

Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Backpropagation dalam Memprediksi Angka Harapan Hidup Masyarakat Sumatera Utara

Samuel Palentino Sinaga¹, Anjar Wanto², S. Solikhun³

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar

³ Program Studi Manajemen Informatika AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar

¹ samuelpalentinosinaga@gmail.com, ² anjarwanto@amiktunasbangsa.ac.id, ³ solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak— Angka Harapan Hidup merupakan indikator dan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Adapun penulisan ini dilakukan untuk mengimplementasikan dan membuktikan bahwa Algoritma Resilient Backpropagation dapat digunakan untuk memprediksi angka harapan hidup masyarakat di Sumatera Utara. Data penelitian adalah data angka harapan hidup di Sumatera Utara yang terdiri dari 33 kabupaten/Kota, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara dari tahun 2013 sampai tahun 2017. Penelitian ini menggunakan 5 model arsitektur yaitu 4-10-1, 4-11-1, 4-12-1, 4-13-1 dan 4-14-1. Dari kelima model arsitektur yang digunakan di peroleh satu model arsitektur terbaik 4-10-1 dengan tingkat keakurasian 88 %, epoch 22 iterasi dalam waktu 4 detik dan MSE 0,00100006. Berdasarkan model arsitektur terbaik ini akan digunakan untuk memprediksi angka harapan hidup masyarakat Sumatera Utara untuk 5 tahun yang akan datang, yakni tahun 2018 hingga tahun 2022.

Kata kunci— JST, Resilient, Prediksi, Angka Harapan Hidup, Sumatera Utara.

Abstract— Life Expectancy is an indicator and tool for evaluating government performance in improving the welfare of the population in general and improving health status in particular. The writing is done to implement and prove that the Resilient Backpropagation Algorithm can be used to predict the life expectancy of people in North Sumatra. The research data is life expectancy data in North Sumatra consisting of 33 districts/cities, which were obtained from the Central Statistics Agency of North Sumatra from 2013 to 2017. This study uses 5 architectural models namely 4-10-1, 4-11-1, 4-12-1, 4-13-1 and 4-14-1. Of the five architectural models used, one of the best architectural models is 4-10-1 with an accuracy rate of 88%, epoch 22 iterations in 4 seconds and MSE 0.00100006. Based on this best architectural model, it will be used to predict the life expectancy of the people of North Sumatra for the next 5 years, namely 2018 until 2022.

Keywords— ANN, Resilient, Prediction, Life expectancy, North Sumatera.

I. PENDAHULUAN

Angka Harapan Hidup merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Angka Harapan Hidup yang rendah di suatu kabupaten/kota harus diikuti dengan program pembangunan kesehatan, dan program sosial lainnya termasuk kesehatan lingkungan, kecukupan gizi dan kalori termasuk program pemberantasan kemiskinan. Angka Harapan Hidup juga merupakan indikator rata-rata jumlah tahun kehidupan yang masih dijalani oleh seseorang yang telah berhasil mencapai umur tertentu. Angka Harapan Hidup yang rendah di suatu daerah/negara harus diikuti dengan program pembangunan kesehatan, dan program sosial lainnya termasuk kesehatan lingkungan, kecukupan gizi dan kalori termasuk program pemberantasan kemiskinan [1].

Pada penelitian ini, Angka Harapan Hidup yang akan dibahas adalah Angka Harapan Hidup masyarakat di Sumatera Utara yang terdiri dari 33 kabupaten/Kota. Berdasarkan data Angka Harapan Hidup 33 Kabupaten/kota di Sumatera Utara tahun 2013-2017, yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara, tercatat bahwa kabupaten/kota yang memiliki angka harapan hidup yang paling tinggi tahun 2013 adalah Kota medan sebesar 72,13 tahun. Tahun 2014 kabupaten/kota yang memiliki angka harapan hidup tertinggi masih dipegang oleh kota Medan dengan 72,18 tahun. Sedangkan tahun 2015 hingga tahun 2017, angka harapan hidup tertinggi tidak lagi di pegang kota medan, melainkan kota Pematangsiantar dengan masing-masing sebesar 72,29 tahun, 72,46 dan 72,63 tahun atau selisih 0,01 tahun di tahun 2015, 0,12 tahun di tahun 2016 dan 0,23 ditahun 2017. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

TABEL I
DATA ANGKA HARAPAN HIDUP SUMATERA UTARA

No	Kab/Kota	2013	2014	2015	2016	2017
1	Nias	68,77	68,87	68,97	69,07	69,18
2	Mandailing Natal	61,08	61,18	61,58	61,77	61,97
3	Tapanuli Selatan	63,04	63,14	63,74	64,01	64,28
4	Tapanuli Tengah	66,47	66,49	66,59	66,62	66,66
5	Tapanuli Utara	67,15	67,25	67,55	67,71	67,86
6	Toba Samosir	68,94	69,04	69,14	69,25	69,36
7	Labuhan Batu	69,24	69,26	69,36	69,4	69,44
8	Asahan	67,17	67,27	67,37	67,47	67,57
9	Simalungun	70,14	70,24	70,34	70,43	70,53
10	Dairi	67,38	67,48	67,78	67,95	68,13
11	Karo	70,38	70,42	70,62	70,69	70,77
12	Deli Serdang	70,78	70,8	71	71,06	71,11
13	Langkat	67,23	67,33	67,63	67,79	67,94
14	Nias Selatan	67,06	67,16	67,66	67,83	68
15	Humbahas	67,7	67,8	68,1	68,26	68,41
16	Pakpak Barat	64,42	64,45	64,85	64,95	65,05
17	Samosir	69,56	69,66	70,26	70,47	70,68
18	Serdang Bedagai	67,17	67,27	67,47	67,63	67,79
19	Batubara	65,4	65,5	65,8	65,95	66,1
20	Paluta	66,38	66,4	66,5	66,54	66,58
21	Padang Lawas	65,97	66,01	66,31	66,4	66,5
22	Labusel	68,03	68,06	68,09	68,11	68,4
23	Labura	68,4	68,5	68,7	68,8	68,91
24	Nias Utara	68,39	68,49	68,59	68,68	68,77

