



## JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* UNTUK ANALISIS JUMLAH PENDUDUK MENURUT JENIS KELAMIN PADA KABUPATEN ASAHAN

**Adi Widarma**

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Asahan  
Jl. Jend. Ahmad Yani, Kisaran, Sumatera Utara- 21216, Indonesia.  
adiwidarma10@gmail.com*

### ABSTRAK

Dalam kehidupan ekonomi jumlah penduduk berpengaruh dan memiliki peran yang sangat penting. Dengan banyaknya jumlah penduduk akan butuh konsumsi yang besar sehingga butuh produksi yang besar juga dan akibatnya kegiatan ekonomi akan berjalan serta akan cepat berkembang sehingga terjadi pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan penduduk Kabupaten Asahan berdasarkan data BPS mulai tahun 2010-2020 terus mengalami peningkatan. Tujuan penelitian ini menganalisis pertumbuhan penduduk menurut kecamatan yang ada di Kabupaten Asahan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Model Backpropagation. Pada penelitian ini arsitektur JST yang dirancang diperoleh dari hasil trial dan error menggunakan aplikasi Matlab R2015A. Ada 5 model arsitektur yang dipilih yaitu 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, 3-30-1 dan dari 5 model tersebut didapat arsitektur jaringan terbaik yaitu 3-15-1 dengan validasi  $R=0,99867$ . Proses training menghasilkan iterasi (epoch) sebesar 2691 dengan waktu 00:05 detik. Hasil validasi dan akurasi training yang didapat menggunakan MSE sebesar 0,000053206 dan akurasi testing sebesar 0,000118289.

**Kata kunci:** Jumlah penduduk, Asahan, JST, Backpropagation, Matlab

### ABSTRACT

*In economic life, the population is influential and has a very important role. With a large number of people will need large consumption so that it requires large production as well and as a result economic activity will run and will develop quickly so that economic growth occurs. The population growth of Asahan Regency based on BPS data from 2010-2020 continues to increase. The purpose of this study is to analyze population growth according to sub-districts in Asahan Regency using Backpropagation Model Artificial Neural Networks. In this study, the ANN architecture designed was obtained from the results of trial and error using the Matlab R2015A application. There are 5 architectural models chosen, namely 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, 3-30-1 and from these 5 models, the best network architecture is 3-15- 1 with validation  $R=0.99867$ . The training process produces iterations (epochs) of 2691 with a time of 00:05 seconds. The results of validation and training accuracy obtained using MSE are 0.000053206 and testing accuracy is 0.000118289.*

**Keywords:** Population, Asahan, ANN, Backpropagation, Matlab

### I. PENDAHULUAN

Penduduk berdasarkan UUD 1945 pasal 26 ayat 2 yaitu Warga

Negara Indonesia dan Orang Asing yang bertempat tinggal di Indonesia. Dalam ilmu sosiologi, penduduk



didefinisikan atas orang yang tinggal di daerah tersebut dan orang yang secara hukum berhak tinggal di daerah tersebut. Menurut konsep BPS penduduk adalah orang yang berdomisili wilayah geografis Republik Indonesia selama 6 (enam) bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari 6 bulan tetapi bertujuan menetap (BPS Kabupaten Asahan, 2022).

Dalam kehidupan ekonomi jumlah penduduk berpengaruh dan memiliki peran yang sangat penting, dimana dengan jumlah penduduk yang banyak akan membuat daerah tersebut menjadikan pasar yang berpotensi. Dikarenakan dengan banyaknya jumlah penduduk akan butuh konsumsi yang besar sehingga butuh produksi yang besar juga dan akibatnya kegiatan ekonomi akan berjalan serta akan cepat berkembang. Salah satu indikator perkembangan suatu daerah yaitu pertumbuhan ekonomi. Dengan pertumbuhan ekonomi yang baik menggambarkan tingkat kesejahteraan masyarakatnya dan membuat daerah tersebut menjadi daerah yang maju dari segala aspek (Darma, 2021).

