

Pemanfaatan Algoritma JST untuk Menentukan Model Prediksi Umur Harapan Hidup Saat Lahir

Samuel Fernando Manurung, Ahmad Andriansya, Jaka Permana, Risky Pangestu

Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 11 Mei 2022
Revisi Akhir: 14 Mei 2022
Diterbitkan Online: 15 Mei 2022

KATA KUNCI

Umur Harapan Hidup; Jaringan Saraf Tiruan;
Gender; Pengembangan Manusia; Pertumbuhan

KORESPONDENSI

Phone: -
E-mail: samuelmanurung200@gmail.com

A B S T R A K

Umur Harapan Hidup merupakan rata-rata jumlah tahun kehidupan yang masih dijalani oleh seseorang yang telah berhasil mencapai umur tertentu. Umur Harapan Hidup merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengestimasi Umur Harapan Hidup di Sumatera Utara, sehingga pemerintah Sumatera Utara memiliki tolak ukur dalam menentukan kebijakan untuk lebih meningkatkan derajat kesehatan dan kesehatan penduduk di negara nya masing-masing. Prediksi dalam tulisan ini akan menggunakan metode Jaringan Saraf Conjugate Gradient Fletcher-Reeves. Data yang digunakan pada tulisan ini adalah Data Umur Harapan Hidup Saat lahir di Sumatera Utara. Sumber data berasal dari Badan Pusat Statistik. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi pemerintah Sumatera Utara untuk lebih memperhatikan tingkat kesehatan dan kesejahteraan penduduknya, agar tingkat harapan hidup penduduk semakin tinggi. Penelitian ini menggunakan 5 model arsitektur. Dari ke 5 model ini, model arsitektur yang terbaik adalah 4-10-1 dengan nilai MSE sebesar 0.00026375.

PENDAHULUAN

Menurut Badan Statistik Indonesia, umur harapan hidup pada saat lahir (life expectancy at birth) ialah rata-rata tahun hidup yang akan dijalani oleh bayi yang baru lahir pada suatu tahun tertentu. Umur Harapan Hidup merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Umur Harapan Hidup yang rendah di suatu daerah harus diikuti dengan program pembangunan kesehatan dan program sosial lainnya [1]. Pengukuran pembangunan manusia menggunakan indikator yang sudah dikenalkan oleh United Nations Development Programme (UNDP) sejak tahun 1990 [2]. Umur harapan hidup penduduk Simalungun tahun 2011 menurut Badan Pusat Statistik sebesar 69,98. Sedangkan umur harapan hidup penduduk Pematang Siantar berdasarkan Survey Nasional terus mengalami peningkatan sejak tahun 2011 sebesar 71,51 hingga 2020 yang mencapai 73,55. Walaupun secara keseluruhan Umur Harapan Hidup Sumatera Utara mengalami peningkatan, namun terdapat 9 kabupaten yang memiliki Umur Harapan Hidup di bawah 65.

Karena begitu pentingnya Umur Harapan Hidup di negara Indonesia, maka perlu dilakukan prediksi terhadap Umur Harapan Hidup di Sumatera Utara untuk tahun-tahun selanjutnya, agar pemerintah Sumatera Utara memiliki referensi dan acuan yang jelas untuk menentukan kebijakan ataupun membuat langkah-langkah strategis yang tepat agar Umur Harapan Hidup di Sumatera Utara jangan sampai menurun di masa yang akan datang, bahkan mampu meningkat pada tiap tahunnya. Salah satu metode yang baik digunakan untuk melakukan estimasi adalah Conjugate Gradient Fletcher-Reeves. Metode ini merupakan salah satu metode dari Jaringan Saraf Tiruan. Ada Banyak cabang dibidang ilmu komputer yang mampu menyelesaikan masalah yang kompleks, hal ini terbukti dari banyaknya penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan, seperti bidang sistem pendukung keputusan [3]–[10], bidang data mining [11]–[18],

maupun penelitian dalam bidang jaringan saraf tiruan [11]–[20]. Pada studi ini, akan memanfaatkan jaringan syaraf tiruan (JST) untuk membuat model yang nantinya dapat digunakan untuk memprediksi Umur harapan Hidup Saat Lahir di Sumatera Utara [32].

Mengetahui kinerja suatu algoritma jaringan syaraf tiruan sangat penting untuk mempermudah dalam menentukan model prediksi yang akan digunakan dan menghasilkan data peramalan yang akurat. Beberapa penelitian telah dilakukan, seperti penelitian Wanto et al. (2017) menggunakan backpropagation dan algoritma Fletcher-Reeves untuk menyelesaikan masalah peramalan indeks harga konsumen. Pada penelitian ini algoritma backpropagation unggul dalam akurasi peramalan sebesar 75% berbanding 67%, namun algoritma Fletcher-Reeves jauh lebih baik dari segi performansi, MSE dan kecepatan [33]. Keshtegar dkk. (2019) menciptakan arsitektur nonlinier baru menggunakan gradien konjugasi Fletcher-Reeves yang dimodifikasi untuk memprediksi ledakan udara yang disebabkan oleh induksi ledakan [34]. Timbunan dkk. (2020) menggunakan algoritma Polak-Ribiere untuk meningkatkan kinerja algoritma backpropagation standar dalam menyelesaikan masalah populasi. Dalam penelitian ini, algoritma Fletcher-Reeves meminimalkan iterasi dan waktu penggunaan [35].