No	Kab/Kota	2013	2014	2015	2016	2017
25	Nias Barat	67,54	67,64	67,94	68,1	68,28
26	Kota Sibolga	67,3	67,4	67,7	67,87	68,05
27	Kota Tanjung Balai	61,3	61,4	61,9	62,09	62,28
28	Kota P. Siantar	71,59	71,69	72,29	72,46	72,63
29	Kota Tebing Tinggi	69,94	70,04	70,14	70,21	70,28
30	Kota Medan	72,13	72,18	72,28	72,34	72,4
31	Kota Binjai	71,34	71,39	71,59	71,67	71,75
32	Kota P. Sidempuan	68,22	68,27	68,32	68,37	68,41
33	Kota Gunung Sitoli	70,13	70,19	70,29	70,36	70,42

Sumber : Badan Pusat Statistik Sumatera Utara

Karena begitu pentingnya Angka Harapan Hidup di Sumatera Utara, maka perlu dilakukan prediksi tingkat Angka Harapan Hidup di tahun-tahun selanjutnya, agar pemerintah daerah Sumatera Utara memiliki referensi dan acuan yang jelas untuk menentukan kebijakan ataupun membuat langkah-langkah strategis yang tepat agar Angka Harapan Hidup masyarakat Sumatera Utara jangan sampai menurun di masa yang akan datang, bahkan mampu meningkat pada tiap tahunnya. Salah satu metode yang baik digunakan untuk melakukan prediksi adalah Resilient backpropagation. Metode Resilient merupakan salah satu metode Jaringan Saraf Tiruan yang sering digunakan untuk melakukan sebuah prediksi, hal ini karena metode ini mampu memprediksi data berdasarkan data-data terdahulu, sehingga didapatkan hasil prediksi setelah melakukan pembelajaran dan pelatihan berdasarkan data yang sudah pernah terjadi [2]–[9].

Ada banyak penelitian terdahulu yang membahas tentang masalah prediksi maupun Angka Harapan Hidup dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Diantara nya penelitian untuk memprediksi Angka Harapan Hidup Penduduk Dunia dengan menggunakan metode Cyclical Order weight/bias. Pada penelitian ini, akurasi yang dihasilkan mencapai 97% dengan menggunakan 2 layer tersembunyi (*hidden layer*) dengan tingkat MSE sebesar 0,0008358919 [10]. Kekurangan dari penelitian ini adalah proses Normalisasi dilakukan setelah data dibagi menjadi 2 (data training dan data testing). Sedangkan pada penelitian ini seluruh data dinormalisasi terlebih dahulu, kemudian data dibagi menjadi 2. Penelitian selanjutnya membahas tentang metode Resilient Backpropagation untuk memprediksi tingkat pengangguran di Sumatera Utara berdasarkan Semester dengan perpaduan 1 hidden layer dan 2 hidden layer. Tingkat akurasi dengan metode resilient untuk semester 1 dan semester 2 ini adalah 75% dengan nilai MSE sebesar 0,00052083 and 0,00105823 [11]. Kekurangan dari penelitian ini adalah akurasi yang kecil dan MSE yang besar. Sedangkan pada penelitian ini akurasi nya lebih besar 13% dan MSE nya lebih kecil, yakni sebesar 0,00100006. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis melakukan penelitian ini.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif, yakni mengambil data angka harapan hidup di Sumatera Utara melalui Website Badan

Pusat Statistik Sumatera Utara. Metode Penelitian yang digunakan adalah Jaringan Saraf Tiruan dengan metode Resilient. Metode ini mampu melakukan prediksi berdasarkan data yang telah lampau (*times series*). Resilient adalah merupakan hasil pengembangan dari Backpropagation. Perubahan bobot pada Backpropagation dipengaruhi oleh learning rate dan tergantung dari kemiringan kurva eror ($\partial E/\partial W_{ij}$). Semakin kecil learning rate yang digunakan, maka pembelajaran akan lebih lama. Sementara semakin besar tingkat pembelajaran, nilai pembobotan akan jauh dari bobot minimum. Untuk mengatasinya, dikembangkan metode baru yaitu Rprop (Resilient Backpropagation). Metode ini menggunakan tanda (positif atau negatif) dari gradien untuk menunjukkan arah penyesuaian bobot. Sementara ukuran perubahan bobotnya adalah ditentukan oleh penyesuaian nilai ($\Delta 0$). Metode Resilient mengubah bobot dan jaringan bias dengan proses adaptasi langsung dari pembobotan berdasarkan informasi gradien lokal dari iterasi pembelajaran, sehingga jumlah iterasi diperlukan mencapai target [12].

