



PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK ANALISIS JUMLAH PENDUDUK KABUPATEN SIMALUNGUN

Daniel Tinambunan¹, P.P.P.A.N.W.Fikrul Ilmi R.H.Zer²

¹Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

²Program Studi Manajemen Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

E-mail : ¹danieltinambunan19@gmail.com, ²fikrulilmizer@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Aug 31, 2023

Revised Sept 6, 2023

Accepted Sept 8, 2023

Kata Kunci:

JST

Backpropagation

Matlab

Jumlah penduduk

Simalungun

Keywords:

ANN

Backpropagation

Matlab

Population

Asahan

ABSTRAK

Jumlah penduduk dalam suatu wilayah memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap kehidupan ekonomi. Dengan adanya penduduk yang besar, maka kebutuhan konsumsi juga meningkat, yang berdampak pada peningkatan kebutuhan produksi. Akibatnya, rencana pemulihan ekonomi dapat dilaksanakan dan pertumbuhan ekonomi dapat terjadi dengan cepat. Maka dari itu, diperlukan sebuah penelitian untuk menganalisis pertumbuhan penduduk di tahun mendatang. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Backpropagation, yang bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan penduduk di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Berdasarkan data BPS dari tahun 2016 hingga 2021, jumlah penduduk pada Kabupaten Simalungun terus meningkat. Pada penelitian ini Arsitektur JST yang digunakan diperoleh melalui proses trial and error menggunakan software Matlab R2011b. Ada lima model arsitektur yang dipilih, yaitu 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, dan 3-30-1. Diantara kelima model tersebut, model arsitektur terbaik adalah 3-15-1, dengan validasi $R=0,99869$. Proses pelatihan selesai dengan kurang lebih 2699 iterasi (*epoch*) dengan waktu 00:07 detik. Hasil validasi dan akurasi training yang didapat menggunakan MSE sebesar 0,000053208 dan akurasi testing sebesar 0,000118291. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pihak Kabupaten dalam meningkatkan segala aspek kesejahteraan masyarakat di masa yang akan datang.

ABSTRACT

The population in a region has a very important influence on economic life. With a large population, consumption needs also increase, which has an impact on increasing production needs. As a result, economic recovery plans can be implemented and economic growth can occur quickly. Therefore, a study is needed to analyze population growth in the coming year. The algorithm used is the Backpropagation algorithm, which aims to analyze population growth in Simalungun Regency, North Sumatra. Based on BPS data from 2016 to 2021, the population in Simalungun Regency continues to increase. In this study, the JST architecture used was obtained through a trial and error process using Matlab R2011b software. There are five architecture models chosen, namely 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, and 3-30-1. Among the five models, the best architecture model is 3-15-1, with validation $R=0.99869$. The training process was completed with approximately 2699 iterations (*epochs*) with a time of 00:07 seconds. Validation results and training accuracy obtained using MSE of 0.000053208 and testing accuracy of 0.000118291. It is hoped that the results of this research can contribute to the Regency in improving all aspects of community welfare in the future.

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

Corresponding Author:

Daniel Tinambunan,

Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa

Jl. Jend. Sudirman Blok A No.1, 2 & 3, Siantar Barat, Pematang Siantar, Sumatera Utara 21142

Email: danieltinambunan19@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Warga Negara Indonesia dan Orang Asing yang bertempat tinggal di Indonesia, berdasarkan UUD 1945 Pasal 26 ayat 2. Dalam bidang sosiologi yang dimaksud dengan “penduduk” adalah baik yang bertempat tinggal di daerah yang bersangkutan maupun yang secara hukum diperbolehkan untuk tinggal di daerah tersebut. Menurut definisi BPS, penduduk adalah mereka yang telah tinggal di wilayah geografis Republik Indonesia selama 6 (enam) bulan, atau yang telah tinggal untuk waktu yang lebih singkat tetapi memiliki tujuan jangka panjang.