METODOLOGI

Jaringan Saraf Tiruan

Metode penelitian yang digunakan adalah Jaringan Saraf Tiruan dengan metode Machine Learning . Machine learning merupakan salah satu cabang dari artificial intelligence atau kecerdasan buatan yang membuat sistem bisa mengadaptasi kemampuan manusia untuk belajar, algoritma ini juga dilatih untuk membuat prediksi dalam pengembangan data melalui penggunaan statistic. Dalam aplikasi machine learning, algoritma atau urutan proses statistik dilatih untuk menemukan pola dan fitur tertentu dalam jumlah data yang besar. Hal ini bertujuan untuk membuat suatu keputusan maupun prediksi berdasarkan data-data tersebut. Semakin bagus algoritmanya, akurasi keputusan dan prediksi sistem akan semakin baik. Machine Learning bekerja berdasarkan analisis data yang disematkan di dalamnya. Pelatihan pengelolaan data input dan output inilah yang bisa membantunya memprediksi jawaban dan menemukan pola intrinsik dalam data masukan [36].

Sumber Penelitian

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah dataset Umur harapan hidup saat lahir dari tahun 2011-2020 .

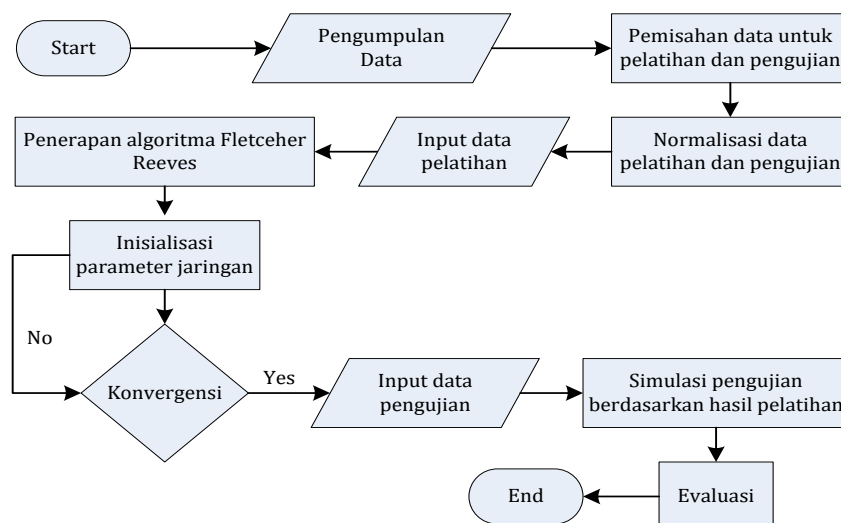
Tabel 1. Data Umur Harapan Hidup Saat Lahir di Sumatera Utara (BPS, 2021)

No	Kabupaten/Kota	Umur Harapan Hidup Saat Lahir									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Sumatera Utara	67.63	67.81	67.94	68.04	68.29	68.33	68.37	68.61	68.95	69.10
2	Nias	68.58	68.69	68.77	68.87	68.97	69.07	69.18	69.43	69.68	69.75
3	Mandailing Natal	60.77	60.95	61.08	61.18	61.58	61.77	61.97	62.24	62.51	62.60
4	Tapanuli Selatan	62.64	62.87	63.04	63.14	63.74	64.01	64.28	64.55	64.82	64.91
5	Tapanuli Tengah	66.45	66.46	66.47	66.49	66.59	66.62	66.66	66.82	67.08	67.15
6	Tapanuli Utara	66.91	67.05	67.15	67.25	67.55	67.71	67.86	68.11	68.46	68.63
7	Toba Samosir	68.72	68.86	68.94	69.04	69.14	69.25	69.36	69.59	69.93	70.08
8	Labuhan Batu	69.19	69.22	69.24	69.26	69.36	69.40	69.44	69.60	69.86	69.93
9	Asahan	66.98	67.10	67.17	67.27	67.37	67.47	67.57	67.79	68.11	68.26
10	Simalungun	69.98	70.08	70.14	70.24	70.34	70.43	70.53	70.75	71.07	71.22
11	Dairi	67.09	67.26	67.38	67.48	67.78	67.95	68.13	68.41	68.79	69.00
12	Karo	70.32	70.34	70.38	70.42	70.62	70.69	70.77	70.97	71.27	71.40
13	Deli Serdang	70.75	70.76	70.78	70.80	71.00	71.06	71.11	71.31	71.61	71.73
14	Langkat	67.00	67.14	67.23	67.33	67.63	67.79	67.94	68.22	68.59	68.80
15	Nias Selatan	66.91	67.01	67.06	67.16	67.66	67.83	68.00	68.24	68.58	68.74
16	Humbang Hasundutan	67.52	67.63	67.70	67.80	68.10	68.26	68.41	68.69	69.06	69.27
17	Pakpak Bharat	64.37	64.39	64.42	64.45	64.85	64.95	65.05	65.27	65.59	65.74
18	Samosir	69.36	69.48	69.56	69.66	70.26	70.47	70.68	70.87	71.16	71.27