Secara umum cara kerja metode Resilient Backpropagation (Rprop) dapat diterangkan sebagai berikut [13] :

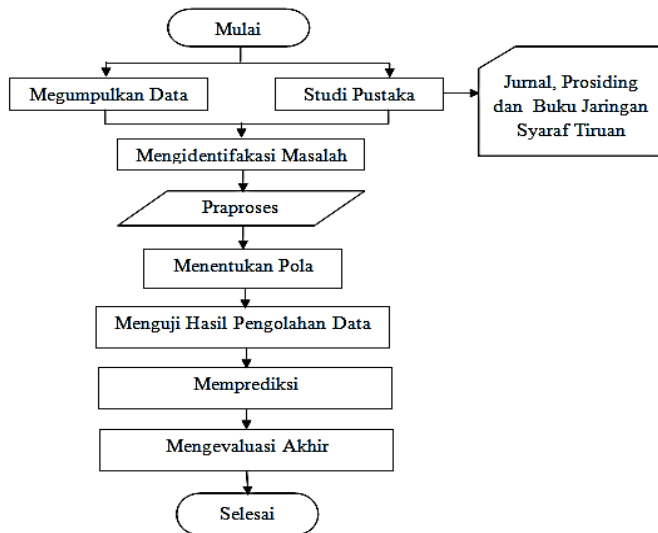
1. Inisialisasi Penyesuaian Awal $\Delta_{ij}(t) = \Delta 0 = 0$, Gradient Awal $\partial E/\partial W_{ij} \cdot (t-1) = 0$
2. Lakukan langkah-langkah berikut sampai bobot konvergen
 - a. Hitung Gradient $\partial E/\partial W_{ij}$
 - b. Untuk semua bobot, hitung nilai penyesuaian.
 1. Jika $\partial E/\partial W_{ij}(t) * \partial E/\partial W_{ij} \cdot (t-1) \geq 0$ maka $\Delta_{ij}(t) = \min(\Delta_{ij}(t-1) * \eta^+, \Delta_{max})$
 2. Jika $\partial E/\partial W_{ij}(t) * \partial E/\partial W_{ij} \cdot (t-1) < 0$ maka $\Delta_{ij}(t) = \max(\Delta_{ij}(t-1) * \eta^-, \Delta_{min})$
 - c. Hitung perubahan bobot
 1. Jika $\partial E/\partial W_{ij}(t) > 0$ maka $w(t+1) = w(t) - \Delta_{ij}(t)$
 2. Jika $\partial E/\partial W_{ij}(t) < 0$ maka $w(t+1) = w(t) + \Delta_{ij}(t)$
 3. Selesai

B. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data Angka Harapan Hidup Masyarakat Sumatera Utara tahun 2013-2017 (Tabel 1), yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik Sumatera Utara [14].

C. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Dari gambar kerangka kerja diatas maka masing-masing langkah dapat di uraikan sebagai berikut :

- **Pengumpulan Data**
Pada tahap ini data yang di peroleh dari BPS yang merupakan data Angka Harapan Hidup masyarakat Sumatera Utara.
- **Studi Pustaka**
Tahap ini merupakan tahap dimana sebuah langkah awal dalam penelitian ini untuk melengkapi pengetahuan dasar beserta teori-teori dalam penelitian ini.
- **Mengidentifikasi Masalah**
Pada tahap indentifikasi masalah ini, setelah semua data terpenuhi dan diperoleh data yang sangat akurat untuk melakukan konversi data sesuai dengan bobot yang telah ditentukan.
- **Praproses**
Pada tahap ini yang dikerjakan ialah merubah tipe data dann atribut data yang bertujuan untuk mempermudah dalam pemahaman isi record data, dan melakukan seleksi data dengan memperhatikan kekonsistenan data .
- **Menentukan Model**
Hasil pada tahap ini beberapa model bagian jaringan Saraf tiruan dengan metode Resilient untuk menentukan sebuah pola.
- **Menguji Hasil Pengolahan Data**
Dalam pengujian hasil pengolahan data digunakan sebuah software Matlab R2011b.
- **Pemperediksi**
Prediksi dilakukan berdasarkan model arsitektur terbaik.
- **Mengevaluasi Hasil Akhir**
Evaluasi hasil akhir ini untuk melihat dan mengetahui hasil akhir dari testing pengolahan data.

D. Normalisasi Data

Data akan di normalisasi dengan menggunakan persamaan (1) yang akan menghasilkan nilai antara 0 dan 1 (Tidak boleh 0 dan 1, apalagi lebih dari itu), karena hal itu sudah merupakan ketentuan dari normalisasi [15], [16], [25]–[34], [17], [35]–[43], [18]–[24].

$$x' = \frac{0.8(x - a)}{b - a} + 0.1 \quad (1)$$

Keterangan : (x' = Normalisasi data, x = Data yang akan dinormalisasi, a = Data terendah, b = Data tertinggi)
 $x' = \frac{0.8(x - a)}{b - a} + 0.1$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Normalisasi

Tabel 2 berikut ini merupakan hasil normalisasi data pelatihan yang digunakan, yakni tahun 2013 hingga 2016 dengan tahun 2016 juga sebagai target. Data ini diambil berdasarkan pada tabel 1. Data ini dinormalisasi menggunakan fungsi sigmoid seperti yang telah dituliskan pada persamaan (1).

