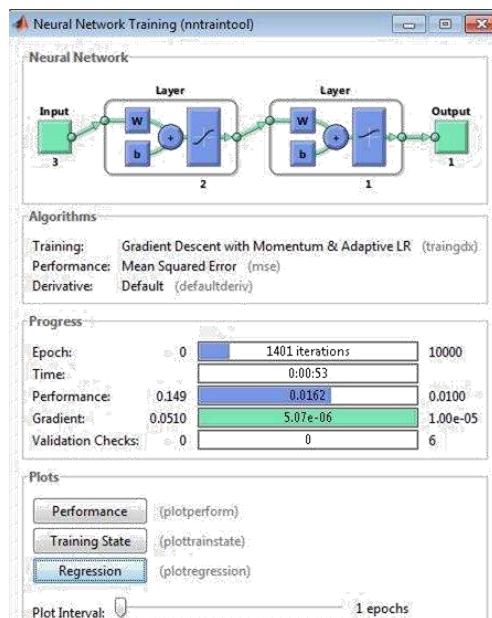
a) `>> net=newff(minmax(P),[2,1],{'tansig','logsig'},'traingd');`

Perintah ini digunakan untuk membentuk jaringan pada *backpropagation* yang mempunyai 2 *neuron hidden* dan 1 *neuron target*.

b) `>> net.IW{1,1};`

Net.IW{1,1} bobot pertama yang digunakan untuk bobot *hidden*.

- c) `>> net.b{1};`
 Net.b{1} bias yang digunakan untuk bias *hidden*.
 d) `>> net.LW{2,1};`
 Net.LW{2,1} bobot kedua yang digunakan untuk bobot keluaran.
 e) `>> net.b{2};`
 Bias yang digunakan untuk bias keluaran.
 f) `>> net.trainParam.epochs=100000;`
 Perintah untuk menentukan jumlah iterasi (*epochs*) maksimum pelatihan.
 g) `>> net.trainParam.goal = 0.001;`
 Perintah untuk menentukan batas MSE agar iterasi dihentikan
 h) `>> net.trainParam.Lr = 0.01;`
 Perintah yang digunakan untuk menentukan *learning rate*.
 i) `>> net.trainParam.show = 1000;`
 Perintah yang digunakan untuk menampilkan frekuensi perubahan MSE.
 j) `>> net=train(net,P,T)`
 Perintah ini akan memunculkan jaringan hasil pelatihan.
 k) `>> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)`
 Perintah ini digunakan untuk melihat hasil yang dikeluarkan oleh jaringan.
 Pelatihan dan pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan arsitektur 3-2-1 dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 berikut :

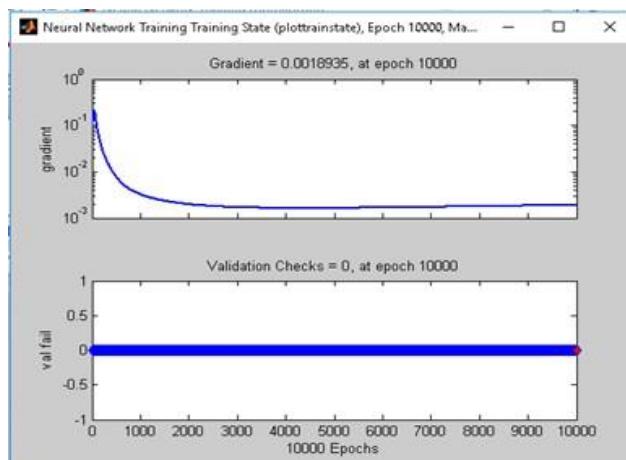


Gambar 1. Pelatihan Arsitektur Backpropagation Menggunakan 3-2-1

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa model jaringan dengan arsitektur 3-2-1 menghasilkan *epoch* sebesar 1401 dalam waktu 00:53 detik.
 Dapat dipahami untuk penjelasan simbol-simbolnya:

- a) Simbol b_i Menunjukkan nilai bias, Nilai bias ini mirip dengan nilai bobot hanya dengan nilai bobot hanya saja tidak dikalikan dengan input.