No	Kabupaten/Kota	Umur Harapan Hidup Saat Lahir									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
19	Serdang Bedagai	66.84	67.03	67.17	67.27	67.47	67.63	67.79	68.08	68.46	68.68
20	Batu Bara	65.19	65.32	65.40	65.50	65.80	65.95	66.10	66.38	66.75	66.96
21	Padang Lawas Utara	66.33	66.36	66.38	66.40	66.50	66.54	66.58	66.77	67.06	67.17
22	Padang Lawas	65.89	65.93	65.97	66.01	66.31	66.40	66.50	66.69	66.98	67.09
23	Labuhanbatu Selatan	67.99	68.01	68.03	68.06	68.09	68.11	68.14	68.39	68.64	68.71
24	Labuanbatu Utara	68.27	68.36	68.40	68.50	68.70	68.80	68.91	69.09	69.37	69.46
25	Nias Utara	68.23	68.33	68.39	68.49	68.59	68.68	68.77	68.98	69.29	69.43
26	Nias Barat	67.31	67.44	67.54	67.64	67.94	68.10	68.28	68.50	68.82	68.96
27	Sibolga	67.00	67.17	67.30	67.40	67.70	67.87	68.05	68.36	68.77	69.01
28	Tanjungbalai	61.09	61.23	61.30	61.40	61.90	62.09	62.28	62.60	63.02	63.27
29	Pematangsiantar	71.51	71.57	71.59	71.69	72.29	72.46	72.63	72.93	73.33	73.55
30	Tebing Tinggi	69.87	69.92	69.94	70.04	70.14	70.21	70.28	70.47	70.76	70.87
31	Medan	72.03	72.08	72.13	72.18	72.28	72.34	72.40	72.64	72.98	73.14
32	Binjai	71.25	71.29	71.34	71.39	71.59	71.67	71.75	71.95	72.25	72.38
33	Padangsidempuan	68.13	68.18	68.22	68.27	68.32	68.37	68.41	68.73	69.15	69.41
34	Gunungsitoli	70.03	70.08	70.13	70.19	70.29	70.36	70.42	70.67	71.02	71.19

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia [37]

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan bahwa langkah pertama yang dilakukan dari tahapan penelitian adalah mengumpulkan dataset penelitian (Berdasarkan tabel 1). Langkah berikutnya memisahkan dataset penelitian menjadi 2 kelompok, yakni untuk data pelatihan dan pengujian. Data tahun 2011-2014 dengan target tahun 2015 berubah menjadi data pelatihan, dan untuk data tahun 2016-2019 dengan target tahun 2020 menjadi data pengujian. Setelah dibagi menjadi 2 kelompok data tersebut akan dinormalisasikan dengan menggunakan fungsi sigmoid. Tahapan berikutnya melakukan normalisasi data pelatihan dan pengujian dengan menggunakan rumus persamaan (1) [19], [20], [24], [27], [31], [38]–[40].

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

Dimana : X' adalah hasil data yang sudah dinormalisasi, 0.8 dan 0.1 merupakan nilai default dari rumus normalisasi, X merupakan data yang akan dinormalisasi, b adalah nilai terendah dari dataset dan a merupakan nilai tertinggi dari dataset. Selanjutnya data pelatihan yang sudah dinormalisasi dimasukkan kedalam aplikasi Matlab 2011b untuk di proses, dilanjutkan dengan membuat jaringan saraf multi layer (input data pelatihan). Selanjutnya penerapan algoritma Fletcher-Reeves. Pembuatan jaringan saraf multi layer ini menggunakan fungsi tansig dan logsig. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan inisialisasi parameter jaringan berdasarkan fungsi pelatihan yang digunakan (traincgf). Kemudian memasukkan perintah untuk dilakukan proses pelatihan dan melihat hasil saat performance ditemukan. Apabila hasil

pelatihan mencapai konvergensi, maka akan dilanjutkan memasukkan data pengujian yang sudah dinormalisasi. Tetapi jika hasil pelatihan belum mencapai konvergensi, maka kembali ke tahap inisialisasi parameter jaringan. Tahapan berikutnya dilanjutkan dengan simulasi data uji berdasarkan hasil pelatihan. Apabila semua sudah dilakukan, tahapan akhir adalah melakukan evaluasi untuk melihat model arsitektur terbaik berdasarkan Performance/MSE pengujian yang paling rendah (kecil).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Normalisasi

Data pada tabel 2 dibawah ini adalah hasil dari normalisasi data pelatihan pada tahun 2013-2014 dengan target tahun 2016, yang bersumber dari tabel 1. Data tersebut dinormalisasi menggunakan fungsi sigmoid.

Tabel 2. Hasil Normalisasi Data Pelatihan

No	2011	2012	2013	2014	2015 (Target)
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042
6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785
16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431
26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611

Tabel 3. Data hasil normalisasi dari data uji tahun 2017-2019 dengan target tahun 2020, yang bersumber dari tabel 1. Data ini di normalisasikan sama seperti data pada tabel 2.

NO	2016	2017	2018	2019	2020(Target)
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540
13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613
23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205
33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397

Pelatihan dan Pengujian

Pengolahan data dilakukan menggunakan tools matlab yang bertujuan untuk menentukan model arsitektur terbaik. Metode yang digunakan pada arsitektur adalah metode Fletcher-Reeves. Arsitektur yang digunakan yaitu sebanyak 5 model, yakni: 4-10-1, 4-15-1, 4-20-1, 4-25-1, 4-30-1. Untuk struktur data pertama pada model (3) disebut Input, data kedua disebut Hidden (10, 15,...) dan data ketiga disebut Output. Parameter yang digunakan dalam penerapan algoritma Fletcher-Reeves.