TABEL III
NORMALISASI DATA PELATIHAN

No	Kab/Kota	2013	2014	2015	2016	Target
1	Nias	0,6406	0,6476	0,6547	0,6617	0,6617
2	Mandailing Natal	0,1000	0,1070	0,1351	0,1485	0,1485
3	Tapanuli Selatan	0,2378	0,2448	0,2870	0,3060	0,3060
4	Tapanuli Tengah	0,4789	0,4803	0,4873	0,4895	0,4895
5	Tapanuli Utara	0,5267	0,5337	0,5548	0,5661	0,5661
6	Toba Samosir	0,6525	0,6596	0,6666	0,6743	0,6743
7	Labuhan Batu	0,6736	0,6750	0,6821	0,6849	0,6849
8	Asahan	0,5281	0,5351	0,5422	0,5492	0,5492
9	Simalungun	0,7369	0,7439	0,7510	0,7573	0,7573
10	Dairi	0,5429	0,5499	0,5710	0,5830	0,5830
11	Karo	0,7538	0,7566	0,7707	0,7756	0,7756
12	Deli Serdang	0,7819	0,7833	0,7974	0,8016	0,8016
13	Langkat	0,5323	0,5394	0,5605	0,5717	0,5717
14	Nias Selatan	0,5204	0,5274	0,5626	0,5745	0,5745
15	Humbahas	0,5654	0,5724	0,5935	0,6047	0,6047
16	Pakpak Barat	0,3348	0,3369	0,3650	0,3721	0,3721
17	Samosir	0,6961	0,7032	0,7453	0,7601	0,7601
18	Serdang Bedagai	0,5281	0,5351	0,5492	0,5605	0,5605
19	Batubara	0,4037	0,4107	0,4318	0,4424	0,4424
20	Paluta	0,4726	0,4740	0,4810	0,4838	0,4838
21	Padang Lawas	0,4438	0,4466	0,4677	0,4740	0,4740
22	Labusel	0,5886	0,5907	0,5928	0,5942	0,5942
23	Labura	0,6146	0,6216	0,6357	0,6427	0,6427
24	Nias Utara	0,6139	0,6209	0,6279	0,6343	0,6343
25	Nias Barat	0,5541	0,5612	0,5822	0,5935	0,5935
26	Kota Sibolga	0,5373	0,5443	0,5654	0,5773	0,5773
27	Kota Tanjung Balai	0,1155	0,1225	0,1576	0,1710	0,1710
28	Kota P. Siantar	0,8388	0,8459	0,8880	0,9000	0,9000
29	Kota Tebing Tinggi	0,7228	0,7299	0,7369	0,7418	0,7418
30	Kota Medan	0,8768	0,8803	0,8873	0,8916	0,8916
31	Kota Binjai	0,8213	0,8248	0,8388	0,8445	0,8445
32	Kota P. Sidempuan	0,6019	0,6054	0,6090	0,6125	0,6125

No	Kab/Kota	2013	2014	2015	2016	Target
33	Kota Gunung Sitoli	0,7362	0,7404	0,7475	0,7524	0,7524

Tabel 3 berikut ini merupakan hasil normalisasi data pengujian yang digunakan, yakni tahun 2014-2017 dengan target juga tahun 2017. Data ini diambil berdasarkan tabel 1. Data ini juga dinormalisasi menggunakan fungsi sigmoid seperti yang telah dituliskan pada persamaan (1).

TABEL III
NORMALISASI DATA PENGUJIAN

No	Kab/Kota	2014	2015	2016	2017	Target
1	Nias	0,6373	0,6443	0,6513	0,6590	0,6590
2	Mandailing Natal	0,1000	0,1279	0,1412	0,1552	0,1552
3	Tapanuli Selatan	0,2369	0,2789	0,2977	0,3166	0,3166
4	Tapanuli Tengah	0,4710	0,4780	0,4801	0,4829	0,4829
5	Tapanuli Utara	0,5241	0,5451	0,5562	0,5667	0,5667
6	Toba Samosir	0,6492	0,6562	0,6638	0,6715	0,6715
7	Labuhan Batu	0,6645	0,6715	0,6743	0,6771	0,6771
8	Asahan	0,5255	0,5325	0,5395	0,5465	0,5465
9	Simalungun	0,7330	0,7400	0,7463	0,7533	0,7533
10	Dairi	0,5402	0,5611	0,5730	0,5856	0,5856
11	Karo	0,7456	0,7596	0,7645	0,7700	0,7700
12	Deli Serdang	0,7721	0,7861	0,7903	0,7938	0,7938
13	Langkat	0,5297	0,5507	0,5618	0,5723	0,5723
14	Nias Selatan	0,5178	0,5528	0,5646	0,5765	0,5765
15	Humbahas	0,5625	0,5835	0,5947	0,6052	0,6052
16	Pakpak Barat	0,3285	0,3564	0,3634	0,3704	0,3704
17	Samosir	0,6925	0,7344	0,7491	0,7638	0,7638
18	Serdang Bedagai	0,5255	0,5395	0,5507	0,5618	0,5618
19	Batubara	0,4018	0,4228	0,4333	0,4438	0,4438
20	Paluta	0,4647	0,4717	0,4745	0,4773	0,4773
21	Padang Lawas	0,4375	0,4584	0,4647	0,4717	0,4717
22	Labusel	0,5807	0,5828	0,5842	0,6045	0,6045
23	Labura	0,6114	0,6254	0,6324	0,6401	0,6401
24	Nias Utara	0,6107	0,6177	0,6240	0,6303	0,6303
25	Nias Barat	0,5514	0,5723	0,5835	0,5961	0,5961
26	Kota Sibolga	0,5346	0,5555	0,5674	0,5800	0,5800
27	Kota Tanjung Balai	0,1154	0,1503	0,1636	0,1769	0,1769
28	Kota P. Siantar	0,8343	0,8762	0,8881	0,9000	0,9000
29	Kota Tebing Tinggi	0,7190	0,7260	0,7309	0,7358	0,7358
30	Kota Medan	0,8686	0,8755	0,8797	0,8839	0,8839
31	Kota Binjai	0,8134	0,8273	0,8329	0,8385	0,8385
32	Kota P. Sidempuan	0,5954	0,5989	0,6024	0,6052	0,6052
33	Kota Gunung Sitoli	0,7295	0,7365	0,7414	0,7456	0,7456

Pada tabel 3 dan 4, pengolahan data dibantu dengan tools matlab 2011b dalam menentukan model arsitektur terbaik

dengan Resilient. Arsitektur yang digunakan sebanyak 5 model, yakni: 4-10-1, 4-11-1, 4-12-1, 4-13-1 dan 4-14-1. Cara menentukan model arsitektur terbaik dengan metode Resilient adalah menentukan error minimum dari proses training dan testing yang dilakukan. Tingkat error yang digunakan sebesar 0,02 dengan learning rate 0,01. Pada penelitian ini, parameter kode yang digunakan dianalisis menggunakan aplikasi Matlab 2011b yang dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

