

Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Pematang Bandar Berdasarkan Nagori/Kelurahan

Meychael Adi Putra Hutabarat, Handrizal, Jalaluddin

Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹ meychaelhutabarat@gmail.com, ² handrizal_tanjung@yahoo.com, ³ jalaluddin@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak—Jumlah penduduk pada suatu Kecamatan sangat berpengaruh terhadap kesejahteraan masyarakat yang ada pada Kecamatan tersebut. Tetapi untuk menentukan jumlah penduduk setiap tahunnya di Kecamatan tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dan dengan metode yang tergolong sederhana. Maka dari itu dibutuhkan sebuah penelitian untuk memprediksi jumlah penduduk di tahun mendatang, algoritma yang digunakan adalah algoritma Backpropagation, algoritma ini bertujuan untuk melakukan proses prediksi terhadap jumlah penduduk yang ada pada Kecamatan Pematang Bandar Sumatera Utara. Berdasarkan data yang diperoleh jumlah penduduk yang ada di Kecamatan Pematang Bandar mengalami kenaikan. Penelitian ini menggunakan 5 model arsitektur yaitu 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, 3-9-1. Dari kelima model arsitektur yang digunakan di peroleh satu model arsitektur terbaik 3-4-1 dengan tingkat keakurasian 92,3 %, epoch 796 iterasi dalam waktu 10 detik dan MSE 0,000930636. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pihak Kecamatan dalam meningkatkan segala aspek kesejahteraan masyarakat di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Prediksi, JST, Algoritma, Backpropagation, Penduduk

Abstract—The number of residents in a sub-district greatly influences the the welfare of the community in the sub-district. But to determine the population each year in the Subdistrict requires a considerable amount of time and with a relatively simple method. Therefore we need a study to predict the number of population in the coming year, the algorithm used is the Backpropagation algorithm, this algorithm aims to make a prediction process for the population in Pematang Bandar Subdistrict, North Sumatra. Based on the data obtained, the population in Pematang Bandar District has increased. This study uses 5 architectural models, namely 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, 3-9-1. Of the five architectural models used, one of the best 3-4-1 architectural models was obtained with accuracy of 92.3%, epoch 796 iterations in 10 seconds and MSE 0,000930636. It is expected that the results of this study can contribute to the District in improving all aspects of community welfare in the future.

Keywords: Prediction, JST, Algorithm, Backpropagation, Population

1. PENDAHULUAN

Pengertian Penduduk secara umum adalah semua orang yang berdomisili di wilayah geografis Indonesia selama enam bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari enam bulan tetapi bertujuan menetap. Pertumbuhan penduduk diakibatkan oleh tiga komponen yaitu: *Fertilitas*, *Mortalitas* dan *Migrasi*. Pertumbuhan penduduk adalah angka yang menunjukkan tingkat penambahan penduduk pertahun dalam jangka waktu tertentu. Pemanfaatan Teknologi Infomasi yang semakin maju pada saat ini, Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) dapat digunakan untuk memprediksi tingkat pertumbuhan penduduk. Teknologi informasi merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk mengelola data, memproses, mendapatkan, menyusun, menyimpan, memanipulasi data dalam berbagai cara untuk menghasilkan informasi yang berkualitas, yaitu informasi yang relevan, akurat dan tepat waktu, yang digunakan untuk keperluan pribadi, bisnis, swasta dan pemerintah yang merupakan informasi yang strategis dalam pengambilan keputusan[1]

Sebagai perangkat pemerintahan yang berkewajiban memperhatikan serta berusaha semaksimal mungkin memenuhi kebutuhan masyarakat berbentuk sarana dan prasarana yang diperlukan, pihak kecamatan wajib mengetahui kemungkinan jumlah pertumbuhan penduduk di tahun mendatang. Adapun faktor yang memengaruhi pertumbuhan penduduk adalah *Fertilitas*, *Mortalitas* atau pun *migrasi*. Hal ini sangat di perlukan untuk keseimbangan kebutuhan dan sarana prasarana.