Kabupaten Asahan merupakan kabupaten ke lima dengan jumlah penduduk terbesar di Sumatera Utara setelah Simalungun, Langkat, Deli Serdang dan Medan. Menurut data BPS jumlah penduduk Kabupaten Asahan Tahun 2021 yaitu sebesar 777.626 jiwa/orang termasuk penduduk yang bertempat tinggal tidak tetap. Pertumbuhan penduduk Kabupaten Asahan berdasarkan data BPS mulai tahun 2010-2020 terus mengalami peningkatan. Sedangkan laju pertumbuhan penduduk dari tahun

2020–2021 berdasarkan angka terakhir adalah 1,33 persen per tahun (Asahan, 2022). Pertumbuhan penduduk adalah angka yang menunjukkan tingkat penambahan penduduk per tahun dalam jangka waktu tertentu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Jayadianti et al., 2020) membandingkan beberapa model untuk prediksi curah hujan. Hasil dari review disimpulkan bahwa model *Artificial Neural Network* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode yang lain, yakni ANN mampu memberikan hasil yang dapat mengenali pola-pola dengan baik dan mudah dikembangkan menjadi bermacam-macam variasi sesuai dengan permasalahan maupun parameter yang ada serta proses bolak-balik (*backpropagation*) mampu memperkecil persen kesalahan dari metode ini, sehingga mesin dianggap masih lebih baik dibandingkan metode yang lain untuk prediksi curah hujan.

Pada penelitian ini akan membahas tentang bagaimana analisis pertumbuhan penduduk menurut kecamatan yang ada di Kabupaten Asahan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Model *Backpropagation*. Dengan tujuan agar pemerintah daerah dapat menentukan kebijakan dengan menerapkan langkah-langkah yang tepat dalam menangani laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Asahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan dalam bahasa Inggris disebut *Artificial Neural Network* (ANN) atau *Neural Network* (NN) atau *Simulated Neural*

*Network* (SNN) merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu dicoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia (Khairunnisa & Syaharuddin, 2022) dengan cara meniru cara kerja jaringan saraf biologis pada manusia. (Siregar et al., 2018). Istilah dari kata buatan digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. (Hutabarat et al., 2020).

### B. Fungsi Aktivasi

Untuk menentukan keluaran suatu neuron dalam jaringan syaraf tiruan digunakan fungsi aktivasi. Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan dalam JST adalah (Solikhun & Wahyudi, 2020):

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

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x \geq a \\ 0, & x < a \end{cases}$$

b) Fungsi Sigmoid  
 Fungsi ini merupakan fungsi yang sering digunakan karena mudah untuk didefinisikan.

$$f(x) = f(x)(1 - f(x))$$

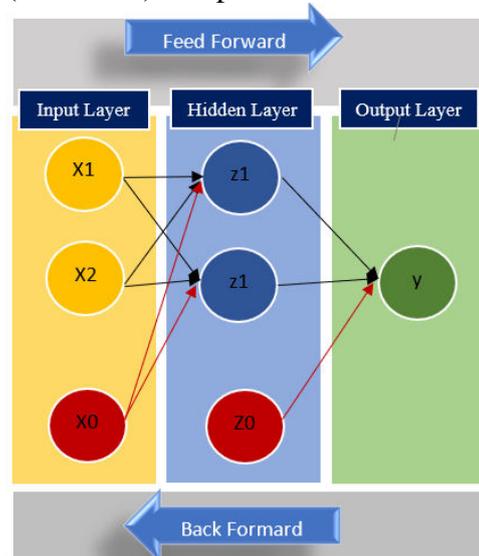
c) Fungsi Identitas  
 Fungsi ini digunakan jika keluaran yang dihasilkan oleh JST merupakan sembarang bilangan riil.

$$f(x) = x$$

### C. 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 (Khairunnisa & Syaharuddin, 2022). Metode algoritma ini banyak digunakan dalam memecahkan berbagai persoalan simulasi termasuk prediksi (Wong et al., 2019). 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.



Gambar 1. Arsitektur Backpropagation  
 Figure 1. Backpropagation architecture

*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*) (Putra & Ulfa Walmi, 2020).

