

IMPLEMENTASI JARINGAN SARAF TIRUAN METODE BACKPROPAGATION UNTUK PREDIKSI JUMLAH PENERIMA BANTUAN SOSIAL PANGAN DI SUMATERA UTARA

Elia Malau¹, Solikhun²

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

^{1,2}Jln. Jenderal Sudirman Blok A No. 1,2,3 Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia
eliamalau02@gmail.com, solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Article Info

Article history:

Received 1 Agustus 2023
Revised 21 Agustus 2023
Accepted 22 Agustus 2023

Kata Kunci:

Jaringan Saraf Tiruan
Backpropagation
Penerima Bantuan Sosial Pangan
Prediksi

Keywords:

Artificial Neural Networks
Backpropagation
Food Social Assistance Recipients
Predictions

ABSTRAK

Bantuan Sosial Pangan (BSP) adalah sebuah Program pemerintah yang diadakan oleh kementerian sosial. bantuan sosial pangan ini disalurkan dalam bentuk non tunai dari yang diberikan kepada Keluarga Penerima Manfaat (KPM) setiap bulannya melalui mekanisme akun elektronik yang digunakan hanya untuk membeli bahan pangan di pedagang bahan pangan/e-warung yang bekerjasama dengan bank. prediksi terhadap jumlah penerima bantuan sosial pangan pada setiap kepala keluarga yang kurang mampu sangatlah penting untuk mengetahui sebanyak apa pemerintah harus menyalurkan bantuan sosial pangan tersebut kepada rakyat yang membutuhkan di kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara. Data penerima bantuan sosial pangan sangat penting untuk memastikan penerima bantuan sudah tepat sasaran. Dalam pendataan penerima bantuan pangan, Dinas Sosial mengalami beberapa kesulitan, diantaranya dalam penyesuaian penerima bantuan dengan data penerima. Data yang sudah disediakan belum memenuhi target penerima dengan jumlah penerima bantuan yang selalu berbeda setiap bulannya dari pemerintah. Berdasarkan masalah tersebut, perlu dibuat sistem untuk memprediksi jumlah penerima bantuan sosial pangan dari pemerintah, sehingga pendataan yang dilakukan oleh Dinas Sosial untuk calon penerima bantuan dapat disesuaikan. Proses dalam memprediksi jumlah penerima bantuan sosial pangan dapat dilakukan dengan sistem terkomputerisasi, salah satu proses yang dapat dilakukan adalah penerapan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan pemanfaatan metode Backpropagation. Sistem dirancang dengan aplikasi pemrograman MATLAB R2011b, setelah melakukan proses latih data dan uji data pada data tahun 2018 sampai dengan 2022, didapatkan hasil pada tahun 2023 jumlah penerima bantuan sosial pangan sebanyak 306.494 Kepala Keluarga yang berada di Provinsi Sumatera Utara.

ABSTRACT

Food Social Assistance (FSA) is a government program held by the Ministry of Social Affairs. This food social assistance is distributed in non-cash form from what is given to Beneficiary Families (BF) every month through an electronic account mechanism that is used only to buy food at food vendors/e-warungs that work with banks. prediction of the number of recipients of food social assistance for each underprivileged family head is very important to find out how much the government has to distribute the food social assistance to people in need in the districts/cities of North Sumatra Province. Data on recipients of food social assistance is very important to ensure that beneficiaries are on target. In collecting data on recipients of food assistance, the Social Service experienced several difficulties, including adjusting recipient data with beneficiary data. The data that has been provided has not met the target recipients with the number of beneficiaries always different every month from the government. Based on these problems, it is necessary to create a system to predict the number of recipients of food social assistance from the government, so that the data collection conducted by the Social Service for potential recipients of basic food assistance can be adjusted. The process of predicting the number of beneficiaries of food social assistance can be done with a computerized system, one of the processes that can be done is the application of an Artificial Neural Network (ANN) using the Backpropagation method. The system was designed with the MATLAB R2011b programming application, after carrying out the data training

process and data testing on data from 2018 to 2022, the results obtained in 2023 were that the number of recipients of food social assistance was 306,494 heads of households in North Sumatra Province.

This is an open access article under the CC BY-NC license.



Corresponding Author:

Name Koresponden Author,
Departemen/Fakultas/Program Studi, Afiliasi,
Alamat (Jalan dan Nomor), Kota, Provinsi, Kode Pos, Negara.
Email: stcul@cvf.edu.tw

1. PENDAHULUAN

Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Network) digunakan untuk analisis statistik dan pemodelan data, dimana peran mereka dianggap sebagai alternatif untuk regresi atau kluster nonlinier standar teknik analisis. Dengan demikian, biasanya digunakan dalam masalah yang mungkin ditulis dalam hal Klasifikasi, atau peramalan.

Dalam rangka mewujudkan penguatan perlindungan sosial, dibuatlah program bantuan sosial pangan dengan prinsip manfaat utama agar meningkatnya ketahanan pangan di tingkat KPM sekaligus sebagai mekanisme perlindungan sosial dan penanggulangan kemiskinan; Meningkatnya efesiensi penyaluran bantuan sosial; meningkatnya akses masyarakat terhadap layanan keuangan dan perbankan; meningkatnya transaksi non tunai dalam agenda Gerakan Nasional NonTunai (GNNT); Meningkatnya pertumbuhan ekonomi di daerah, terutama usaha mikro dan kecil di bidang perdagangan; dan dalam jangka panjang mencegah terjadinya stunting dengan pemenuhan gizi.