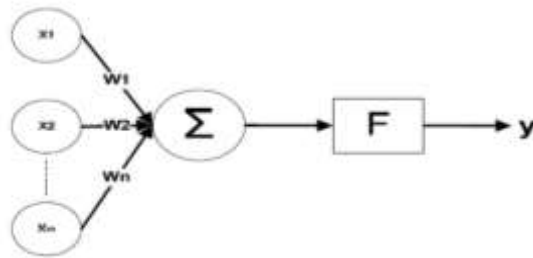
Dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* ini diharapkan dapat memberikan alternatif lain dalam memperkirakan dan memprediksi tingkat pertumbuhan penduduk di Kecamatan Pematang Bandar pada setiap tahunnya. Dengan demikian pihak Pemerintah Daerah akan mampu menentukan kebijakan sedini mungkin, dengan menerapkan langkah-langkah yang dianggap tepat dalam mengatasi tingkat pertumbuhan penduduk kedepannya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran [2]

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. Jaringan ini biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan pada aplikasi computer[3]



Gambar 1. Model Struktur Jaringan Saraf Tiruan

2.2 Algoritma Backpropagation

Algoritma *Backpropagation* adalah alat matematika yang terkenal dan ekstensif yang digunakan untuk prediksi dan perkiraan waktu, yang juga menentukan hasil untuk fungsi non-linear. Algoritma *backpropagation* digunakan untuk latihan. Algoritma *backpropagation* adalah algoritma iteratif yang mudah dan sederhana yang biasanya berkinerja baik, bahkan dengan data yang kompleks. Tidak seperti Algoritma lainnya, *backpropagation* memiliki sifat komputasi yang baik apalagi bila data yang tersaji berskala besar[4]

Algoritma *Backpropagation* mempunyai kemampuan mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan[5].

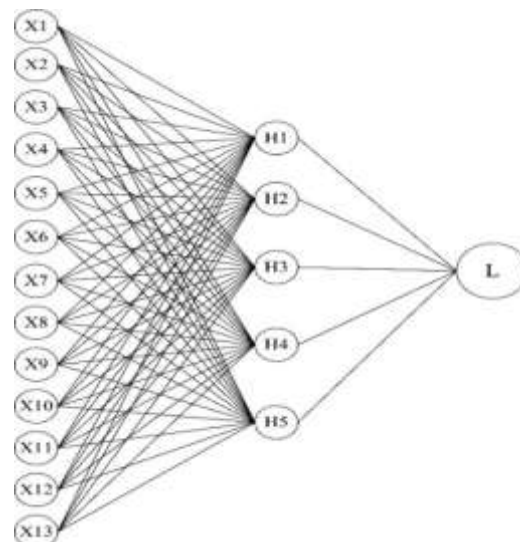
2.3 Model Arsitektur Jaringan Algoritma Backpropagation

Pada umumnya, *neuron-neuron* yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu *neuron* adalah fungsi aktivasi dan pola bobotnya. Arsitektur jaringan adalah sebuah arsitektur yang menentukan pola antar *neuron* [1]

Setiap pola-pola informasi input dan output yang diberikan kedalam Jaringan Syaraf tiruan diproses dalam *neuron*. *Neuron-neuron* tersebut terkumpul di dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*[6]

Backpropagation adalah model JST yang paling banyak digunakan. Topologi khas *backpropagation* melibatkan tiga lapisan[7][8][9][10][11][12] yaitu :

1. Lapisan *input (Input Layer)*
Unit-unit di dalam lapisan input disebut unit-unit *input*. Unit-unit *input* tersebut menerima pola inputan data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.
2. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*)
Unit-unit di dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi. Dimana *outputnya* tidak langsung dapat diamati secara langsung.
3. Lapisan *output (output layer)*
Unit-unit di dalam lapisan output disebut unit-upnit *output*. *Output* dari lapisan ini merupakan solusi jaringan syaraf tiruan terhadap suatu permasalahan