Jumlah penduduk memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan ekonomi. Dengan adanya jumlah penduduk yang besar, terbentuklah pasar yang memiliki potensi yang besar juga. Kehadiran penduduk yang banyak memicu peningkatan kebutuhan konsumsi, yang pada gilirannya mendorong peningkatan produksi. Hal ini menghasilkan pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat. Dengan pertumbuhan ekonomi yang kuat, tingkat kesejahteraan penduduk dapat terwujud, dan daerah tersebut menjadi lebih tangguh terhadap berbagai faktor eksternal (Darma, 2021).

Kabupaten Simalungun merupakan salah satu kabupaten dengan jumlah penduduk terbesar di Sumatera Utara. Menurut data BPS, ada sekitar 1.003.727 jiwa yang bermukim di Kabupaten Simalungun hingga tahun 2021, termasuk masyarakat yang bermukim di lokasi permanen sementara. Berdasarkan data BPS dari tahun 2016 hingga 2020, jumlah penduduk Kabupaten Simalungun terus bertambah.

Kajian kali ini akan berfokus pada bagaimana menganalisis kepadatan penduduk yang ada di Kabupaten Simalungun dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Monika et al., 2019). Dengan tujuan agar pemerintah daerah dapat menyampaikan atau menentukan kebijakan dengan menggunakan bahasa yang tepat dalam menyikapi laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Simalungun.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan, juga dikenal sebagai *Artificial Neural Network* (ANN), *Neural Network* (NN), atau *Simulated Neural Network* (SNN), merupakan metode yang populer untuk *modeling* data dan analisis sejak tahun 1980. Ide dari ANN diperkenalkan untuk menstimulasi mekanisme kerja biologis jaringan syaraf, yang terdiri dari bermacam-macam unit yang disebut *neuron* dan terhubung satu sama lain (Apriyani, 2018). Istilah dari kata buatan diberikan karena jaringan syaraf ini disebut dengan menggunakan program komputer yang dapat menyelesaikan sejumlah proses perhitungan dalam proses pembelajaran (Edi Ismanto, 2017) (Solikhun et al., 2020) (Hutabarat et al., 2020).

2.2. Fungsi Aktivasi

Untuk menentukan keluaran suatu neuron dalam jaringan syaraf tiruan digunakan fungsi aktivasi. Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan dalam JST adalah:

- Fungsi *Threshold* (batas ambang), Fungsi *threshold* merupakan fungsi *threshold biner*. Untuk kasus bilangan *bipolar* maka angka 0 diganti -1.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \geq a \\ -1 & \text{jika } x < a \end{cases} \quad (1)$$

- Fungsi *Sigmoid*, Fungsi ini merupakan fungsi yang sering digunakan karena mudah untuk didefinisikan.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

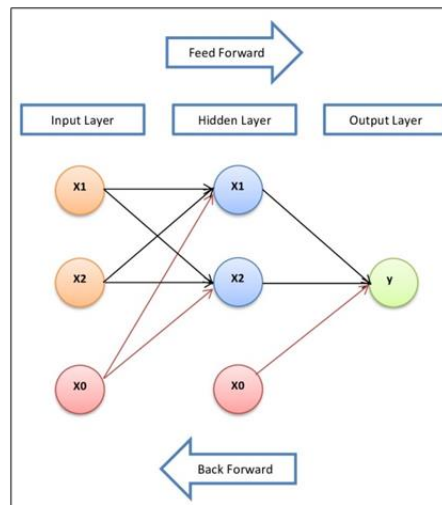
- Fungsi Identitas, Fungsi ini digunakan jika keluaran yang dihasilkan oleh JST merupakan sembarang bilangan riil.

$$f(x) = x \quad (3)$$

2.3. Model JST Backpropagation

Backpropagation merupakan salah satu dari metode di Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan proses propagasi balik untuk perbaikan *error* (Wisesty, n.d.). Metode algoritma ini banyak digunakan dalam memecahkan berbagai persoalan simulasi termasuk prediksi (Suprajitno, 2022) (Tinambunan et al., 2020). Cara kerja algoritma Backpropagation adalah melakukan peramalan dari aturan pembelajaran yang dikembangkan dari *perceptron*. Terdapat tiga

tahapan dalam algoritma Backpropagation, yaitu Umpan maju (*Feed forward*), umpan mundur (*backward*) dan pembaharuan bobot (Kharis et al., 2014) (Wardhani et al., 2022).