- Tujuannya agar garis persamaan bisa lebih kompleks (tidak selalu melewati titik origin).
- Semua nilai bobot w dan bias b awalnya diberikan nilai random dan diperbarui nilainya dengan proses backprop untuk meningkatkan kualitas model.
 - N menunjukkan banyak neuron di layer sebelah kiri (layer input).
 - Simbol (σ) adalah simbol dari fungsi aktivasi. Artinya setelah proses perkalian input dan bobot w lalu dilakukan penjumlahan semua, langkah selanjutnya adalah mengenai hasil perhitungan tersebut dengan fungsi aktivasi. Ada banyak fungsi aktivasi



Gambar 2. Best Training Performance Menggunakan Arsitektur 3-2-1

- Pada Gambar 2 menunjukkan *error goal (MSE)* pada pelatihan ini sebesar 0,0018935 dicapai pada epoch yang ke 10000.
- Berdasarkan uraian tersebut berikut akurasi data pelatihan arsitektur 3-2-1, dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah:

Tabel 2. Akurasi Data Pelatihan (*Traning*) Arsitektur 3-2-1

No	Pola	Target	Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,44581	0,348638	0,09717	0,00944
2	Pola 2	0,39161	0,336187	0,05543	0,00307
3	Pola 3	0,55161	0,45103	0,10058	0,01012
4	Pola 4	0,68065	0,447498	0,23315	0,05436
5	Pola 5	0,66774	0,467694	0,20005	0,04002
6	Pola 6	0,10774	0,449119	-0,34138	0,11654
7	Pola 7	0,44581	0,468188	-0,02238	0,00050
8	Pola 8	0,47677	0,314061	0,16271	0,02648
9	Pola 9	0,62645	0,451464	0,17499	0,03062
10	Pola 10	0,36839	0,466493	-0,09811	0,00962
11	Pola 11	0,18774	0,351085	-0,16334	0,02668
12	Pola 12	0,21613	0,435732	-0,21960	0,04823
13	Pola 13	0,16452	0,342279	-0,17776	0,03160
Jumlah SEE					0,37567
MSE					0,031306136

Pada Tabel 2 dapat di lihat akurasi dari data pelatihan arsitektur 3-2-1 yang telah di tentukan dengan menggunakan persamaan yang telah di tetapkan. Terdapat pola 1 s/d 13 adalah pola yang dipakai dalam data pelatihan. Nilai Target diperoleh dari tabel data pelatihan 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 data target data pelatihan. Nilai *Error* diperoleh dari : $Target - Output$. SSE diperoleh dari : $Error^2$ (^: Pangkat). Jumlah SSE adalah total dari keseluruhan SSE. MSE diperoleh dari : jumlah SSE / 12 (jumlah data). Berikut akurasi data pengujian arsitektur 3-2-1, dapat dilihat pada Tabel 3. dibawah :

Tabel 3. Akurasi Data Pengujian (*Testing*) Arsitektur 3-2-1

No	Pola	Target	Output	Error	SSE	Hasil
1	Pola 1	0,36323	0,466851	-0,10363	0,01074	1
2	Pola 2	0,44581	0,467937	-0,02213	0,00049	1
3	Pola 3	0,41226	0,29118	0,12108	0,01466	0
4	Pola 4	0,43806	0,466349	-0,02828	0,00080	1
5	Pola 5	0,40968	0,365691	0,04399	0,00193	1
6	Pola 6	0,73226	0,458206	0,27405	0,07510	0
7	Pola 7	0,87419	0,193931	0,68026	0,46276	0
8	Pola 8	0,61613	0,462714	0,15341	0,02354	0
9	Pola 9	0,42258	0,414231	0,00835	0,00007	1
10	Pola 10	0,38129	0,326612	0,05468	0,00299	0
11	Pola 11	0,62903	0,465282	0,16375	0,02681	0
12	Pola 12	0,42258	0,45688	-0,03430	0,00118	1
13	Pola 13	0,47419	0,444791	0,02940	0,00086	1
Jumlah SEE					0,62107	50,0
MSE					0,051755854	