Gambar 2. Model Arsitektur Jaringan Backpropagation

Keterangan :

Arsitektur jaringan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2. yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu : 13 lapis masukan (*input*), 5 lapis tersembunyi (*hidden layer*), dan 1 lapis keluaran (*output*). Dari gambar 2.2. dapat dijelaskan bahwa arsitektur *backpropagation* dengan n buah masukan ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) ditambah sebuah bias, sebuah lapisan tersembunyi yang terdiri dari (h_1, h_2, h_3, h_4, h_5) unit tambahan sebuah bias, serta L buah unit keluaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Normalisasi Data

Proses pelatihan membutuhkan pasangan data masukan dan keluaran aktual untuk dipelajari. Data masukan dibutuhkan sebagai data masukan, dan data keluaran dibutuhkan sebagai target jaringan. Sebelum diproses data dinormalisasi terlebih dahulu. Normalisasi terhadap data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan.

$$x' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1$$

Tabel 1. Data Training Tahun (2013-2015) Target 2016 Sebelum Di Normalisasi

No	Nagori / Kelurahan	Tahun			Target
		2013	2014	2015	
1	Nagori Kandangan	2571,00	2584,00	2600,00	2612,00
2	Nagori Bandar Manis	2468,00	2477,00	2496,00	2503,00
3	Nagori Purbaganda	3219,00	3231,00	3246,00	3273,00
4	Nagori Wonorejo	3618,00	3634,00	3663,00	3681,00
5	Nagori Purwodadi	1268,00	1289,00	1326,00	1355,00
6	Nagori Pardomuan Nauli	2357,00	2377,00	2401,00	2428,00
7	Nagori Marihat Bandar	2106,00	2124,00	2152,00	2220,00
8	Nagori Kerasaan II	612,00	642,00	672,00	701,00
9	Nagori Talun Madear	1719,00	1750,00	1771,00	1786,00
10	Nagori Talun Rejo	1925,00	1937,00	1968,00	1982,00
11	Nagori Purwosari	1368,00	1393,00	1413,00	1456,00
12	Kel. Pematang Bandar	2414,00	2432,00	2460,00	2477,00
13	Kel. Kerasaan I	11882,00	11910,00	11949,00	11961,00

Tabel 2. Data Training Setelah Di Normalisasi (Tahun 2013-2015) Target 2016

No	Nagori / Kelurahan	Tahun			Target
		2013	2014	2015	
1	Nagori Kandangan	0,23824	0,23915	0,24028	0,24113
2	Nagori Bandar Manis	0,23097	0,23160	0,23295	0,23344
3	Nagori Purbaganda	0,28396	0,28481	0,28587	0,28777
4	Nagori Wonorejo	0,31212	0,31325	0,31530	0,31657
5	Nagori Purwodadi	0,14629	0,14777	0,15038	0,15243
6	Nagori Pardomuan Nauli	0,22314	0,22455	0,22624	0,22815
7	Nagori Marihat Bandar	0,20542	0,20669	0,20867	0,21347
8	Nagori Kerasaan II	0,10000	0,10212	0,10423	0,10628
9	Nagori Talun Madear	0,17812	0,18030	0,18179	0,18284
10	Nagori Talun Rejo	0,19265	0,19350	0,19569	0,19667
11	Nagori Purwosari	0,15335	0,15511	0,15652	0,15956
12	Kel. Pematang Bandar	0,22716	0,22843	0,23040	0,23160
13	Kel. Kerasaan I	0,89527	0,89725	0,90000	0,90085