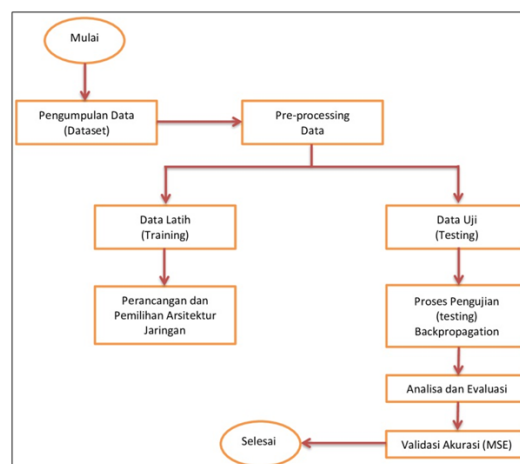


Gambar 1. Arsitektur Backpropagation

Backpropagation melakukan pembelajaran terbimbing (*supervised learning*) yang digunakan pada jaringan *multi-layer* yang terdiri dari beberapa *hidden-layer* yang bertujuan untuk meminimalkan *error* terhadap jaringan yang menghasilkan keluaran (*output*).

2.4. Kerangka Kerja

Kerangka kerja dibuat untuk mengilustrasikan bahasa yang akan digunakan saat melakukan penelitian, seperti yang terlihat pada gambar 2:



Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian

2.5. Pengumpulan Data

Data yang dirilis atau disajikan berasal dari data kependudukan yang dikumpulkan BPS (Badan Pusat Statistik) melalui website <https://simalungunkab.bps.go.id/>. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk di Kabupaten Simalungun per kecamatan selama enam tahun, mulai tahun 2016 dan berakhir tahun 2021, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah penduduk menurut kecamatan di Kabupaten Simalungun (jiwa)

No	Kecamatan	Tahun(jiwa)					
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Silimakuta	15777	16083	16376	16656	17479	17815
2	Pamatang Silimahuta	10834	10898	10959	11016	13390	13659
3	Purba	24027	24325	24608	24878	27536	28017
4	Haranggaol Horisan	5080	5090	5099	5108	7041	7242
5	Dolok Pardamean	16201	12931	12948	12994	15136	15310
6	Sidamanik	27676	27750	27819	27883	30853	31087
7	Pamatang Sidamanik	16659	16703	16745	16784	19716	19981
8	Girsang Sipangan Bolon	14886	14956	15023	15085	17941	18242
9	Tanah Jawa	47646	47773	47892	48004	54900	55495
10	Hatonduhan	21366	21389	21409	21428	26632	27094
11	Dolok Panribuan	18363	18411	18457	18500	22018	22343
12	Jorlang Hataran	15667	15709	15747	15784	19154	19472
13	Panei	22199	22296	22386	22472	28326	28952
14	Panombeian Panei	19547	19587	19625	19660	24993	25508
15	Raya	32260	25965	26098	26191	30150	30578
16	Dolog Masagal	9727	9762	9796	9831	13406	13802
17	Dolok Silou	14411	14500	14584	14664	17696	18045
18	Silou Kahean	17555	17624	17689	17749	19477	19634
19	Raya Kahean	17830	17882	17931	17976	21583	21925
20	Tapian Dolok	41154	41572	41967	42342	45032	45539
21	Dolok Batu Nanggar	40663	40824	40974	41116	45659	46081
22	Siantar	66304	66743	67156	67546	73536	74271
23	Gunung Malela	34767	35042	35301	35546	41189	41906
24	Gunung Maligas	27923	28153	28370	28576	33734	34395
25	Hutabayu Raja	29808	29887	29961	30031	35426	35917
26	Jawa Maraja Bah Jambi	22021	22302	22570	22825	22892	23080
27	Pamatang Bandar	31679	31714	31747	31778	38688	39284
28	Bandar Huluan	26473	26563	26646	26725	29484	29721
29	Bandar	68958	69680	70360	71009	79006	80268
30	Bandar Masilam	24876	24941	25003	25061	30015	30476
31	Bosar Maligas	40591	40797	40989	41171	43355	43580
32	Ujung Padang	41288	41376	41458	41534	44803	45008