3.2. Pembahasan

Dari model arsitektur 3-2-1 dapat diketahui bahwa tingkat akurasi Pengujian sebesar 50,7%. Pola 1 s/d 12 adalah pola yang dipakai dalam data pengujian. Nilai Target diperoleh dari tabel data 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 data pengujian. Nilai *Error* diperoleh dari : $Target - Output$. SSE diperoleh dari : $Error^2$. Jumlah SSE adalah total dari keseluruhan SSE. MSE diperoleh dari : Jumlah SSE / 12 (jumlah data). Hasil bernilai 1 (Benar) apabila nilai SSE $\leq 0,05$ adalah target *error* dari pengujian *backpropagation*. Dan akurasi (%) diperoleh dari : Jumlah Benar / $12 * 100$.

Dan begitu seterusnya untuk model 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, 3-9-1. Selanjutnya semua data yang sudah diolah akan disimpulkan kembali agar mendapat model arsitektur terbaik. Pada penelitian ini terdapat lima model arsitektur yaitu 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, 3-9-1, dari ke 5 model tersebut dapat diperoleh satu model arsitektur terbaik.

Pada tahapan ini akan dilakukan pengamatan terhadap laju pembelajaran kinerja jaringan dengan parameter tingkat akurasi, waktu pembelajaran, MSE selama proses pelatihan dan lamanya waktu iterasi (*Epoch*). Dengan memakai arsitektur jaringan terbaik pada pelatihan, maka akan diamati laju pembelajaran

terhadap kinerja jaringan. Berdasarkan Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan proses pendaftar santri baru dengan menerapkan algoritma *backpropagation* yang menggunakan lima (5) model arsitektur. Dari kelima model arsitektur tersebut diperoleh satu (1) model terbaik yaitu 3-9-1 dengan tingkat keakurasiannya 83,3 % dengan *epoch* 2447 iterasi dalam waktu 00.16 detik. Pada penelitian ini, model arsitektur terbaik akan diterapkan untuk proses prediksi terhadap jumlah pendaftar baru di Pondok Pesantren Modern Al-Kautsar. Pada penelitian ini, tahap terakhir yang akan dilakukan adalah proses prediksi jumlah pendaftar santri/wati baru ditahun yang akan datang. Setelah didapatkan model arsitektur terbaik dari algoritma *Backpropagation*, selanjutnya akan dilakukan proses prediksi. Tahapan ini dilakukan dengan melakukan pengujian dengan menerapkan model arsitektur 3-9-1 menggunakan *software Matlab* R2011b, model ini digunakan untuk mengetahui seberapa akuratnya model arsitektur 3-9-1 dalam memperoleh suatu hasil yang diinginkan.

Dalam melakukan proses prediksi terhadap jumlah pendaftar baru santri/wati ditahun yang akan datang maka akan dilakukan pengolahan data dengan melakukan pengujian data secara komputerisasi. Proses yang dilakukan sama dengan melakukan pelatihan terhadap data awal, namun dalam proses prediksi pengujian data yang dilakukan pada *software Matlab* R2011b menggunakan model arsitektur 3-9-1 untuk mengetahui seberapa besar keakuratan suatu model arsitektur terbaik yang diperoleh.