Pelatihan dan Pengujian Model 4-10-1

Hasil dari model arsitektur 4-10-1 dapat dilihat dengan hasil epoch sebesar 184 iterasi. Hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Hasil Data Pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch 184		
						Actual	Error	Perf
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222	0.6257	-0.0035	0.00007410
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694	0.6756	-0.0062	
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563	0.1569	-0.0006	
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063	0.3082	-0.0019	
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042	0.5086	-0.0044	
6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708	0.5686	0.0022	
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813	0.6893	-0.0080	
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965	0.6942	0.0023	
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583	0.5667	-0.0084	
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646	0.7751	-0.0105	
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868	0.5868	0.0000	
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840	0.7849	-0.0009	
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104	0.8125	-0.0021	
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764	0.5732	0.0032	
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785	0.5573	0.0212	
16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090	0.6010	0.0080	
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833	0.3799	0.0034	
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590	0.7340	0.0250	
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653	0.5755	-0.0102	
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493	0.4533	-0.0040	
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979	0.5046	-0.0067	
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847	0.4815	0.0032	
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083	0.6090	-0.0007	
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507	0.6448	0.0059	
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431	0.6464	-0.0033	
26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979	0.5936	0.0043	
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813	0.5823	-0.0010	
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785	0.1768	0.0017	
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000	0.8763	0.0237	
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507	0.7547	-0.0040	
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993	0.9088	-0.0095	
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514	0.8583	-0.0069	
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243	0.6265	-0.0022	
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611	0.7689	-0.0078	

Tabel 5. Hasil Data Pengujian

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y2)	Epoch		
						Actual	Error	Perf
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978	0.6094	-0.0116	0.000263751
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419	0.6651	-0.0232	
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564	0.1563	0.0001	
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132	0.3327	-0.0195	
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654	0.4775	-0.0121	
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659	0.5822	-0.0163	
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643	0.6815	-0.0172	
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542	0.6663	-0.0121	
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407	0.5534	-0.0127	
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418	0.7611	-0.0193	
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910	0.6091	-0.0181	
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540	0.7729	-0.0189	
13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764	0.7960	-0.0196	
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774	0.5932	-0.0158	
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733	0.5913	-0.0180	
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093	0.6265	-0.0172	
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696	0.3705	-0.0009	
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452	0.7695	-0.0243	
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693	0.5850	-0.0157	
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525	0.4587	-0.0062	
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667	0.4761	-0.0094	
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613	0.4737	-0.0124	
23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713	0.5884	-0.0171	
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222	0.6378	-0.0156	
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202	0.6336	-0.0134	
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883	0.6071	-0.0188	
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917	0.6096	-0.0179	
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019	0.1777	0.0242	
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000	0.9098	-0.0098	
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180	0.7348	-0.0168	
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722	0.8879	-0.0157	
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205	0.8408	-0.0203	
33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188	0.6292	-0.0104	
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397	0.7584	-0.0187	

Pelatihan dan Pengujian Model 4-15-1

Hasil dari model arsitektur 4-15-1 dapat dilihat dengan hasil epoch sebesar 565 iterasi. Hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Hasil Data Pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch 565		
						Actual	Error	Perf
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222	0.6241	-0.0019	
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694	0.6749	-0.0055	
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563	0.1576	-0.0013	
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063	0.3069	-0.0006	
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042	0.5092	-0.0050	

6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708	0.5697	0.0011	0.00005844
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813	0.6902	-0.0089	
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965	0.6980	-0.0015	
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583	0.5689	-0.0106	
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646	0.7731	-0.0085	
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868	0.5870	-0.0002	
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840	0.7800	0.0040	
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104	0.8100	0.0004	
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764	0.5744	0.0020	
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785	0.5602	0.0183	
16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090	0.6032	0.0058	
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833	0.3840	-0.0007	
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590	0.7376	0.0214	
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653	0.5734	-0.0081	
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493	0.4490	0.0003	
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979	0.5028	-0.0049	
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847	0.4789	0.0058	
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083	0.6104	-0.0021	
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507	0.6427	0.0080	
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431	0.6441	-0.0010	
26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979	0.5961	0.0018	
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813	0.5823	-0.0010	
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785	0.1765	0.0020	
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000	0.8801	0.0199	
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507	0.7548	-0.0041	
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993	0.9094	-0.0101	
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514	0.8598	-0.0084	
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243	0.6258	-0.0015	
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611	0.7659	-0.0048	

Tabel 7. Hasil Data Pengujian

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y2)	Epoch		
						Actual	Error	Perf
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978	0.6267	-0.0289	
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419	0.6649	-0.0230	
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564	0.1836	-0.0272	
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132	0.3530	-0.0398	
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654	0.4981	-0.0327	
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659	0.5950	-0.0291	
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643	0.6796	-0.0153	
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542	0.6659	-0.0117	
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407	0.5693	-0.0286	
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418	0.7597	-0.0179	
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910	0.6199	-0.0289	
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540	0.7695	-0.0155	