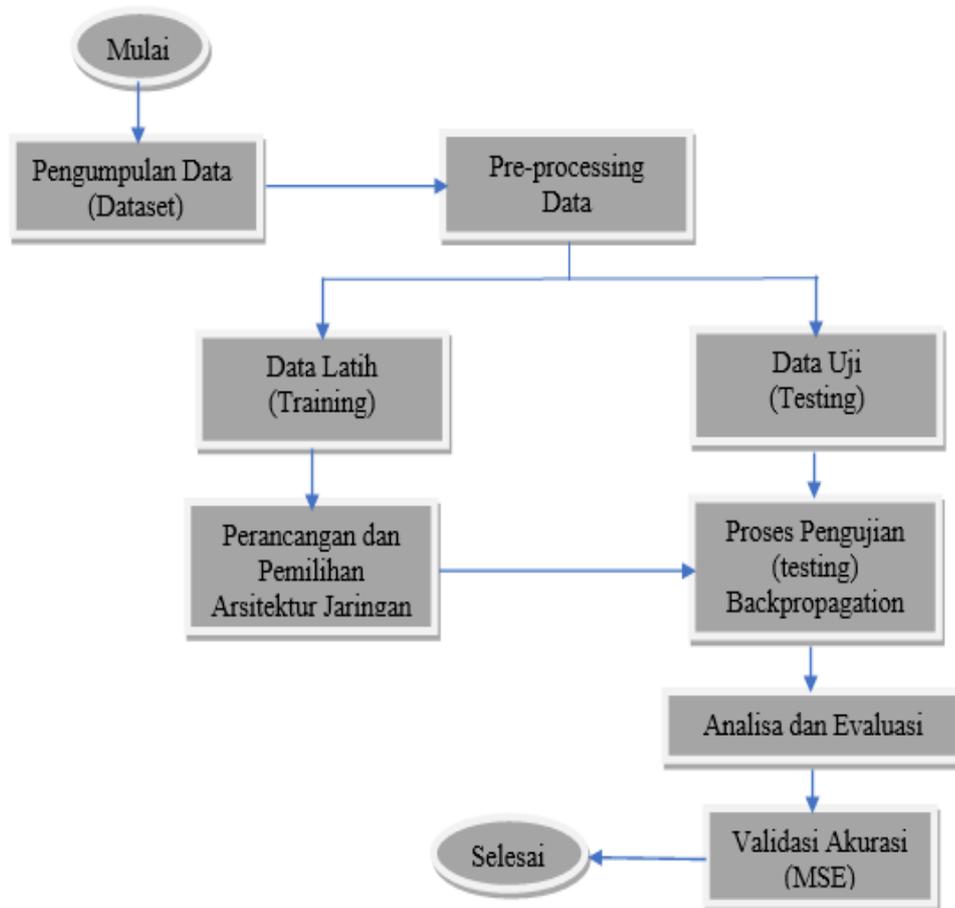
## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Kerangka Kerja

Kerangka kerja dibuat untuk menggambarkan langkah-langkah



yang akan diterapkan dalam melakukan penelitian seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian  
 Figure 2. Research Framework

## B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data sekunder dimana data ini bersumber dari data kependudukan yang dikeluarkan oleh BPS (Badan Pusat Statistik) melalui website <https://asahankab.bps.go.id>.

Data kependudukan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu data jumlah penduduk pada Kabupaten Asahan menurut kecamatan selama 6 tahun mulai tahun 2015-2020 seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah penduduk menurut kecamatan pada Kabupaten Asahan tahun (jiwa) 2015-2020

Table 1. Population data by sub-district in Asahan Regency 2015-2020



Kecamatan (Districts)	Tahun					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bandar Pasir Mandoge	34719	35030	35329	35604	35870	36127
Bandar Pulau	21622	21819	22005	22177	22342	22502
Aek Songsongan	17396	17554	17703	17843	17976	18104
Rahuning	18479	18646	18804	18955	19096	19233
Pulau Rakyat	33362	33665	33950	34214	34470	34717
Aek Kuasan	24089	24311	24517	24709	24893	25070
Aek Ledong	20781	20973	21151	21318	21479	21631
Sei Kepayang	18063	18226	18380	18524	18664	18796
Sei Kepayang Barat	13521	13643	13756	13865	13971	14069
Sei Kepayang Timur	9073	9155	9231	9302	9373	9438
Tanjung Balai	36880	37214	37529	37825	38108	38381
Simpang Empat	41665	42039	42395	42735	43049	43362
Teluk Dalam	18225	18390	18544	18688	18831	18966
Air Batu	41351	41726	42078	42410	42727	43033
Sei Dadap	32566	32862	33140	33398	33650	33892
Buntu Pane	23822	24039	24242	24436	24617	24794
Tinggi Raja	19124	19298	19459	19611	19760	19899
Setia Janji	12088	12198	12299	12396	12489	12578
Meranti	20475	20663	20834	20999	21159	21308
Pulo Bandring	29278	29544	29792	30030	30255	30472
Rawang Panca Arga	18517	18685	18841	18992	19134	19269
Air Joman	48417	48856	49269	49663	50030	50389
Silo Laut	21269	21466	21646	21820	21984	22142
Kisaran Barat	58543	59071	59579	60044	60490	60929
Kisaran Timur	72958	73611	74245	74821	75378	75925