Data yang terkumpul kemudian dibagi menjadi dua data bagian, yaitu data latih (pelatihan) dan data uji (testing). Data latih yang akan digunakan yaitu data jumlah penduduk tahun 2016-2018 dengan target tahun 2019, sedangkan data uji yang akan digunakan yaitu data jumlah penduduk tahun 2020 dengan target data tahun 2021. Tujuan pengumpulan data adalah mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk prediksi.

2.6. Normalisasi Data

Data yang telah diubah menjadi data latih dan data uji selanjutnya akan dilakukan proses normalisasi data, untuk setiap jenis data dengan tujuan mempermudah perhitungan dan memperoleh prediksi yang lebih akurat (Putra & Ulfa Walmi, 2020). Prosedur normalisasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* (*biner*), dengan *range* keluaran [0,1]. Sehingga hasil normalisasi data mulai *interval* 0.1-0.9. Normalisasi data menggunakan rumus (4):

$$x' = 0,8 (x-b)/(a-b) + 0,1 \quad (4)$$

Dimana :

x' = data hasil normalisasi

x = data yang akan dinormalisasi

a = nilai maksimum

b = nilai minimum

Berikut ini adalah hasil dari normalisasi data Training dan normalisasi data Testing yang dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil normalisasi data dari data latih (*training*)

No	Kecamatan	Tahun (Jiwa)			
		2016	2017	2018	2019
1	Silimakuta	0,2138	0,2171	0,2202	0,2232
2	Pamatang Silimahuta	0,1612	0,1619	0,1626	0,1632

No	Kecamatan	Tahun (Jiwa)			
		2016	2017	2018	2019
3	Purba	0,3016	0,3048	0,3078	0,3107
4	Haranggaol Horisan	0,1000	0,1001	0,1002	0,1003
5	Dolok Pardamean	0,2183	0,1835	0,1837	0,1842
6	Sidamanik	0,3404	0,3412	0,3419	0,3426
7	Pamatang Sidamanik	0,2232	0,2237	0,2241	0,2245
8	Girsang Sipangan Bolon	0,2043	0,2051	0,2058	0,2065
9	Tanah Jawa	0,5529	0,5543	0,5555	0,5567
10	Hatonduhan	0,2733	0,2735	0,2737	0,2739
11	Dolok Panribuan	0,2413	0,2418	0,2423	0,2428
12	Jorlang Hataran	0,2126	0,2131	0,2135	0,2139
13	Panei	0,2821	0,2832	0,2841	0,2851
14	Panombeian Panei	0,2539	0,2544	0,2548	0,2551
15	Raya	0,3892	0,3222	0,3236	0,3246
16	Dolog Masagal	0,1494	0,1498	0,1502	0,1506
17	Dolok Silou	0,1993	0,2002	0,2011	0,2020
18	Silou Kahean	0,2327	0,2335	0,2342	0,2348
19	Raya Kahean	0,2357	0,2362	0,2367	0,2372
20	Tapian Dolok	0,4838	0,4883	0,4925	0,4965
21	Dolok Batu Nanggar	0,4786	0,4803	0,4819	0,4834
22	Siantar	0,7514	0,7561	0,7605	0,7646
23	Gunung Malela	0,4159	0,4188	0,4216	0,4242
24	Gunung Maligas	0,3430	0,3455	0,3478	0,3500
25	Hutabayu Raja	0,3631	0,3639	0,3647	0,3655
26	Jawa Maraja Bah Jambi	0,2803	0,2832	0,2861	0,2888
27	Pamatang Bandar	0,3830	0,3834	0,3837	0,3841
28	Bandar Huluan	0,3276	0,3286	0,3295	0,3303
29	Bandar	0,7797	0,7873	0,7946	0,8015
30	Bandar Masilam	0,3106	0,3113	0,3120	0,3126
31	Bosar Maligas	0,4778	0,4800	0,4821	0,4840
32	Ujung Padang	0,4853	0,4862	0,4871	0,4879