13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764	0.7877	-0.0113	
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774	0.6071	-0.0297	
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733	0.6015	-0.0282	
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093	0.6366	-0.0273	
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696	0.4119	-0.0423	0.00069740
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452	0.7701	-0.0249	
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693	0.5991	-0.0298	
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525	0.4880	-0.0355	
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667	0.5010	-0.0343	
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613	0.4929	-0.0316	
23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713	0.6061	-0.0348	
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222	0.6414	-0.0192	
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202	0.6408	-0.0206	
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883	0.6147	-0.0264	
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917	0.6222	-0.0305	
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019	0.2332	-0.0313	
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000	0.9039	-0.0039	
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180	0.7350	-0.0170	
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722	0.8822	-0.0100	
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205	0.8312	-0.0107	
33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188	0.6478	-0.0290	
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397	0.7561	-0.0164	

Pelatihan dan Pengujian Model 4-20-1

Hasil dari model arsitektur 4-20-1 dapat dilihat dengan hasil epoch sebesar 245 iterasi. Hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Hasil Data Pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch 245		
						Actual	Error	Perf
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222	0.6263	-0.0041	
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694	0.6755	-0.0061	
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563	0.1546	0.0017	
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063	0.3054	0.0009	
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042	0.5081	-0.0039	
6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708	0.5690	0.0018	
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813	0.6882	-0.0069	
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965	0.6936	0.0029	
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583	0.5672	-0.0089	
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646	0.7729	-0.0083	
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868	0.5872	-0.0004	
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840	0.7835	0.0005	
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104	0.8130	-0.0026	
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764	0.5736	0.0028	
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785	0.5577	0.0208	

16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090	0.6025	0.0065	0.00007033
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833	0.3844	-0.0011	
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590	0.7314	0.0276	
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653	0.5751	-0.0098	
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493	0.4493	0.0000	
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979	0.5035	-0.0056	
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847	0.4801	0.0046	
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083	0.6109	-0.0026	
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507	0.6461	0.0046	
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431	0.6475	-0.0044	
26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979	0.5950	0.0029	0.00007033
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813	0.5826	-0.0013	
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785	0.1804	-0.0019	
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000	0.8794	0.0206	
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507	0.7530	-0.0023	
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993	0.9087	-0.0094	
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514	0.8605	-0.0091	
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243	0.6282	-0.0039	
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611	0.7668	-0.0057	

Tabel 9. Hasil Data Pengujian

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch		
						Actual	Error	Perf
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978	0.6180	-0.0202	0.00031786
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419	0.6674	-0.0255	
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564	0.1661	-0.0097	
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132	0.3338	-0.0206	
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654	0.4813	-0.0159	
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659	0.5880	-0.0221	
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643	0.6830	-0.0187	
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542	0.6693	-0.0151	
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407	0.5594	-0.0187	
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418	0.7545	-0.0127	
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910	0.6146	-0.0236	0.00031786
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540	0.7661	-0.0121	
13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764	0.7887	-0.0123	
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774	0.5998	-0.0224	
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733	0.5962	-0.0229	
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093	0.6322	-0.0229	
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696	0.3803	-0.0107	
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452	0.7624	-0.0172	
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693	0.5916	-0.0223	
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525	0.4627	-0.0102	
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667	0.4811	-0.0144	0.00031786
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613	0.4761	-0.0148	

23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713	0.5964	-0.0251
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222	0.6419	-0.0197
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202	0.6390	-0.0188
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883	0.6112	-0.0229
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917	0.6159	-0.0242
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019	0.1968	0.0051
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000	0.9035	-0.0035
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180	0.7311	-0.0131
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722	0.8824	-0.0102
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205	0.8349	-0.0144
33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188	0.6390	-0.0202
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397	0.7518	-0.0121

Pelatihan dan Pengujian Model 4-25-1

Hasil dari model arsitektur 4-25-1 dapat dilihat dengan hasil epoch sebesar 463 iterasi. Hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada tabel 10 dan 11.

Tabel 10. Hasil Data Pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch 463		
						Actual	Error	Perf
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222	0.6214	0.0008	0.00005052
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694	0.6781	-0.0087	
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563	0.1575	-0.0012	
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063	0.3047	0.0016	
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042	0.5077	-0.0035	
6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708	0.5701	0.0007	
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813	0.6894	-0.0081	
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965	0.6958	0.0007	
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583	0.5712	-0.0129	
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646	0.7690	-0.0044	
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868	0.5857	0.0011	
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840	0.7798	0.0042	
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104	0.8084	0.0020	
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764	0.5753	0.0011	
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785	0.5637	0.0148	
16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090	0.6057	0.0033	
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833	0.3833	0.0000	
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590	0.7398	0.0192	
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653	0.5708	-0.0055	
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493	0.4503	-0.0010	
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979	0.5012	-0.0033	
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847	0.4799	0.0048	
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083	0.6055	0.0028	
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507	0.6455	0.0052	
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431	0.6468	-0.0037	

26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979	0.5975	0.0004
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813	0.5806	0.0007
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785	0.1793	-0.0008
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000	0.8807	0.0193
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507	0.7579	-0.0072
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993	0.9094	-0.0101
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514	0.8607	-0.0093
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243	0.6224	0.0019
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611	0.7654	-0.0043