Tabel 3. Data Testing (Tahun 2014-2016) Target 2017 Sebelum Di Normalisasi

No	Nagori / Kelurahan	Tahun			Target
		2014	2015	2016	
1	Nagori Kandangan	2584,00	2600,00	2612,00	2628,00
2	Nagori Bandar Manis	2477,00	2496,00	2503,00	2520,00
3	Nagori Purbaganda	3231,00	3246,00	3273,00	3287,00
4	Nagori Wonorejo	3634,00	3663,00	3681,00	3704,00
5	Nagori Purwodadi	1289,00	1326,00	1355,00	1389,00
6	Nagori Pardomuan Nauli	2377,00	2401,00	2428,00	2457,00

No	Nagori / Kelurahan	Tahun			Target
		2014	2015	2016	
7	Nagori Marihat Bandar	2124,00	2152,00	2220,00	2252,00
8	Nagori Kerasaan II	642,00	672,00	701,00	736,00
9	Nagori Talun Madear	1750,00	1771,00	1786,00	1802,00
10	Nagori Talun Rejo	1937,00	1968,00	1982,00	2038,00
11	Nagori Purwosari	1393,00	1413,00	1456,00	1484,00
12	Kel. Pematang Bandar	2432,00	2460,00	2477,00	2494,00
13	Kel. Kerasaan I	11910,00	11949,00	11961,00	12003,00

Tabel 4. Data Testing Setelah Di Normalisasi (Tahun 2014-2016) Target 2017

No	Nagori / Kelurahan	Tahun			Target
		2014	2015	2016	
1	Nagori Kandangan	0,23726	0,23839	0,23923	0,24037
2	Nagori Bandar Manis	0,22969	0,23104	0,23153	0,23273
3	Nagori Purbaganda	0,28298	0,28404	0,28595	0,28694
4	Nagori Wonorejo	0,31147	0,31352	0,31479	0,31641
5	Nagori Purwodadi	0,14573	0,14834	0,15039	0,15280
6	Nagori Pardomuan Nauli	0,22263	0,22432	0,22623	0,22828
7	Nagori Marihat Bandar	0,20474	0,20672	0,21153	0,21379
8	Nagori Kerasaan II	0,10000	0,10212	0,10417	0,10664
9	Nagori Talun Madear	0,17831	0,17980	0,18086	0,18199
10	Nagori Talun Rejo	0,19153	0,19372	0,19471	0,19867
11	Nagori Purwosari	0,15308	0,15449	0,15753	0,15951
12	Kel. Pematang Bandar	0,22651	0,22849	0,22969	0,23089
13	Kel. Kerasaan I	0,89640	0,89915	0,90000	0,90297

3.2 Analisis

Setelah dilakukan normalisasi, maka akan dilakukan pelatihan menggunakan *software Matlab R2011b*. Adapun parameter-parameter yang diperlukan dalam proses pelatihan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Parameter Dan Kode Program Dalam Backpropagation

Kode Training	Kode Testing
>> net=newff(minmax(P),[hidden layer,output layer],{'logsig','purelin'},'trainrp');	>> PP=[input data pengujian]
>> net.IW{1,1};	>> TT=[output pengujian]
>> net.b{1};	[a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,PP,[],[],TT)
>> net.LW{2,1};	
>> net.b{2};	
>> net.trainParam.epochs=100000;	
>> net.trainParam.show = 1000;	
>> net.trainParam.showCommandLine = 0;	
>> net.trainParam.showWindow= 1;	
>> net.trainParam.goal = 0;	
>> net.trainParam.time = inf;	
>> net.trainParam.min_grad= 1e-6;	
>> net.trainParam.max_fail = 5;	
>> net.trainParam.lr=0.01;	
>> net.trainParam.delt_inc=1.2;	
>> net.trainParam.delt_dec=0.5	
>> net.trainParam.delta0=0.07	
>> net.trainParam.deltamax=50.0	
>> net=train(net,P,T)	
[a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)	