Tabel 3. Hasil normalisasi data dari data data uji (testing)

No	Kecamatan	Tahun (jiwa)	
		2020	2021
1	Silimakuta	0,2319	0,2355
2	Pamatang Silimahuta	0,1884	0,1913
3	Purba	0,3389	0,3440
4	Haranggaol Horisan	0,1209	0,1230
5	Dolok Pardamean	0,2070	0,2088
6	Sidamanik	0,3742	0,3767
7	Pamatang Sidamanik	0,2557	0,2585
8	Girsang Sipangan Bolon	0,2368	0,2400
9	Tanah Jawa	0,6301	0,6364
10	Hatonduhan	0,3293	0,3342
11	Dolok Panribuan	0,2802	0,2837
12	Jorlang Hataran	0,2497	0,2531
13	Panei	0,3473	0,3540
14	Panombeian Panei	0,3119	0,3174
15	Raya	0,3667	0,3713
16	Dolog Masagal	0,1886	0,1928
17	Dolok Silou	0,2342	0,2379
18	Silou Kahean	0,2532	0,2549
19	Raya Kahean	0,2756	0,2792
20	Tapian Dolok	0,5251	0,5305
21	Dolok Batu Nanggar	0,5318	0,5363
22	Siantar	0,8284	0,8362
23	Gunung Malela	0,4842	0,4918
24	Gunung Maligas	0,4049	0,4119
25	Hutabayu Raja	0,4229	0,4281
26	Jawa Maraja Bah Jambi	0,2895	0,2915
27	Pamatang Bandar	0,4576	0,4639
28	Bandar Huluan	0,3597	0,3622
29	Bandar	0,8866	0,9000

No	Kecamatan	Tahun (jiwa)	
		2020	2021
30	Bandar Masilam	0,3653	0,3702
31	Bosar Maligas	0,5072	0,5096
32	Ujung Padang	0,5227	0,5248

2.7. Penentuan Parameter

Penentuan atau penginputan jumlah nilai parameter- parameter yang digunakan pada penelitian ini seperti pada Gambar 4 dibawah ini dilakukan untuk merancang arsitektur metode JST Backpropagation agar menghasilkan prediksi yang optimum.

Input layer	3
Hidden Layer	10,15,20,25,30
Fungsi Aktivasi	logsig
Fungsi Pelatihan	traingd
Maksimum Iterasi (epoch)	12.000
Learning rate	0,01

Gambar 3. Paramater yang digunakan untuk prediksi

Analisis saat ini menggunakan 3 *input layer* dan *hidden layer* masing- masing 10, 15, 20, 25, 30 nodes. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah *sigmoid (logsig)* dengan interval [0, 1], dan data yang digunakan adalah positif. Fungsi *sigmoid* adalah fungsi asimetris (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1) (Andriyani et al., 2018). Jumlah iterasi (*epoch*) yang digunakan adalah 12.000. Iterasi maksimum (*epoch*) menunjukkan jumlah iterasi pelatihan yang akan dilakukan. *Learning rate* (lr) yang digunakan adalah bilangan konstanta dengan nilai 0,01. Semakin banyak jumlah iterasi dan semakin kecil nilai *learning rate*, maka proses pelatihan akan semakin lama (Yanto, 2017) (Setti et al., 2018).