Tabel 11. Hasil Data Pengujian

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch		
						Actual	Error	Perf
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978	0.6676	-0.0698	0.002795295
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419	0.7004	-0.0585	
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564	0.1643	-0.0079	
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132	0.3337	-0.0205	
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654	0.5004	-0.0350	
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659	0.6189	-0.0530	
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643	0.7332	-0.0689	
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542	0.7111	-0.0569	
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407	0.5868	-0.0461	
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418	0.8114	-0.0696	
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910	0.6515	-0.0605	
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540	0.8156	-0.0616	
13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764	0.8295	-0.0531	
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774	0.6346	-0.0572	
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733	0.6267	-0.0534	
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093	0.6754	-0.0661	
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696	0.3922	-0.0226	
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452	0.7952	-0.0500	
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693	0.6232	-0.0539	
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525	0.4764	-0.0239	
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667	0.5015	-0.0348	
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613	0.4919	-0.0306	
23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713	0.6293	-0.0580	
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222	0.6776	-0.0554	
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202	0.6820	-0.0618	
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883	0.6428	-0.0545	
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917	0.6550	-0.0633	
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019	0.1925	0.0094	
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000	0.9155	-0.0155	
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180	0.7881	-0.0701	
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722	0.9015	-0.0293	
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205	0.8548	-0.0343	

33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188	0.7006	-0.0818
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397	0.8214	-0.0817

Pelatihan dan Pengujian Model 4-30-1

Hasil dari model arsitektur 4-30-1 dapat dilihat dengan hasil epoch sebesar 725 iterasi. Hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada tabel 12 dan 13.

Tabel 12. Hasil Data Pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch 725		
						Actual	Error	Perf
1	0.5764	0.5889	0.5979	0.6049	0.6222	0.6205	0.0017	0.00003788
2	0.6424	0.6500	0.6556	0.6625	0.6694	0.6727	-0.0033	
3	0.1000	0.1125	0.1215	0.1285	0.1563	0.1567	-0.0004	
4	0.2299	0.2458	0.2576	0.2646	0.3063	0.3072	-0.0009	
5	0.4944	0.4951	0.4958	0.4972	0.5042	0.5058	-0.0016	
6	0.5264	0.5361	0.5431	0.5500	0.5708	0.5693	0.0015	
7	0.6521	0.6618	0.6674	0.6743	0.6813	0.6881	-0.0068	
8	0.6847	0.6868	0.6882	0.6896	0.6965	0.6969	-0.0004	
9	0.5313	0.5396	0.5444	0.5514	0.5583	0.5715	-0.0132	
10	0.7396	0.7465	0.7507	0.7576	0.7646	0.7697	-0.0051	
11	0.5389	0.5507	0.5590	0.5660	0.5868	0.5859	0.0009	
12	0.7632	0.7646	0.7674	0.7701	0.7840	0.7754	0.0086	
13	0.7931	0.7938	0.7951	0.7965	0.8104	0.8074	0.0030	
14	0.5326	0.5424	0.5486	0.5556	0.5764	0.5755	0.0009	
15	0.5264	0.5333	0.5368	0.5438	0.5785	0.5637	0.0148	
16	0.5687	0.5764	0.5813	0.5882	0.6090	0.6084	0.0006	
17	0.3500	0.3514	0.3535	0.3556	0.3833	0.3828	0.0005	
18	0.6965	0.7049	0.7104	0.7174	0.7590	0.7443	0.0147	
19	0.5215	0.5347	0.5444	0.5514	0.5653	0.5698	-0.0045	
20	0.4069	0.4160	0.4215	0.4285	0.4493	0.4497	-0.0004	
21	0.4861	0.4882	0.4896	0.4910	0.4979	0.5004	-0.0025	
22	0.4556	0.4583	0.4611	0.4639	0.4847	0.4819	0.0028	
23	0.6014	0.6028	0.6042	0.6063	0.6083	0.6103	-0.0020	
24	0.6208	0.6271	0.6299	0.6368	0.6507	0.6446	0.0061	
25	0.6181	0.6250	0.6292	0.6361	0.6431	0.6445	-0.0014	
26	0.5542	0.5632	0.5701	0.5771	0.5979	0.5984	-0.0005	
27	0.5326	0.5444	0.5535	0.5604	0.5813	0.5799	0.0014	
28	0.1222	0.1319	0.1368	0.1438	0.1785	0.1781	0.0004	
29	0.8458	0.8500	0.8514	0.8583	0.9000	0.8871	0.0129	
30	0.7319	0.7354	0.7368	0.7438	0.7507	0.7609	-0.0102	
31	0.8819	0.8854	0.8889	0.8924	0.8993	0.9032	-0.0039	
32	0.8278	0.8306	0.8340	0.8375	0.8514	0.8628	-0.0114	
33	0.6111	0.6146	0.6174	0.6208	0.6243	0.6237	0.0006	
34	0.7431	0.7465	0.7500	0.7542	0.7611	0.7634	-0.0023	