3.3 Pelatihan Dan Pengujian Data

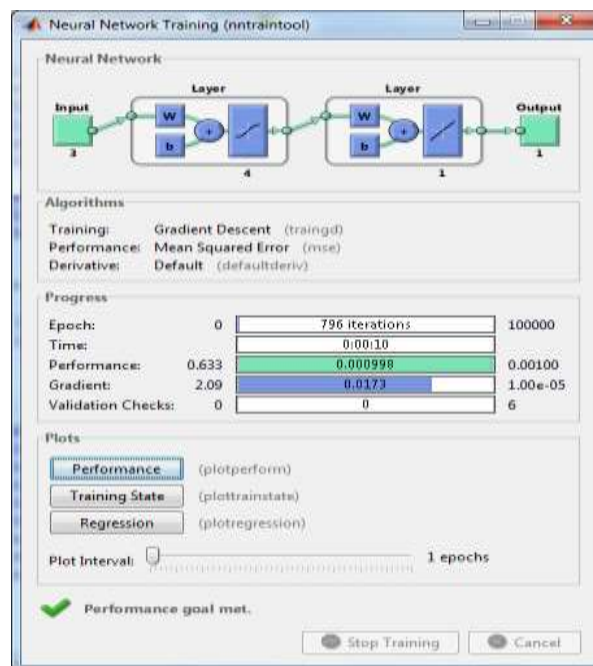
Pada penelitian ini menggunakan 5 (lima) model arsitektur pelatihan dan pengujian data yakni 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1 dan 3-9-1. Berdasarkan 5 (Lima) model yang digunakan dapat dijabarkan bahwa 3 merupakan data *neuron input layer*, 4 merupakan data *neuron hidden layer* dan 1 merupakan data *neuron output layer*, begitu pula halnya

dengan keterangan model arsitektur yang lain. Arsitektur terbaiknya yaitu 3-4-1 dengan tingkat akurasi sebesar 92,3%. Dapat dilihat pada tabel 5. berikut.

Tabel 6. Model Arsitektur Backpropagation

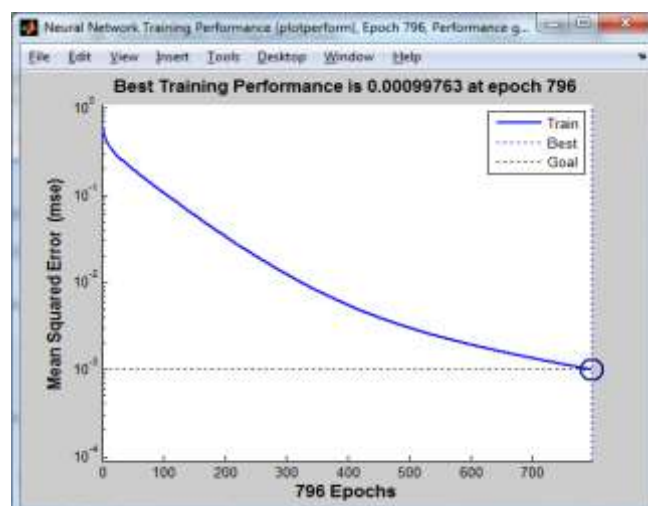
No	Arsitektur	Epoch	Traning		Testing	
			Waktu	MSE	MSE	Akurasi
1	3-2-1	5719	01:06	0,000999999	0,001121556	84,6
2	3-4-1	796	00:10	0,000997939	0,000930636	92,3
3	3-5-1	1164	00:16	0,000981965	0,001043216	92,3
4	3-6-1	939	00:14	0,00099481	0,000894125	92,3
5	3-9-1	3703	00:43	0,00100034	0,001109098	92,3

Berdasarkan tabel 6. tingkat akurasi pengujian 5 model arsitektur maka dapat disimpulkan bahwa model arsitektur 3-4-1 dengan *epoch* sebesar 796 iterasi dalam waktu 00.10 detik menghasilkan tingkat akurasi yakni sebesar 92,3% merupakan model arsitektur terbaik untuk digunakan dalam prospek prediksi tahun berikutnya.