Sumber: Data diolah dari BPS Kabupaten Asahan

Data yang dikumpulkan kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data latih (*training*) dan data uji (*testing*). Data latih yang akan digunakan yaitu data jumlah penduduk tahun 2015-2017 dengan target tahun 2028 sedangkan data uji yang akan digunakan yaitu data jumlah penduduk tahun 2019 dengan target data tahun 2020. Tujuan pembagian data yaitu untuk mempersiapkan data agar dapat digunakan dalam prediksi.

### C. Normalisasi Data (Pre-Processing Data)

Data yang sudah dibagi menjadi data latih dan data uji selanjutnya dilakukan proses pre-processing data yaitu normalisasi data untuk setiap jenis data dengan tujuan untuk mempermudah perhitungan dan mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat (Putra & Ulfa Walmi, 2020). Proses normalisasi pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid



(biner), dengan range keluaran fungsi aktivasi sigmoid adalah [0,1]. Sehingga hasil normalisasi data mulai interval 0.1-0.9. Proses normalisasi data yang dilakukan menggunakan rumus:

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

Dimana,  $x'$  adalah data hasil normalisasi,  $x$  adalah data yang akan

dinormalisasi,  $a$  adalah nilai maksimum,  $b$  adalah nilai minimum.

Dari rumus (1) hasil normalisasi data jenis data latih (*training*) tahun 2015-2017 target 2018 dapat dilihat pada tabel 2. Sedangkan data uji (*testing*) tahun 2019 target 2020 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil normalisasi data dari data latih (*training*)  
 Table 2. Results of data normalization from training data

Kecamatan	Tahun			
	2015	2016	2017	2018
Bandar Pasir Mandoge	0,40689	0,41062	0,41419	0,41748
Bandar Pulau	0,25017	0,25252	0,25475	0,25681
Aek Songsongan	0,19959	0,20148	0,20327	0,20494
Rahuning	0,21255	0,21455	0,21644	0,21825
Pulau Rakyat	0,39065	0,39428	0,39769	0,40085
Aek Kuasan	0,27969	0,28234	0,28481	0,28711
Aek Ledong	0,24010	0,24240	0,24453	0,24653
Sei Kepayang	0,20758	0,20953	0,21137	0,21309
Sei Kepayang Barat	0,15322	0,15468	0,15604	0,15734
Sei Kepayang Timur	0,1	0,10098	0,10189	0,10274
Tanjung Balai	0,43275	0,43675	0,44052	0,44406
Simpang Empat	0,49001	0,49449	0,49875	0,50282
Teluk Dalam	0,20951	0,21149	0,21333	0,21506
Air Batu	0,48626	0,49074	0,49496	0,49893
Sei Dadap	0,38113	0,38467	0,38800	0,39109
Buntu Pane	0,27649	0,27909	0,28152	0,28384
Tinggi Raja	0,22027	0,22235	0,22428	0,22610
Setia Janji	0,13607	0,13739	0,13860	0,13976
Meranti	0,23644	0,23869	0,24074	0,24271
Pulo Bandring	0,34178	0,34497	0,34793	0,35078
Rawang Panca Arga	0,21301	0,21502	0,21689	0,21869
Air Joman	0,57081	0,57607	0,58101	0,58572
Silo Laut	0,24594	0,24830	0,25045	0,25253
Kisaran Barat	0,69199	0,69831	0,70439	0,70995
Kisaran Timur	0,86449	0,87230	0,87989	0,88678