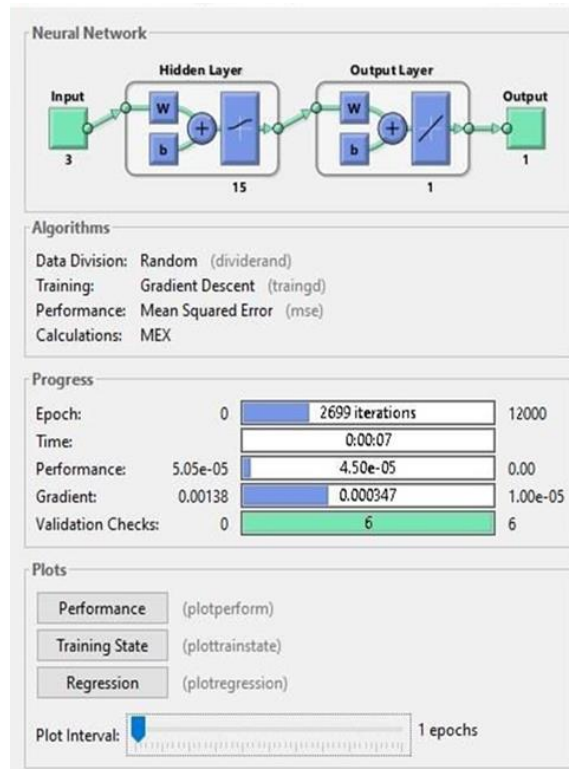
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Arsitektur Algoritma Backpropagation

Arsitektur jaringan merupakan sebuah pola antar *neuron* dan *neuron-neuron* tersebut berkumpul di lapisan yang disebut *neuron layer*. Arsitektur berbasis model backpropagation untuk Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari tiga lapisan: lapisan *input (input layer)*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan *output (output layer)* (Saragih et al., 2018) (Adler & Pratama, 2018).

3.2. Pelatihan dan Pengujian Data

Terdapat sekitar 150 *record* yang akan dilakukan untuk analisis data, dengan 70% dari *record* tersebut digunakan untuk proses pelatihan data dan 30% untuk proses pengujian data secara total. Sepanjang pengujian arsitektur, ada 5 model berbeda yang digunakan yang dikembangkan melalui trial and error. Model ini termasuk 3- 10-1, 3- 15-1, 3- 20-1, 3- 25-1, dan 3- 30-1. Dan ditemukan dari 5 arsitektur yang terbaik yaitu, 3-15-1 dengan validasi $R=0,99869$. Menggunakan program Matlab R2011b, proses pelatihan percobaan lima arsitektur. Prosedur pelatihan menggunakan arsitektur 3-15-1 menghasilkan iterasi (*epoch*) sekitar 2699 dengan waktu 00:07 detik. Hasil data training untuk model 3-15-1 dapat dilihat pada gambar 4 di berikut :

Gambar 4. Hasil data *training* dengan arsitektur 3-15-1

Pengujian dan pelatihan data yang dilakukan di Matlab kemudian diselesaikan menggunakan *Excel*. Data *excel* terdiri dari target, *output*, dan *error* untuk training serta data target, *output*, dan *error* untuk testing.