Tabel 13. Hasil Data Pengujian

C	X1	X2	X3	X4	Target(Y1)	Epoch		
						Actual	Error	Perf
1	0.5455	0.5482	0.5645	0.5876	0.5978	0.6574	-0.0596	0.00195436
2	0.5958	0.6032	0.6202	0.6372	0.6419	0.6785	-0.0366	
3	0.1000	0.1136	0.1319	0.1503	0.1564	0.1717	-0.0153	
4	0.2521	0.2705	0.2888	0.3071	0.3132	0.3264	-0.0132	
5	0.4294	0.4321	0.4430	0.4606	0.4654	0.5014	-0.0360	
6	0.5034	0.5136	0.5306	0.5543	0.5659	0.6180	-0.0521	
7	0.6080	0.6154	0.6311	0.6542	0.6643	0.7079	-0.0436	
8	0.6182	0.6209	0.6317	0.6494	0.6542	0.6900	-0.0358	
9	0.4871	0.4939	0.5088	0.5306	0.5407	0.5884	-0.0477	
10	0.6881	0.6949	0.7098	0.7316	0.7418	0.7977	-0.0559	
11	0.5197	0.5319	0.5509	0.5767	0.5910	0.6473	-0.0563	
12	0.7058	0.7112	0.7248	0.7452	0.7540	0.8026	-0.0486	
13	0.7309	0.7343	0.7479	0.7683	0.7764	0.8144	-0.0380	
14	0.5088	0.5190	0.5380	0.5632	0.5774	0.6318	-0.0544	
15	0.5115	0.5231	0.5394	0.5625	0.5733	0.6253	-0.0520	
16	0.5407	0.5509	0.5699	0.5951	0.6093	0.6659	-0.0566	
17	0.3160	0.3228	0.3377	0.3594	0.3696	0.3735	-0.0039	
18	0.6908	0.7051	0.7180	0.7377	0.7452	0.7926	-0.0474	
19	0.4980	0.5088	0.5285	0.5543	0.5693	0.6223	-0.0530	
20	0.3839	0.3941	0.4131	0.4382	0.4525	0.4639	-0.0114	
21	0.4239	0.4267	0.4396	0.4593	0.4667	0.5010	-0.0343	
22	0.4144	0.4212	0.4341	0.4538	0.4613	0.4907	-0.0294	
23	0.5306	0.5326	0.5496	0.5666	0.5713	0.6207	-0.0494	
24	0.5774	0.5849	0.5971	0.6161	0.6222	0.6668	-0.0446	
25	0.5693	0.5754	0.5896	0.6107	0.6202	0.6698	-0.0496	
26	0.5299	0.5421	0.5570	0.5788	0.5883	0.6398	-0.0515	
27	0.5143	0.5265	0.5475	0.5754	0.5917	0.6506	-0.0589	
28	0.1217	0.1346	0.1564	0.1849	0.2019	0.2065	-0.0046	
29	0.8260	0.8375	0.8579	0.8851	0.9000	0.9106	-0.0106	
30	0.6732	0.6779	0.6908	0.7105	0.7180	0.7717	-0.0537	
31	0.8178	0.8219	0.8382	0.8613	0.8722	0.8990	-0.0268	
32	0.7723	0.7778	0.7913	0.8117	0.8205	0.8466	-0.0261	
33	0.5482	0.5509	0.5727	0.6012	0.6188	0.6836	-0.0648	
34	0.6834	0.6874	0.7044	0.7282	0.7397	0.8017	-0.0620	

Penentuan Model Arsitektur Terbaik

Setelah selesai dilakukan pelatihan dan pengujian data terhadap model 4-10-1, 4-15-1, 4-20-1, 4-25-1 dan 4-30-1 menggunakan tools Matlab dan Microsoft Excel, maka diperoleh lah hasil dari arsitektur model terbaik yaitu model 4-10-1. Model 4-10-1 menjadi model dengan akurasi tertinggi karena memiliki nilai MSE/Performance yang paling rendah yakni sebesar 0.00026375.

Tabel 13. Perbandingan Seluruh Model Arsitektur

Algoritma	Arsitektur	Fungsi Training	Epoch (Iterasi)	MSE Training	MSE Testing/Performance
Fletcher-Reeves	4-10-1	traincgf	184	0.00007410	0.00026375
	4-15-1	traincgf	565	0.00005844	0.00069740
	4-20-1	traincgf	245	0.00007033	0.00031786
	4-25-1	traincgf	463	0.00005052	0.00279529
	4-30-1	traincgf	725	0.00003788	0.00195436

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan adanya metode Jaringan Saraf Tiruan tersebut memudahkan untuk melakukan penelitian ini, dimana metode machine learning tersebut dapat membantu untuk mencari nilai performance dan juga penentuan nilai terbaik dari sample data yang akan diteliti. Aplikasi yang ikut serta dalam penelitian ini adalah aplikasi Matlab, karena untuk matlab itu sendiri mempunyai fitur untuk memperhitungkan performance dan untuk mencari nilai terbaik yaitu dengan bantuan algoritma Fletcher-Reeves. Dan setelah melakukan pengujian dengan menggunakan 5 sampel diantaranya, 4-10-1, 4-15-1, 4-20-1, 4-25-1, 4-30-1. Dari kelima pengujian tersebut tentu saja mendapatkan hasil terbaik yaitu terdapat pada data 4-30-1 yang dimana nilai MSE/Performance nya adalah 0,00026375. Alhasil penelitian ini sudah mendapatkan akurasi yang tertinggi dan memiliki nilai performance terendah dengan menggunakan bantuan tools Matlab.

Saran

Untuk pemodelan Umur Harapan Hidup jika data tersedia lebih baik jika menggunakan variabel prediktor dari beberapa aspek yang diduga mempengaruhi Umur Harapan Hidup, misalnya aspek ekonomi, pendidikan, sosial budaya maupun kesehatan.