Table 3. Results of data normalization from test data

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

Kecamatan	Tahun	
	2019	2020



Bandar Pasir		
Mandoge	0,42067	0,42374
Bandar Pulau	0,25878	0,26070
Aek Songsongan	0,20653	0,20807
Rahuning	0,21994	0,22158
Pulau Rakyat	0,40391	0,40687
Aek Kuasan	0,28931	0,29143
Aek Ledong	0,24845	0,25027
Sei Kepayang	0,21477	0,21635
Sei Kepayang Barat	0,15861	0,15978
Sei Kepayang Timur	0,10359	0,10436
Tanjung Balai	0,44745	0,45072
Simpang Empat	0,50658	0,51032
Teluk Dalam	0,21677	0,21838
Air Batu	0,50272	0,50639
Sei Dadap	0,39410	0,39700
Buntu Pane	0,28601	0,28812
Tinggi Raja	0,22788	0,22955
Setia Janji	0,14087	0,14194
Meranti	0,24462	0,24641
Pulo Bandring	0,35347	0,35607
Rawang Panca		
Arga	0,22039	0,22201
Air Joman	0,59012	0,59441
Silo Laut	0,25450	0,25639
Kisaran Barat	0,71529	0,72054
Kisaran Timur	0,89345	0,9

#### D. Penentuan Parameter

Untuk merancang arsitektur metode JST *Backpropagation* agar menghasilkan prediksi yang optimal, maka dilakukan penentuan atau penginputan jumlah nilai parameter-parameter yang digunakan pada penelitian ini seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Paramater yang digunakan untuk prediksi

Parameter
-----------

Input layer	3
Hidden Layer	10,15,20,25,30
Fungsi Aktivasi	logsig
Fungsi Pelatihan	traingd
Maksimum Iterasi (epoch)	10.000
Learning rate	0,01

Penelitian ini menggunakan 3 input layer dan hidden layer masing-masing 10, 15, 20, 25, 30 nodes. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu sigmoid (logsig) dalam interval [0,1] dan data yang digunakan bernilai positif. Fungsi sigmoid adalah fungsi asimtotik (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1). Jumlah iterasi (epoch) yang digunakan adalah 10.000. Jumlah iterasi (epoch) maksimum menentukan jumlah iterasi pelatihan yang akan dilakukan. Nilai learning rate (lr) yang digunakan merupakan nilai konstanta dengan nilai 0,01. Semakin banyak jumlah iterasi dan semakin kecil nilai learning rate, maka proses pelatihan akan semakin lama (Andriyani & Sitohang, 2018).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

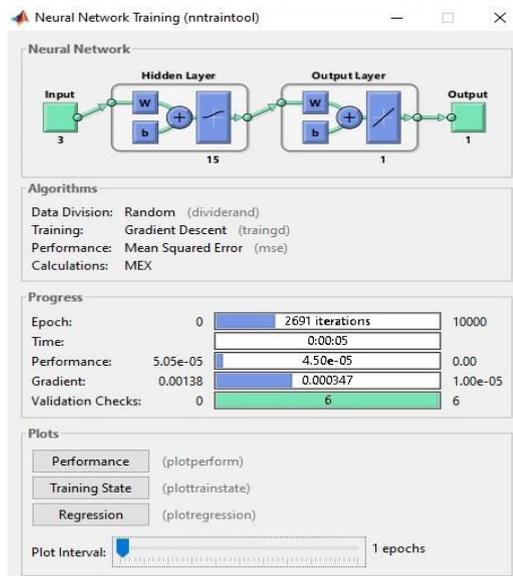
##### A. Perancangan Arsitektur JST Algoritma Backpropagation

Arsitektur jaringan merupakan sebuah arsitektur menentukan pola antar neuron dan neuron-neuron tersebut berkumpul di lapisan-lapisan yang disebut neuron layer. Pada arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan dengan model Backpropagation terdiri dari yaitu lapisan input (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan output (*output layer*) (Sudarsono, 2016).