Tabel 4. Data *error training* dan *testing*

Data Training			Data Testing		
Target	Output	Error	Target	Output	Error
0,22320	0,23119	0,00799	0,23550	0,25004	0,01454
0,16320	0,16497	0,00177	0,19128	0,19483	0,00355
0,31070	0,31568	0,00498	0,34405	0,34745	0,00340
0,10030	0,19481	0,09451	0,12300	0,12649	0,00349
0,18420	0,19197	0,00777	0,20885	0,22127	0,01242
0,34260	0,35171	0,00911	0,37671	0,38373	0,00702
0,22450	0,24980	0,02530	0,25855	0,26115	0,00260
0,20650	0,22116	0,01466	0,24004	0,24355	0,00351
0,55670	0,55852	0,00182	0,63642	0,64305	0,00663
0,27390	0,29277	0,01887	0,33423	0,35444	0,02021
0,24280	0,25042	0,00762	0,28368	0,29490	0,01122
0,21390	0,21530	0,00140	0,25313	0,25773	0,00460
0,28510	0,29974	0,01464	0,35400	0,35752	0,00352
0,25510	0,25724	0,00214	0,31735	0,32286	0,00551
0,32460	0,33212	0,00752	0,37130	0,38593	0,01463
0,15060	0,17934	0,02874	0,19280	0,19941	0,00661
0,20200	0,21658	0,01458	0,23795	0,24119	0,00324
0,23480	0,24114	0,00634	0,25485	0,26329	0,00844
0,23720	0,24234	0,00514	0,27923	0,31004	0,03081
0,49650	0,50190	0,00540	0,53048	0,54367	0,01319
0,48340	0,49793	0,01453	0,53625	0,53970	0,00345
0,76460	0,77079	0,00619	0,83619	0,84887	0,01268
0,42420	0,42992	0,00572	0,49183	0,49495	0,00312
0,35000	0,35393	0,00393	0,41191	0,42591	0,01400
0,36550	0,37935	0,01385	0,42811	0,45253	0,02442
0,28880	0,29632	0,00752	0,29152	0,32460	0,03308
0,38410	0,39284	0,00874	0,46393	0,47712	0,01319

0,33030	0,35488	0,02458	0,36218	0,36563	0,00345
0,80150	0,80784	0,00634	0,90000	0,91268	0,01268
0,31260	0,31800	0,00540	0,37021	0,38484	0,01463
0,48400	0,48853	0,00453	0,50964	0,51625	0,00661
0,48790	0,49409	0,00619	0,52483	0,52807	0,00324

3.3. Validasi Akurasi

Validasi pengujian data menggunakan MSE (*Mean Squared Error*). *Mean Squared Error* adalah rasio antara nilai aktual dan prediksi, dinyatakan sebagai akar kuadrat. Biasanya, metode *Mean Squared Error* digunakan untuk memperkirakan jumlah kesalahan dalam sebuah peramalan. Nilai MSE rata-rata yang mendekati nol atau rendah menunjukkan bahwa hasilnya konsisten dengan data yang digunakan, dan dapat digunakan untuk mengukur keefektifan penelitian selama periode waktu berikutnya (Thoriq, 2022).

$$MSE = \frac{\sum (Y' - Y)^2}{n} \quad (5)$$

Dimana, Y' = Nilai prediksi
 Y = Nilai sebenarnya
 n = Jumlah data.

Dari rumus (5) dihitung menggunakan excel dan mendapatkan hasil MSE *training* dan *testing* seperti pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil akurasi MSE *Training* dan *Testing*

Arsitektur	Epoch	Waktu	MSE Training	MSE Testing
3-10-1	7210	00:14	0,002035730	0,00233006
3-15-1	2699	00:02	0,000053208	0,000118291
3-20-1	2595	00:06	0,000418405	0,000626884
3-25-1	3560	00:07	0,002855381	0,003719871
3-30-1	4046	00:09	0,002995937	0,000687008

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa backpropagation model JST dapat digunakan untuk menganalisis jumlah penduduk dengan menggunakan lima arsitektur model yang berbeda yaitu 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25 -1, dan 3-30-1, berdasarkan hasil *trial and error*. Arsitektur 3-15-1 merupakan model terbaik yang memiliki hasil validasi $R = 0,99869$, akurasi MSE *training* 0,000053208, dan akurasi MSE *testing* sebesar 0,000118291.