TABEL IV
PARAMETER DAN KODE PROGRAM

Kode Training	Kode Testing
<pre>>> net=newff(minmax(P),[hidden layer,output layer],{'logsig','purelin'},'trainrp') ; >> net.IW{1,1}; >> net.b{1}; >> net.LW{2,1}; >> net.b{2}; >> net.trainParam.epochs=100000; >> net.trainParam.show = 1000; >> net.trainParam.showCommandLin e = 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)</pre>	<pre>>> PP=[input data pengujian] >> TT=[output pengujian] [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,PP,[],[,],TT)</pre>

B. Perbandingan Model Arsitektur yang Digunakan

Model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data masukan (input layer) = 4, lapisan tersembunyi (hidden layer) = 10, 11, 12, 13, 14. Lapisan keluaran (output layer) = 1. Setelah dilakukan pelatihan dan pengujian data dengan model arsitektur 4-10-1, 4-11-1, 4-12-1, 4-13-1 dan 4-14-1 menggunakan bantuan tools Matlab 2011b dan Microsoft Excel, maka diperoleh model arsitektur terbaik 4-10-1 dengan tingkat akurasi sebesar 88% atau yang tertinggi akurasi nya dibandingkan dengan 4 model yang lain. Perbandingan dari 5 model arsitektur yang digunakan dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

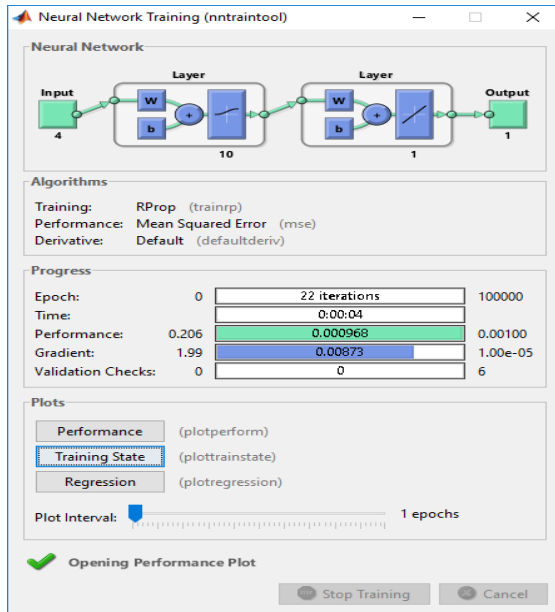
TABEL V
PERBANDINGAN MODEL ARSITEKTUR

No	Model Arsitektur	Training			Testing	
		Epoch	Waktu	MSE	MSE	Akurasi
1	4 - 10 - 1	22	00:04	0,00096819	0,00100006	88%
2	4 - 11 - 1	11	00:02	0,04122990	0,00106876	76%
3	4 - 12 - 1	15	00:01	0,04356170	0,00208408	52%
4	4 - 13 - 1	57	00:02	0,00098006	0,00101433	73%

5	4 - 14 - 1	33	00:03	0,00099948	0,03236831	61%
---	------------	----	-------	------------	------------	-----

C. Model Arsitektur Terbaik (4-10-1)

Hasil pelatihan dengan menggunakan model arsitektur 4-10-1 dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 2. Hasil Terbaik dengan Model Arsitektur 4-10-1

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa hasil pelatihan dengan menggunakan model arsitektur 4-10-1 menghasilkan epoch sebesar 22 iterasi, dan model ini lah sebagai arsitektur terbaik dibanding 4 model yang lain. Untuk tabel pelatihan dan pengujiannya dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7 berikut.

TABEL VI
DATA PELATIHAN MODEL ARSITEKTUR 4-10-1

Pola	Target	Output	Error	SSE
Pola 1	0,6617	0,6569	0,0048	0,00002292
Pola 2	0,1485	0,1634	-0,0149	0,00022183
Pola 3	0,3060	0,2075	0,0985	0,00969740
Pola 4	0,4895	0,5335	-0,0440	0,00193995
Pola 5	0,5661	0,5889	-0,0228	0,00052071
Pola 6	0,6743	0,6650	0,0093	0,00008725
Pola 7	0,6849	0,6837	0,0012	0,00000141
Pola 8	0,5492	0,5867	-0,0375	0,00140556
Pola 9	0,7573	0,7377	0,0196	0,00038391
Pola 10	0,5830	0,5995	-0,0165	0,00027382
Pola 11	0,7756	0,7595	0,0161	0,00025828
Pola 12	0,8016	0,7926	0,0090	0,00008067
Pola 13	0,5717	0,5926	-0,0209	0,00043661
Pola 14	0,5745	0,5853	-0,0108	0,00011628
Pola 15	0,6047	0,6126	-0,0079	0,00006170
Pola 16	0,3721	0,2913	0,0808	0,00652157

Pola	Target	Output	Error	SSE
Pola 17	0,7601	0,7030	0,0571	0,00326103
Pola 18	0,5605	0,5890	-0,0285	0,00081471
Pola 19	0,4424	0,4214	0,0210	0,00043911
Pola 20	0,4838	0,5251	-0,0413	0,00170311
Pola 21	0,4740	0,4906	-0,0166	0,00027591
Pola 22	0,5942	0,6246	-0,0304	0,00092414
Pola 23	0,6427	0,6409	0,0018	0,00000326
Pola 24	0,6343	0,6397	-0,0054	0,00002948
Pola 25	0,5935	0,6061	-0,0126	0,00015883
Pola 26	0,5773	0,5960	-0,0187	0,00034862
Pola 27	0,1710	0,1649	0,0061	0,00003723
Pola 28	0,9000	0,8854	0,0146	0,00021316
Pola 29	0,7418	0,7241	0,0177	0,00031427
Pola 30	0,8916	0,9196	-0,0280	0,00078601
Pola 31	0,8445	0,8426	0,0019	0,00000347
Pola 32	0,6125	0,6328	-0,0203	0,00041298
Pola 33	0,7524	0,7384	0,0140	0,00019523
Jlh SSE				0,03195043
MSE				0,00096819