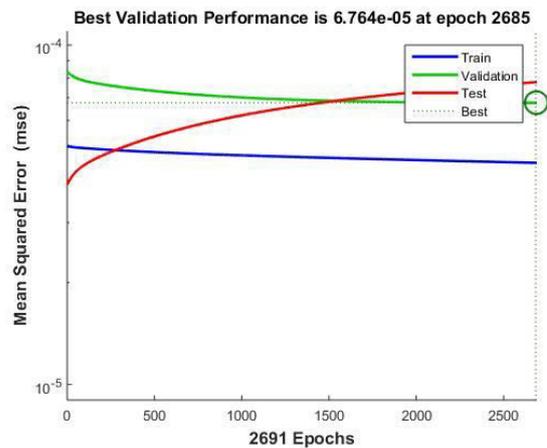
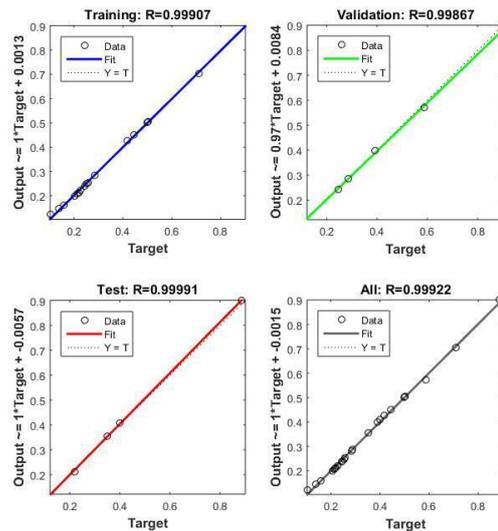
## B. Pelatihan dan Pengujian Data

Data yang akan dilakukan untuk penelitian ini sebanyak 150 record, dimana untuk proses pelatihan data yang akan digunakan adalah 70% dan 30% untuk proses Pengujian dari total data. Pada proses pelatihan arsitektur jaringan yang digunakan berbeda-beda percobaan dengan banyak arsitektur yaitu 5 yang diperoleh dari trial dan error yaitu 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, dan 3-30-1. Dari 5 arsitektur tersebut didapat arsitektur jaringan terbaik yaitu 3-15-1 dengan validasi  $R=0,99867$ . Proses pelatihan dengan percobaan 5 arsitektur menggunakan aplikasi Matlab R2015A. Proses training menggunakan arsitektur 3-15-1 menghasilkan iterasi (epoch) sebesar 2691 dengan waktu 00:05 detik. Hasil data training arsitektur 3-15-1 dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Hasil data training dengan arsitektur 3-15-1  
 Figure 3. Results of training data with 3-15-1 architecture

Setelah proses pelatihan selanjutnya dilakukan proses pengujian menggunakan arsitektur 3-15-1. Proses pengujian dengan memasukkan 30 % data record dari total data yaitu data tahun 2019 dan target 2020.



Gambar 4. Hasil Validation Performance untuk pelatihan dan pengujian arsitektur 3-15-1  
 Figure 4. Validation Performance results for architectural training and testing 3-15-1

Data training dan testing yang dilakukan dengan matlab kemudian diolah menggunakan excel. Data excel



berupa target training, output training output testing dan error.  
 dan error serta data target testing,

Tabel 5. Data error training dan testing  
 Table 5. Training and testing error data

Data Training			Data Testing		
Target	Output	Error	Target	Output	Error
0,41748	0,42547	0,00797	0,42374	0,43602	0,01227
0,25681	0,25291	0,00389	0,26070	0,26199	0,00128
0,20494	0,19992	0,00503	0,20807	0,20694	0,00113
0,21825	0,21276	0,00549	0,22158	0,22036	0,00122
0,40085	0,40862	0,00776	0,40687	0,4193	0,01242
0,28711	0,28622	0,00088	0,29143	0,29619	0,00475
0,24653	0,24183	0,00469	0,25027	0,25062	0,00033
0,21309	0,20775	0,00534	0,21635	0,21511	0,00124
0,15734	0,15916	0,00181	0,15978	0,16415	0,00436
0,10274	0,12161	0,01886	0,10436	0,12458	0,02021
0,44406	0,45168	0,00761	0,45072	0,46194	0,01122
0,50282	0,50422	0,00139	0,51032	0,51266	0,00233
0,21506	0,2097	0,00536	0,21838	0,21713	0,00125
0,49893	0,50107	0,00213	0,50639	0,50963	0,00324
0,39109	0,39861	0,00752	0,39700	0,40936	0,01236
0,28384	0,28258	0,00126	0,28812	0,29247	0,00434
0,22610	0,22068	0,00542	0,22955	0,22858	0,00097
0,13976	0,1461	0,00633	0,14194	0,15039	0,00844
0,24271	0,23785	0,00486	0,24641	0,24644	0,03081
0,35078	0,35618	0,00539	0,35607	0,367	0,01092
0,21869	0,21322	0,00547	0,22201	0,22082	0,00118
0,58572	0,57191	0,01382	0,59441	0,584	0,01041
0,25253	0,24825	0,00429	0,25639	0,25725	0,00085
0,70995	0,70388	0,00607	0,72054	0,73228	0,01173
0,88678	0,90063	0,01383	0,9	0,92216	0,02215