Gambar 3. Hasil Data Pelatihan Dengan Model Arsitektur 3-4-1

Dari gambar model arsitektur 3-4-1 diatas dapat dijelaskan bahwa *Epoch* yang terjadi sebesar 796 dengan lama waktu 10 detik.



Gambar 4. Hasil *Epoch* Pelatihan Dengan Arsitektur 3-4-1

Pada Gambar 4. menunjukkan *error goal (MSE)* pada pelatihan ini sebesar 0,00099763 dicapai pada epoch yang ke 796.

Tabel 7. Arsitektur Terbaik Data *Traning Backpropagation* 3-4-1

No	Target	Data Traning		SSE
		Output	Error	
1	0,24113	0,2336	0,00753	0,00006
2	0,23344	0,2291	0,00434	0,00002
3	0,28777	0,2506	0,03717	0,00138
4	0,31657	0,242	0,07457	0,00556
5	0,15243	0,1797	-0,02727	0,00074
6	0,22815	0,2245	0,00365	0,00001
7	0,21347	0,2129	0,00057	0,00000
8	0,10628	0,164	-0,05772	0,00333
9	0,18284	0,1959	-0,01306	0,00017
10	0,19667	0,2045	-0,00783	0,00006
11	0,15956	0,1827	-0,02314	0,00054
12	0,23160	0,2271	0,00450	0,00002
13	0,90085	0,9337	-0,03285	0,00108
Total SSE				0,01297
MSE				0,000997939

Tabel 8. Arsitektur Terbaik Data *Testing Backpropagation* 3-4-1

No	Target	Data Testing		SSE	Hasil
		Output	Error		
1	0,24037	0,2330	0,00737	0,00005	1
2	0,23273	0,2283	0,00443	0,00002	1
3	0,28694	0,2507	0,03624	0,00131	1
4	0,31641	0,2422	0,07421	0,00551	0
5	0,16940	0,1796	-0,01020	0,00010	1
6	0,22828	0,2243	0,00398	0,00002	1
7	0,21379	0,2137	0,00009	0,00000	1
8	0,10664	0,164	-0,05736	0,00329	1
9	0,18199	0,1957	-0,01371	0,00019	1
10	0,19867	0,2039	-0,00523	0,00003	1
11	0,15951	0,1829	-0,02339	0,00055	1
12	0,23089	0,2267	0,00419	0,00002	1
13	0,90297	0,9348	-0,03183	0,00101	1
Total SSE				0,01210	
MSE				0,000930636	92,3

Keterangan :

1 = Benar 0 = Salah

Tabel 10. Hasil Prediksi Jumlah Penduduk 5 Tahun Ke Depan Dari Tahun 2018-2022

No	Nagori / Kelurahan	Tahun				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Nagori Kandangan	2609	2503	3484	5192	7302
2	Nagori Bandar Manis	2543	2515	3558	5316	7392
3	Nagori Purbaganda	2858	2279	2863	4406	6845
4	Nagori Wonorejo	2739	1895	2267	4091	6829
5	Nagori Purwodadi	1857	2478	4042	6214	8104
6	Nagori Pardomuan Nauli	2487	2520	3602	5394	7442
7	Nagori Marihat Bandar	2337	2523	3721	5615	7603
8	Nagori Kerasaan II	1637	2445	4162	6333	8325
9	Nagori Talun Madear	2084	2506	3917	5916	7894
10	Nagori Talun Rejo	2199	2517	3829	5880	7759
11	Nagori Purwosari	1904	2485	4017	6169	8062
12	Kel. Pematang Bandar	2520	2516	3575	5348	7414
13	Kel. Kerasaan I	12493	12524	12375	11339	10223
Jumlah (Jiwa)		40268	41708	55413	77214	101194

Pada Tabel 10. dapat dilihat hasil prediksi yang di peroleh dengan menggunakan model arsitektur terbaik yaitu model 3-4-1 dengan tingkat akurasi 92,3 %.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