Analisis mengenai prediksi penentuan menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST) ini hanya memprediksi berdasarkan nilai sebagai faktor uji. Dari hal tersebut untuk penelitian dan pengujian yang akan datang agar hasil yang didapat jauh lebih baik maka perlu diperhatikan:

1. Data yang digunakan sebagai data set untuk masukan sistem, di ambil dari beberapa titik atau beberapa kota pengamatan terutama di kota yang mempunyai struktur atau susunan tanah yang hampir sama dengan kota yang diteliti.
2. Perlu pengambilan data uji dalam jumlah yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. S. dan I. N. Budiantara, "Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline," 2013. .
- [2] G. dari beberapa Refrensi, "Konsep Indeks Pembangunan Manusia," 2011, 2022. .
- [3] P. P. P. A. N. . F. I. R.H Zer, Masitha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the ELECTRE Method on the Selection of Student Creativity Program Proposals," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [4] A. P. W. Budiharjo and A. Muhammad, "Comparison of Weighted Sum Model and Multi Attribute Decision Making Weighted Product Methods in Selecting the Best Elementary School in Indonesia," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 11, no. 4, pp. 69–90, 2017.
- [5] D. R. Sari, N. Rofiqo, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Factors Causing Lazy Students to Study Using the ELECTRE II Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [6] K. Fatmawati et al., "Analysis of Promethee II Method in the Selection of the Best Formula for Infants Under Three Years," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, Aug. 2019.
- [7] P. Alkhairi, L. P. Purba, A. Eryzha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "The Analysis of the ELECTREE II Algorithm in Determining the Doubts of the Community Doing Business Online," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [8] S. Sundari, Karmila, M. N. Fadli, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Decision Support System on Selection of Lecturer Research Grant Proposals using Preferences Selection Index," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.

- [9] S. R. Ningsih, R. Wulansari, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of PROMETHEE II Method on Selection of Lecturer Community Service Grant Proposals," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [10] T. Imandasari, M. G. Sadewo, A. P. Windarto, A. Wanto, H. O. Lingga Wijaya, and R. Kurniawan, "Analysis of the Selection Factor of Online Transportation in the VIKOR Method in Pematangsiantar City," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [11] R. Rahim *et al.*, "C4.5 Classification Data Mining for Inventory Control," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 7, pp. 68–72, 2018.
- [12] I. Parlina *et al.*, "Naive Bayes Algorithm Analysis to Determine the Percentage Level of visitors the Most Dominant Zoo Visit by Age Category," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [13] I. S. Damanik, A. P. Windarto, A. Wanto, Poningsih, S. R. Andani, and W. Saputra, "Decision Tree Optimization in C4.5 Algorithm Using Genetic Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [14] H. Siahaan, H. Mawengkang, S. Efendi, A. Wanto, and A. Perdana Windarto, "Application of Classification Method C4.5 on Selection of Exemplary Teachers," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1235, no. 1, pp. 1–7.
- [15] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, "The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [16] M. Widyastuti, A. G. Fepdiani Simanjuntak, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Classification Model C.45 on Determining the Quality of Customer Service in Bank BTN Pematangsiantar Branch," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012002, pp. 1–6, 2019.
- [17] W. Katrina, H. J. Damanik, F. Parhusip, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "C.45 Classification Rules Model for Determining Students Level of Understanding of the Subject," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [18] S. Sudirman, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Data Mining Tools | RapidMiner : K-Means Method on Clustering of Rice Crops by Province as Efforts to Stabilize Food Crops In Indonesia," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 420, no. 012089, pp. 1–8, 2018.
- [19] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [20] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [21] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, "Resilient method in determining the best architectural model for predicting open unemployment in Indonesia," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 725, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [22] A. Wanto and J. T. Hardinata, "Estimations of Indonesian poor people as poverty reduction efforts facing industrial revolution 4.0," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 725, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [23] A. Wanto *et al.*, "Model of Artificial Neural Networks in Predictions of Corn Productivity in an Effort to Overcome Imports in Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [24] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [25] I. S. Purba *et al.*, "Accuracy Level of Backpropagation Algorithm to Predict Livestock Population of Simalungun Regency in Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [26] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [27] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [28] S. Setti, A. Wanto, M. Syafiq, A. Andriano, and B. K. Sihotang, "Analysis of Backpropagation Algorithms in Predicting World Internet Users," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [29] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [30] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [31] 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. 1, pp. 1–6, 2019.
- [32] H. Maryani and L. Kristiana, "Pemodelan Angka Harapan Hidup (Ahh) Laki-Laki Dan Perempuan Di Indonesia Tahun 2016," *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, vol. 21, no. 2, pp. 71–81, 2018.
- [33] 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.
- [34] B. Keshtegar, M. Hasanipanah, I. Bakhshayeshi, and M. Esfandi Sarafraz, "A novel nonlinear modeling for the

- prediction of blast-induced airblast using a modified conjugate FR method,” *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 131, pp. 35–41, 2019.
- [35] M. H. Tinambunan, E. B. Nababan, and B. B. Nasution, “Conjugate Gradient Polak Ribiere in Improving Performance in Predicting Population Backpropagation,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 835, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [36] N. Rahmalia, “Kenalan dengan Machine Learning, Sebuah Cabang Ilmu Kecerdasan Buatan,” *16 Feb 2021*, 2021. .
- [37] BPS, “Angka Harapan Hidup (Tahun), 2019-2021,” *2019-2021*, 2022. .
- [38] 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.
- [39] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, “Implementation of Resilient Methods to Predict Open Unemployment in Indonesia According to Higher Education Completed,” *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, 2019.
- [40] N. L. W. S. R. Ginantra *et al.*, “Performance One-step secant Training Method for Forecasting Cases,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, pp. 1–8, 2021.