Dalam melakukan pengujian data untuk memperoleh hasil prediksi yang diinginkan menggunakan model arsitektur 3-9-1 terbaik yang diperoleh melalui langkah yang sudah dilakukan penulis menggunakan *software Matlab* R2011b. Adapun hasil prediksi terhadap jumlah penduduk untuk tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

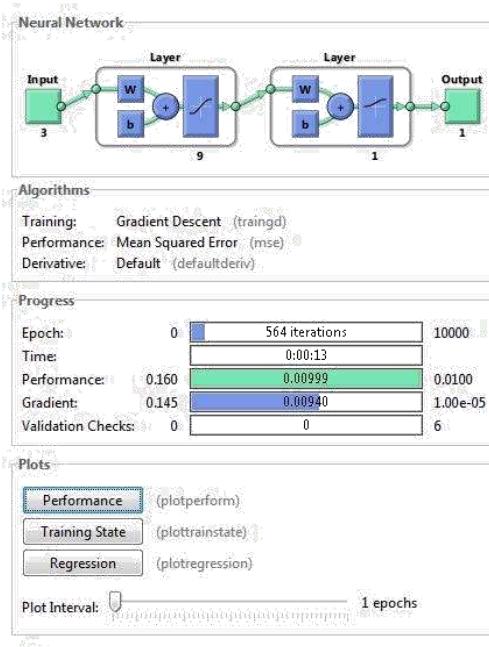
Tabel 4. Prediksi Pendaftar baru Tahun 2021

Prediksi 2021				
No	Data Real	Target	Target Prediksi	Prediksi
1	557	0,418376064	0,406996256	633
2	589	0,358500431	0,491310184	654
3	576	0,492715298	0,205099626	583
4	586	0,673503235	0,756346283	719
5	575	0,664787031	0,458338267	646
6	700	0,195188415	0,41764975	636
7	755	0,489351245	0,386858827	628
8	655	0,321989802	0,455063146	645
9	580	0,421620213	0,369758186	624
10	564	0,408050899	0,457298819	645
11	660	0,258820894	0,468501998	648
12	580	0,322425668	0,495347589	655
13	600	0,341222892	0,410016522	634

Pada Tabel 4. dapat dilihat hasil dari prediksi tahun 2020 adapun penjelasan dari tabel tersebut yaitu :

- 1) Data Real diperoleh dari data asli tahun terakhir
- 2) Data Target diperoleh dari data *testing* yang sudah di normalisasi
- 3) Data Target Prediksi diperoleh dari hasil pengujian menggunakan *Software Matlab R2011b*, adapun parameter pencarian data target prediksi sebagai berikut :
 - a. `>>net=newff(minmax(PP),[9,1],{'tansig','logsig'},'traingd');`
 - b. `>> net=IW{1,1};`
 - c. `>> net.b{1};`
 - d. `>> net.LW{2,1};`
 - e. `>> net.b{2};`
 - f. `>> net.trainParam.epochs=100000;`
 - g. `>> net.trainParam.goal=0.001;`
 - h. `>> net.trainParam.Lr=0.01;`
 - i. `>> net.trainParam.show=1000;`
 - j. `>> net=train(net,PP,TT)`

Setelah semua parameter selesai di *input* akan tampil proses pengujian prediksi pertama dengan model arsitektur 3-9-1



Gambar 3. Pengujian Prediksi 2 Menggunakan Arsitektur 3-9-1

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil pengujian arsitektur 3-9-1 menghasilkan *epoch* sebesar 564 dengan lama waktu 00:13 detik. Setelah proses pengujian selesai, selanjutnya untuk mendapatkan hasil target prediksi digunakan rumus :

$[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, PP, [], [], TT)$

Untuk mencari data prediksi digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Prediksi} = \frac{|(X_n - 0,1) \cdot (b - a)|}{0,8 + a} \quad (1)$$