- a. Pemilihan model arsitektur terbaik sangat berpengaruh untuk mendapatkan tingkat keakurasian yang optimal.
- b. Dalam penerapan algoritma *backpropagation*, menggunakan 5 model arsitektur yaitu 3-2-1, 3-4-1, 3-5-1, 3-6-1, dan 3-9-1, sangat mempengaruhi untuk memperoleh hasil yang maksimal. Dari kelima model arsitektur yang digunakan, model arsitektur 3-4-1 merupakan model arsitektur terbaik dengan tingkat akurasi 92,3% epoch sebanyak 796 iterasi dan waktu yang dibutuhkan 00:10 detik dan Mean Squared Error (MSE) 0,00099763.
- c. Jaringan Syaraf Tiruan dengan bantuan *Software* Matlab dapat memprediksi jumlah laju pertumbuhan penduduk
- d. Jaringan yang digunakan terdiri dari tiga buah lapisan yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan agar penelitian yang akan dilakukan selanjutnya lebih baik lagi maka penulis memberikan saran demi perkembangan penelitian ini kedepannya adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya menggunakan data umum, untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk memaparkan variabel yang lebih jelas seperti nama penduduk, usia dan lain sebagainya.
- b. Penelitian ini hendaknya dikembangkan dengan menggunakan metode atau algoritma yang lain seperti algoritma *Levenberg Marquardt* dan lain sebagainya.
- c. Perlu dikembangkan penelitian yang lebih mendalam dan variasi algoritma pelatihan supaya mendapatkan hasil yang lebih optimal dengan waktu pelatihan yang lebih singkat lagi.

REFERENCES

- [1] A. Sudarsono, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu)," *J. Media Infotama*, Vol. 12, No. 1, Pp. 61–69, 2016.
- [2] I. M. G. Sunarya And I. A. P. Purnami, "Pengembangan Media Pembelajaran Matakuliahpengantar Kecerdasan Buatan Bahasan Jaringan Syaraf Tiruan," *Semin. Nas. Ris. Inov. Ii*, 2014.
- [3] A. T. Solikhun, M. Safii, "Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi," *J. Sains Komput. Inform.*, No. 1, Pp. 24–36, 2017.
- [4] A. Wanto, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Kemiskinan Pada," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 4–10, 2018.
- [5] S. Kusmaryanto, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram Sigit," *J. Eccis Vol.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 193–198, 2014.
- [6] A. P. Windarto, "Implementasi Jst Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman Kur Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropogation," *J. Sains Komput. Inform.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 12–23, 2017.
- [7] A. Wanto, "Optimasi Prediksi Dengan Algoritma Backpropagation Dan Conjugate Gradient Beale-Powell Restarts," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, Vol. 3, No. 3, Pp. 370–380, 2017.
- [8] E. Irawan, M. Zarlis, And E. B. Nababan, "Analisis Penambahan Nilai Momentum Pada Prediksi Produktivitas Kelapa Sawit Menggunakan Backpropagation," *J. Nas. Inform. Dan Teknol. Jar.*, Vol. 1, Pp. 84–89, 2017.
- [9] David, "Pengenalan Pola Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," Vol. 3, No. 1, Pp. 71–80, 2013.
- [10] I. B. M. Sangadji, "Prediksi Perilaku Pola Pengunjung Terhadap Transaksi Pada Toko Buku Gramedia Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Back Propagation," *J. Inform.*, Vol. 5, Pp. 135–150.
- [11] I. Putri, H. Panji, And I. Atsari, "Peramalan Permintaan Produk Keripik Tempe Cv Aneka Rasa Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Demand," *J. Ind.*, Vol. 1, No. 1, 2012.
- [12] P. Windarto, P. Studi, M. Informatika, P. Studi, And S. Informasi, "Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Suku Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropogation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi Isolikhun," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 184–197, 2017.