TABEL VII
DATA PENGUJIAN MODEL ARSITEKTUR 4-10-1

Pola	Target	Output	Error	SSE	Hasil
Pola 1	0,6590	0,65450	0,00445	0,00001982	1
Pola 2	0,1552	0,18540	-0,03020	0,00091225	1
Pola 3	0,3166	0,23430	0,08229	0,00677228	0
Pola 4	0,4829	0,52400	-0,04112	0,00169068	1
Pola 5	0,5667	0,58560	-0,01888	0,00035627	1
Pola 6	0,6715	0,66270	0,00883	0,00007794	1
Pola 7	0,6771	0,67400	0,00312	0,00000972	1
Pola 8	0,5465	0,58470	-0,03824	0,00146208	1
Pola 9	0,7533	0,73330	0,01998	0,00039900	1
Pola 10	0,5856	0,59570	-0,01011	0,00010222	1
Pola 11	0,7700	0,74380	0,02624	0,00068873	1
Pola 12	0,7938	0,77320	0,02060	0,00042432	1
Pola 13	0,5723	0,58910	-0,01679	0,00028176	1
Pola 14	0,5765	0,58100	-0,00449	0,00002019	1
Pola 15	0,6052	0,60740	-0,00225	0,00000505	1
Pola 16	0,3704	0,30120	0,06919	0,00478767	0
Pola 17	0,7638	0,68030	0,08346	0,00696481	0
Pola 18	0,5618	0,58690	-0,02507	0,00062830	1
Pola 19	0,4438	0,42760	0,01616	0,00026100	1
Pola 20	0,4773	0,51520	-0,03791	0,00143697	1
Pola 21	0,4717	0,48840	-0,01670	0,00027879	1

Pola 22	0,6045	0,62090	-0,01645	0,00027047	1
Pola 23	0,6401	0,63600	0,00409	0,00001671	1
Pola 24	0,6303	0,63770	-0,00739	0,00005468	1
Pola 25	0,5961	0,60180	-0,00573	0,00003283	1
Pola 26	0,5800	0,59250	-0,01250	0,00015625	1
Pola 27	0,1769	0,19460	-0,01774	0,00031485	1
Pola 28	0,9000	0,84590	0,05410	0,00292681	0
Pola 29	0,7358	0,72000	0,01581	0,00024989	1
Pola 30	0,8839	0,90390	-0,01997	0,00039880	1
Pola 31	0,8385	0,82410	0,01442	0,00020780	1
Pola 32	0,6052	0,62880	-0,02365	0,00055919	1
Pola 33	0,7456	0,73030	0,01529	0,00023377	1
				Jlh SSE	0,03300191
				MSE	0,00100006
					88%

C. Hasil Prediksi

Selanjutnya akan dilakukan prediksi dengan model 4-10-1 menggunakan rumus mengembalikan nilai:

$$x_n = \frac{(x - 0,1) * (b - a)}{0,8} + a \quad (2)$$

Keterangan rumus dapat dilihat pada persamaan (1).

Dari rumus diatas, akan dilakukan perhitungan prediksi Angka Harapan Hidup masyarakat Sumatera Utara. Sebagai contoh akan dilakukan prediksi untuk daerah Nias tahun 2018. Berdasarkan data tabel 1, nilai AHH di Nias tahun 2017 sebesar 69,18. Dengan menggunakan rumus berdasarkan Persamaan (2) maka prediksi AHH di Nias untuk tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$x_n = (((0,67850 - 0,1) \times (10,66)) / 0,8) + 61,97 = 69,68$$

(Begitu seterusnya untuk pencarian daerah lain).

Keterangan :

- x_n = Prediksi daerah Nias tahun 2018
- 0,67850 = Merupakan target prediksi yang diperoleh dari Matlab dengan menggunakan model 4-10-1
- 10,66 = Diperoleh dari nilai tertinggi AHH kab/kota tahun 2017 dikurangi nilai terendah (72,63-61,97=10,66)
- 61,97 = Merupakan nilai terendah AHH kab/kota tahun 2017
- 69,68 = Merupakan hasil prediksi daerah Nias untuk tahun 2018

Data hasil prediksi 5 tahun selanjutnya (2018-2022) dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

TABEL VIII
HASIL PREDIKSI ANGKA HARAPAN HIDUP MASYARAKAT
SUMATERA UTARA

No	Kabupaten / Kota	Angka Harapan Hidup (Tahun)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Nias	69,68	69,64	69,40	68,83	68,46
2	Mandailing Natal	63,24	63,83	65,04	66,52	67,37
3	Tapanuli Selatan	63,99	64,60	65,52	66,42	67,44