### C. Validasi Akurasi

Validasi data pengujian menggunakan MSE (Mean Squared Error). Mean Squared Error (MSE) adalah rata-rata kesalahan kuadrat diantara nilai aktual dan nilai peramalan. Metode Mean Squared Error secara umum digunakan untuk mengecek estimasi berapa nilai kesalahan pada peramalan. Nilai Mean Squared Error yang rendah atau nilai mean squared error mendekati nol menunjukkan bahwa hasil peramalan sesuai dengan data aktual dan bisa

dijadikan untuk perhitungan peramalan di periode mendatang.

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

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

Dari rumus (2) dihitung menggunakan excel dan didapat hasil MSE training dan MSE testing seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil akurasi MSE Training dan Testing  
 Table 6. Accuracy results of MSE Training and Testing



Arsitektur	Epoch	Waktu	MSE Training	MSE Testing
3-10-1	7202	00:12	0,002035728	0,00233004
3-15-1	2691	00:05	0,000053206	0,000118289
3-20-1	2587	00:04	0,000418403	0,000626882
3-25-1	3512	00:05	0,002855379	0,003719869
3-30-1	4038	00:07	0,002995935	0,000687006

## V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa proses analisis jumlah penduduk dengan menggunakan JST model backpropagation dilakukan dengan 5 model arsitektur yaitu 3-10-1, 3-15-1, 3-20-1, 3-25-1, 3-30-1 dari hasil trial dan error. Didapat arsitektur 3-15-1 yaitu model arsitektur terbaik dengan hasil validasi  $R=0,99867$ , akurasi MSE training= 0,000053206 dan akurasi MSE testing sebesar 0,000118289.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, S., & Sitohang, N. (2018). Implementasi Metode Backpropagation Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 4(2), 155–164.
- Asahan, B. K. (2022). *Statistik Daerah kabupaten Asahan 2022* (BPS Kabupaten Asahan (ed.)). BPS Kabupaten Asahan.
- BPS Kabupaten Asahan. (2022). *Asahan Regency in Figure* (B. K. Asahan (ed.)). BPS Kabupaten Asahan.
- Darma, B. (2021). Pengaruh Jumlah Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Tebo Tahun 2016-2020. *Citra Ekonomi*, 2(1), 86–92.
- Hutabarat, M. A. P., Handrizal, & Jalaluddin. (2020). Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Pematang Bandar Berdasarkan Nagori / Kelurahan. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 1(2), 63–69.
- Jayadianti, H., Cahyadi, T. A., Amri, N. A., & Pitayandanu, M. F. (2020). Metode Komparasi Artificial Neural Network Pada Prediksi Curah Hujan - Literature Review. *Jurnal Tekno Insentif*, 14(2), 48–53. <https://doi.org/10.36787/jti.v14i2.150>
- Khairunnisa, J., & Syaharuddin. (2022). Prediksi Inflasi di Kota Mataram Menggunakan Backpropagation Neural Network. *Seminar Nasional LPPM UMMAT*, 1, 151–157.
- Putra, H., & Ulfa Walmi, N. (2020). Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 6(2), 100–107. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i2.2020.100-107>
- Siregar, S. P., Wanto, A., & Nasution, Z. M. (2018). Analisis Akurasi Arsitektur JST Berdasarkan Jumlah Penduduk Pada Kabupaten / Kota di Sumatera



Utara. *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, Juli, 526–536.

Solikhun, & Wahyudi, M. (2020). *Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation* (T. Limbong (ed.)). Yayasan Kita Menulis.

Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 61–68.

Wong, K., Wibawa, A. P., Pakpahan, H. S., Prafanto, A., & Setyadi, H. J. (2019). Prediksi Tingkat Inflasi Dengan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 8–13. <https://doi.org/10.30872/jsakti.v1i2.2600>