Untuk mempermudah dalam memahami data yang diperoleh, maka penulis menyusun hasil prediksi dengan data awal menjadi satu kesatuan. Pada penelitian ini, penulis melakukan prediksi dalam rentang waktu 2 tahun kedepan terhitung dari tahun 2019-2021. Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, jumlah blanko mengalami peningkatan disetiap tahunnya . Namun dalam hal ini, hasil prediksi yang diperoleh menggunakan model arsitektur terbaik yang diperoleh yaitu model 3-9-1 dengan tingkat akurasi 91,7% dan *epoch* sebesar 564 iterasi dalam waktu 00:13 detik merupakan suatu hal yang masih merupakan prediksi yang dapat digunakan sebagai acuan atau tidak, dalam menerapkan suatu algoritma *backpropagation* untuk memprediksi jumlah blanko. Dengan hasil prediksi yang sudah diperoleh dapat digunakan sebagai antisipasi untuk bahan motivasi dalam persediaan stok blanko pada kantor Badan Pertanahan Nasional Kota Pematangsiantar. Berikut hasil akhir kesimpulan prediksi yang sudah diperoleh dengan menggunakan algoritma *backpropagation* dalam memprediksi jumlah pendaftar baru dalam rentang waktu 2 tahun ke depan terhitung dari tahun 2019-2021 dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Prediksi Jumlah Pendaftar Baru Santri 2 Tahun Ke Depan

No	BULAN	Tahun						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Madrasah Tsanawiyah Putri	600	550	690	589	557	543	633
2	Madrasah Tsanawiyah Putra	500	460	654	568	589	567	654
3	Madrasah Aliyah	632	655	564	630	576	487	583
4	Ipa Putra	600	643	765	680	586	640	719
5	Ipa Putri	523	700	638	675	575	557	646
6	Ips Putra	455	508	566	458	700	546	636
7	Ips Putri	500	700	559	589	755	538	628
8	Nahwu Putra	687	605	685	601	655	557	645
9	Nahwu Putri	544	586	576	659	580	533	624
10	Ilmu Shorof Putra	540	674	586	559	564	557	645
11	Ilmu Shorof Putri	607	553	655	489	660	560	648
12	Kitab Kuning Putra	589	600	640	500	580	568	655
13	Kitab Kuning Putri	654	580	590	480	600	544	634

4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

- Penggunaan metode *Backpropagation* dapat di gunakan didalam prediksi jumlah pendaftar baru santri/wati yang mana memiliki data valid sehingga mendapatkan hasil yang seknifikat.
- Hasil yang di dapat dari analisa metode *Backpropagation* dan virtualisasi menggunakan aplikasi *matlab* dapat di hasilkan dengan data yang valid. Dan di simpulkan bahwa metode Backpropagation dapat di jadikan sebagai metode prediksi yang sangat memudahkan untuk mencari prediksi apapun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sudarsono, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode," *Media Infotama*, Vol. 12, No. 1, Pp. 61-69, 2016.

- [2] C. Oktaviani And Afdal, "Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Beberapa Fungsi Pelatihan Backpropagation," *J. Fis. Unand*, Vol. 2, No. 4, Pp. 228–237, 2013.
- [3] A. F. Setiawan And A. K. Agung, "Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Analisa Karakteristik Seseorang," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 50–55, 2016, Doi: 10.35457/Antivirus.V10i2.162.
- [4] I. S. Purba And A. Wanto, "Prediksi Jumlah Nilai Impor Sumatera Utara Menurut Negara Asal Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Techno.Com*, Vol. 17, No. 3, Pp. 302–311, 2018, Doi: 10.33633/Tc.V17i3.1769.
- [5] B. Febriadi, Z. Zamzami, Y. Yunefri, And A. Wanto, "Bipolar Function In Backpropagation Algorithm In Predicting Indonesia's Coal Exports By Major Destination Countries," In *Iop Conference Series*, 2018, Pp. 1–8.
- [6] Y. A. Lesnussa, S. Latuconsina, And E. R. Persulessy, "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Prestasi Siswa Sma (Studi Kasus : Prediksi Prestasi Siswa Sman 4 Ambon)," Vol. 11, No. 2, Pp. 149–160, 2015.