No	Kabupaten / Kota	Angka Harapan Hidup (Tahun)				
		2018	2019	2020	2021	2022
4	Tapanuli Tengah	67,10	68,01	68,82	68,69	68,49
5	Tapanuli Utara	68,43	69,05	69,12	68,87	68,45
6	Toba Samosir	69,80	69,71	69,45	68,84	68,47
7	Labuhan Batu	69,97	69,80	69,51	68,79	68,50
8	Asahan	68,32	68,96	69,04	68,83	68,47
9	Simalungun	70,68	70,27	69,83	68,92	68,59
10	Dairi	68,66	69,16	69,17	68,88	68,45
11	Karo	70,82	70,45	69,89	68,98	68,58
12	Deli Serdang	71,12	70,62	70,05	69,00	68,64
13	Langkat	68,51	69,09	69,14	68,87	68,45
14	Nias Selatan	68,42	69,10	69,16	68,88	68,43
15	Humbahas	68,92	69,30	69,22	68,87	68,43
16	Pakpak Barat	64,59	64,97	65,59	66,54	67,40
17	Samosir	70,11	70,53	69,56	69,29	68,32
18	Serdang Bedagai	68,42	69,01	69,10	68,86	68,47
19	Batubara	65,80	66,28	67,35	68,19	68,15
20	Paluta	66,96	67,84	68,77	68,67	68,48
21	Padang Lawas	66,58	67,40	68,58	68,60	68,43
22	Labusel	69,05	69,30	69,15	68,84	68,46
23	Labura	69,41	69,55	69,33	68,84	68,43
24	Nias Utara	69,41	69,49	69,30	68,81	68,44
25	Nias Barat	68,80	69,24	69,19	68,88	68,44
26	Kota Sibolga	68,59	69,12	69,15	68,88	68,45
27	Kota Tanjung Balai	63,39	64,02	65,14	66,54	67,43
28	Kota P. Siantar	71,65	71,54	70,25	69,64	68,36
29	Kota Tebing Tinggi	70,54	70,16	69,77	68,87	68,58
30	Kota Medan	72,14	71,24	70,50	69,23	68,73
31	Kota Binjai	71,55	70,95	70,24	69,15	68,66
32	Kota P. Sidempuan	69,23	69,40	69,22	68,77	68,43
33	Kota Gunung Sitoli	70,66	70,23	69,83	68,87	68,61

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan dalam artikel ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa metode Resilient dapat digunakan untuk memprediksi Angka Harapan Hidup masyarakat Sumatera Utara sebagai salah satu upaya membantu pemerintah dalam memberikan gambaran umum tentang kesejahteraan masyarakat di tahun-tahun yang akan datang, agar pemerintah dapat menentukan kebijakan yang tepat untuk lebih meningkatkan kesejahteraan masyarakat Sumatera Utara di masa yang akan datang. Pada penelitian ini model arsitektur terbaik adalah 4-10-1 yang tingkat akurasi nya 88%. MSE pelatihan 0,00096819 serta MSE pengujian sebesar 0,00100006. Sedangkan untuk prediksi, trend nya cukup stabil.

REFERENSI

- [1] V. Kontis, J. E. Bennett, C. D. Mathers, G. Li, K. Foreman, and M. Ezzati, "Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble," *The Lancet*, vol. 389, no. 10076, pp. 1323–1335, 2017.
- [2] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia," *Register - Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [3] S. P. Siregar, A. Wanto, and Z. M. Nasution, "Analisis Akurasi Arsitektur JST Berdasarkan Jumlah Penduduk Pada Kabupaten / Kota di Sumatera Utara," in *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, 2018, pp. 526–536.
- [4] A. Wanto, "Prediksi Angka Partisipasi Sekolah dengan Fungsi Pelatihan Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR," *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika (ALGORITMA)*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2019.
- [5] N. Nasution, A. Zamsuri, L. Lisnawita, and A. Wanto, "Polak-Ribiere updates analysis with binary and linear function in determining coffee exports in Indonesia," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 420, no. 012089, pp. 1–9, 2018.
- [6] A. Wanto, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Kemiskinan Pada Kabupaten/Kota Di Provinsi Riau," *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 05, no. 01, pp. 61–74, 2018.
- [7] A. Wanto, "Optimasi Prediksi Dengan Algoritma Backpropagation Dan Conjugate Gradient Beale-Powell Restarts," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 370–380, Jan. 2017.
- [8] I. A. R. Simbolon, F. Yatussa'ada, and A. Wanto, "Penerapan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Persentase Penduduk Buta Huruf di Indonesia," *Jurnal Informatika Upgris*, vol. 4, no. 2, pp. 163–169, 2018.
- [9] A. Wanto, "Prediksi Produktivitas Jagung Indonesia Tahun 2019-2020 Sebagai Upaya Antisipasi Impor Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *SINTECH (Science and Information Technology)*, vol. 1, no. 1, pp. 53–62, 2019.
- [10] M. K. Z. Sormin, P. Sihombing, A. Amalia, A. Wanto, D. Hartama, and D. M. Chan, "Predictions of World Population Life Expectancy Using Cyclical Order Weight / Bias," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012017, pp. 1–6, 2019.
- [11] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, "Penerapan Metode Resilient untuk Memprediksi Pengangguran Terbuka di Indonesia Menurut Pendidikan Tertinggi yang Ditamatkan Implementation," *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, 2019.
- [12] W. Saputra, T. Tulus, M. Zarlis, R. W. Sembiring, and D. Hartama, "Analysis Resilient Algorithm on Artificial Neural Network Backpropagation," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 930, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [13] Apriliyah and A. W. W. M. Wayan Firdaus, "Perkiraan Penjualan Beban Listrik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Backpropagation (RPROP)," *Jurnal Kursor*, vol. 4, no. 2, pp. 41–47, 2008.
- [14] BPS, "Angka Harapan Hidup Provinsi Sumatera Utara Menurut Kabupaten/Kota, Tahun 2010-2018," *Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara*, Nov-2010. [Online]. Available: <https://sumut.bps.go.id/>.
- [15] J. Wahyuni, Y. W. Paranthi, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Saraf Dalam Estimasi Tingkat Pengangguran Terbuka Penduduk Sumatera Utara," *Jurnal Infomedia*, vol. 3, no. 1, pp. 18–24, 2018.
- [16] J. R. Saragih, M. Billy, S. Saragih, and A. Wanto, "Analisis Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Nilai Ekspor (Juta USD)," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 2, pp. 254–264, 2018.
- [17] S. Setti and A. Wanto, "Analysis of Backpropagation Algorithm in Predicting the Most Number of Internet Users in the World," *JOIN (Jurnal Online Informatika)*, vol. 3, no. 2, pp. 110–115, 2018.
- [18] A. A. Fardhani, D. Insani, N. Simanjuntak, and A. Wanto, "Prediksi Harga Eceran Beras Di Pasar Tradisional Di 33 Kota Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Jurnal Infomedia*, vol. 3, no. 1, pp. 25–30, 2018.
- [19] M. A. P. Hutabarat, M. Julham, and A. Wanto, "Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Produksi Tanaman Padi Sawah Menurut Kabupaten/Kota di Sumatera Utara," *Jurnal semanTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 77–86, 2018.
- [20] I. S. Purba and A. Wanto, "Prediksi Jumlah Nilai Impor Sumatera Utara Menurut Negara Asal Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Jurnal Teknologi Informasi Techno*, vol. 17, no. 3, pp. 302–311, 2018.
- [21] 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. 012087, pp. 1–9, 2018.
- [22] B. K. Sihotang and A. Wanto, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Tamu Pada Hotel Non Bintang," *Jurnal Teknologi Informasi Techno*, vol. 17, no. 4, pp. 333–346, 2018.
- [23] I. Parlina, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Artificial Neural Network Pada Industri Non Migas Sebagai Langkah Menuju Revolusi Industri 4.0," *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 4, no. 1, pp. 155–160, 2019.
- [24] A. Wanto, M. Zarlis, Sawaluddin, and D. Hartama, "Analysis of Artificial Neural Network Backpropagation Using Conjugate Gradient Fletcher Reeves in the Predicting Process," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 930, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [25] A. Wanto, A. P. Windarto, D. Hartama, and I. Parlina, "Use of Binary Sigmoid Function And Linear Identity In Artificial Neural Networks For Forecasting