ACKNOWLEDGEMENTS

Terimakasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini

REFERENCES

- B. Darma, "Pengaruh Jumlah Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Tebo Tahun 2016-2020," *Citra Ekon.*, vol. 5, no. 1, pp. 90–100, 2021.
- D. Monika, A. Ahmad, S. Wardani, and Solikhun, "Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Ketersediaan Cabai Berdasarkan Provinsi," *Teknika*, vol. 8, no. 1, pp. 17–24, 2019, doi: 10.34148/teknika.v8i1.140.
- Y. Apriyani, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Prediksi Nilai UN Siswa SMPN 2 Cihaurbeuti," *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.)*, vol. 3, no. 1, pp. 63–70, 2018.
- E. P. C. Edi Ismanto, "Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 2, no. 2, pp. 196–209, 2017, doi: 10.36341/rabit.v2i2.152.
- Solikhun, M. Wahyudi, M. Safii, and M. Zarlis, "Backpropagation Network Optimization Using One Step Secant (OSS) Algorithm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 769, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/769/1/012037.
- S. Solikhun, M. Safii, and A. Trisno, "Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Sisiwa Terhadap Matapelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.)*, vol. 1, no. 1, p. 24, 2017, doi: 10.30645/j-sakti.v1i1.26.
- M. A. P. Hutabarat, Handrizal, and Jalaluddin, "Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah

- Penduduk di Kecamatan Pematang Bandar Berdasarkan Nagori / Kelurahan,” J. Inf. Syst. Res., vol. 1, no. 2, pp. 63–69, 2020.
- U. N. Wisesty, “Algoritma Conjugate Gradient Polak Ribiere Untuk,” pp. 1–5.
- H. Suprajitno, “JURNAL RESTI The Formula Study in Determining the Best Number of Neurons in Neural Network Backpropagation Architecture with Three Hidden Layers,” vol. 5, no. 158, pp. 397–402, 2022.
- M. H. Tinambunan, E. B. Nababan, and B. B. Nasution, “Conjugate Gradient Polak Ribiere in Improving Performance in Predicting Population Backpropagation,” IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 835, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/835/1/012055.
- M. S. Mustafa, M. R. Ramadhan, and A. P. Thenata, “Implementasi Data Mining untuk Evaluasi Kinerja Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier,” Creat. Inf. Technol. J., vol. 4, no. 2, p. 151, 2018, doi: 10.24076/citec.2017v4i2.106.
- R. M. R. Kharis, R. R. Isnanto, and A. A. Zahra, “Prediksi Angka Partisipasi Sekolah Di Jawa Tengah Umur 16-18 Tahun Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik,” Transient, vol. 3, no. 1, pp. 8–12, 2014.
- R. Wardhani, N. Nafi, and M. A. Haydar, “Algoritma Deep Learning dalam Memprediksi Hasil Panen Padi di Kabupaten Lamongan,” vol. 7, no. 1, pp. 13–17, 2022.
- H. Putra and N. Ulfa Walmi, “Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation,” J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf., vol. 6, no. 2, pp. 100–107, 2020, doi: 10.25077/teknosi.v6i2.2020.100-107.
- S. Andriyani, N. Sitohang, and S. Informasi, “Implementasi metode backpropagation untuk prediksi harga jual kelapa sawit berdasarkan kualitas buah,” vol. IV, no. 2, 2018.
- M. Yanto, “Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Perceptron Pada Pola Penentuan Nilai Status Kelulusan Sidang Skripsi,” J. Teknoif, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, 2017, doi: 10.21063/jtif.2017.v5.2.79-87.
- S. Setti, I. Asih, R. Simbolon, M. Syafiq, and I. Parlina, “Implementation of Artificial Neural Networks in Predicting the Number of Petroleum Exports in Indonesia,” vol. 2, no. 1, pp. 31–38, 2018.
- J. R. Saragih, M. B. S. Saragih, and A. Wanto, “Analisis Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Nilai Ekspor (Juta Usd),” J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru., vol. 15, no. 2, pp. 254–264, 2018, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14362.
- J. Adler and T. B. Pratama, “Identifikasi Pola Warna Citra Google Maps Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Levenberg –Marquardt dengan MatLab Versi 7.8,” Komputika J. Sist. Komput., vol. 7, no. 2, pp. 95–101, 2018, doi: 10.34010/komputika.v7i2.1396.
- M. Thoriq, “Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation,” J. Inf. dan Teknol., vol. 1, no. 2, pp. 27–32, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i1.178.