- Population Density,” *International Journal Of Information System & Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 43–54, 2017.
- [26] S. P. Siregar and A. Wanto, “Analysis of Artificial Neural Network Accuracy Using Backpropagation Algorithm In Predicting Process (Forecasting),” *International Journal Of Information System & Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 34–42, 2017.
- [27] A. Wanto *et al.*, “Analysis of Standard Gradient Descent with GD Momentum And Adaptive LR for SPR Prediction,” 2018, pp. 1–9.
- [28] M. Fauzan *et al.*, “Epoch Analysis and Accuracy 3 ANN Algorithm Using Consumer Price Index Data in Indonesia,” in *Conference Paper*, 2018, pp. 1–7.
- [29] A. Wanto *et al.*, “Levenberg-Marquardt Algorithm Combined with Bipolar Sigmoid Function to Measure Open Unemployment Rate in Indonesia,” in *Conference Paper*, 2018, pp. 1–7.
- [30] R. E. Pranata, S. P. Sinaga, and A. Wanto, “Estimasi Wisatawan Mancanegara Yang Datang ke Sumatera Utara Menggunakan Jaringan Saraf,” *Jurnal semanTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 97–102, 2018.
- [31] E. Hartato, D. Sitorus, and A. Wanto, “Analisis Jaringan Saraf Tiruan Untuk Prediksi Luas Panen Biofarmaka di Indonesia,” *Jurnal semanTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 49–56, 2018.
- [32] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, “Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012023, pp. 1–6, 2019.
- [33] M. R. Lubis, W. Saputra, A. Wanto, S. R. Andani, and P. Poningsih, “Analysis of Artificial Neural Networks Method Backpropagation to Improve the Understanding Student in Algorithm and Programming,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012032, pp. 1–6, 2019.
- [34] W. Saputra, P. Poningsih, M. R. Lubis, S. R. Andani, I. S. Damanik, and A. Wanto, “Analysis of Artificial Neural Network in Predicting the Fuel Consumption by Type of Power Plant,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012069, pp. 1–5, 2019.
- [35] A. Wanto *et al.*, “Forecasting the Export and Import Volume of Crude Oil , Oil Products and Gas Using ANN,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012016, pp. 1–6, 2019.
- [36] I. S. Purba *et al.*, “Accuracy Level of Backpropagation Algorithm to Predict Livestock Population of Simalungun Regency in Indonesia Accuracy Level of Backpropagation Algorithm to Predict Livestock Population of Simalungun Regency in Indonesia,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012014, pp. 1–6, 2019.
- [37] G. W. Bhawika *et al.*, “Implementation of ANN for Predicting the Percentage of Illiteracy in Indonesia by Age Group,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012043, pp. 1–6, 2019.
- [38] A. Wanto and J. T. Hardinata, “Estimasi Penduduk Miskin di Indonesia Sebagai Upaya Pengentasan Kemiskinan dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0,” *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, vol. 4, no. 2, pp. 198–207, 2019.
- [39] A. Wanto *et al.*, “Analysis of the Backpropagation Algorithm in Viewing Import Value Development Levels Based on Main Country of Origin,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012013, pp. 1–6, 2019.
- [40] A. Wanto *et al.*, “Analysis of the Accuracy Batch Training Method in Viewing Indonesian Fisheries Cultivation Company Development,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012003, pp. 1–6, 2019.
- [41] A. Wanto and A. P. Windarto, “Analisis Prediksi Indeks Harga Konsumen Berdasarkan Kelompok Kesehatan Dengan Menggunakan Metode Backpropagation,” *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika Sinkron*, vol. 2, no. 2, pp. 37–43, Oct. 2017.
- [42] P. Parulian *et al.*, “Analysis of Sequential Order Incremental Methods in Predicting the Number of Victims Affected by Disasters,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012033, pp. 1–6, 2019.
- [43] T. Afriliansyah *et al.*, “Implementation of Bayesian Regulation Algorithm for Estimation of Production Index Level Micro and Small Industry,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012027, pp. 1–6, 2019.