Adapun Bantuan Sosial Pangan (BSP) digunakan untuk pemenuhan sumber karbohidrat, seperti beras atau bahan pangan lokal seperti; jagung pipilan dan sagu. Selain itu, sumber protein hewani telur, daging sapi, ayam, ikan dan sumber protein nabati, kacang-kacangan termasuk tempe dan tahu. Penyaluran Program Bantuan Sosial Pangan (BSP) dijadikan upaya pemerintah untuk melawan stunting. Program ini memiliki harapan besar mampu menyediakan asupan gizi dan nutrisi kepada keluarga kurang mampu yang disebut Keluarga Penerima Manfaat (KPM). Dengan pemberian bantuan pangan ini Keluarga Penerima Manfaat menyediakan asupan gizi kepada anak-anaknya dengan baik. dengan pemenuhan gizi spesifik dapat mencegah dan penanganan stunting.

Proses dalam memprediksi jumlah penerima bantuan sosial pangan dapat dilakukan dengan sistem terkomputerisasi, proses yang dapat dilakukan adalah penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan pemanfaatan metode Backpropagation. Backpropagation merupakan algoritma untuk melakukan proses pembelajaran terarah pada jaringan saraf tiruan untuk mencari beban pada setiap neuron yang menghasilkan nilai kesalahan seminimal mungkin melalui data yang diberikan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dibangun sistem untuk memprediksi jumlah penerima bantuan sosial pangan dengan pemanfaatan proses Jaringan Saraf Tiruan serta penerapan metode Backpropagation didalamnya. Dengan sistem tersebut diharapkan dapat mempermudah dan membantu Dinas Sosial di Provinsi Sumatera utara dalam pendataan jumlah penerima bantuan sembako setiap bulannya, sehingga pendataan dapat disesuaikan dengan hasil prediksi yang dilakukan.

Penelitian ini diperkuat dengan beberapa penelitian terdahulu berkaitan dengan judul. Penelitian yang dilakukan oleh (Purba et al., 2019) dengan judul "Implementasi Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada AMIK-STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar", hasil dari penelitian bahwa berdasarkan hasil yang diperoleh, algoritma Backpropagation cukup efektif dalam memprediksi jumlah mahasiswa baru dengan data record yang ada dan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan penulis.

Untuk memperoleh hasil yang diinginkan, data yang ada akan diuji menggunakan software MATLAB R2011b dengan serangkaian model arsitektur yang sudah ditentukan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data jumlah penerima bantuan sosial pangan dari tahun 2018-2022 menurut Kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

2.2 Algoritma Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang diinginkan. Backpropagation juga merupakan sebuah metode sistematis untuk pelatihan multilayer JST. Backpropagation dikatakan sebagai algoritma pelatihan multilayer karena Backpropagation memiliki tiga layer dalam proses pelatihannya, yaitu input layer, hidden layer dan output layer, dimana backpropagation ini merupakan perkembangan dari *single layer network* (Jaringan Layer Tunggal) yang memiliki dua layer, yaitu input layer dan output layer.

2.3 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013 : 8).

2.4 Matlab

MATLAB merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan oleh para engineers untuk desain, optimasi, visualisasi data, dan untuk mensimulasikan dan mengontrol perangkat keras. MATLAB adalah platform pemrograman yang menggunakan bahasa berbasis matriks sehingga umumnya digunakan untuk menganalisis data, membuat algoritma, serta menciptakan pemodelan dan aplikasi.

3. HASIL AND PEMBAHASAN

3.1 Data Yang Digunakan

Data yang digunakan adalah data jumlah penerima bantuan sosial pangan dari tahun 2018-2022. Data training menggunakan data tahun 2018-2020 dan 2021 sebagai target. Sedangkan data testing menggunakan data tahun 2019-2021 dan 2022 sebagai target.

Tabel 1. Data Jumlah Penerima bantuan sosial pangan (2018-2022)

Kabupaten/Kota	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Nias	95570	8541	17384	13962	86862
Mandailing Natal	268700	21546	25745	27257	102181
Tapanuli Selatan	170750	16546	17957	18175	107299
Tapanuli Tengah	233670	19862	26696	32322	189131
Tapanuli Utara	159380	14218	20547	23783	159410
Toba Samosir	83350	8099	11939	15152	90144
Labuhan Batu	188170	18787	21456	24863	157992
Asahan	38522	38754	38509	39204	230176
Simalungun	475300	46750	44023	55304	212965
Dairi	165250	16153	17234	19634	125512
Karo	190420	13997	18426	19870	75705
Deli Serdang	596660	64123	67505	56092	306494
Langkat	738440	66257	75874	77946	271188
Nias Selatan	289540	20914	24988	21269	141292
Humbang Hasundutan	112730	10770	14359	19791	110126
Pakpak Bharat	30100	2938	3137	4013	12480
Samosir	77000	7566	7944	12580	76867
Serdang Bedagai	285430	28288	33074	36192	256512
Batu Bara	248510	28717	35845	39369	246179
Padang Lawas Utara	109930	9954	10243	10487	49007

Padang Lawas	112100	10556	13301	12420	76571
Labuhan Batu Selatan	120480	9738	10423	10973	40016
Labuhan Batu Utara	182790	17736	20804	16567	126001
Nias Utara	181250	15388	18259	15977	93720
Nias Barat	95060	8871	11525	10498	68765
Kota Sibolga	49510	5362	4750	5619	33951
Kota Tanjung Balai	106700	15228	16451	15255	102400
Kota Pematang Siantar	129200	13330	15236	14536	90166
Kota Tebing Tinggi	81790	8395	10244	10548	68059
Kota Medan	51290	70678	79742	76401	259011
Kota Binjai	99860	10417	14452	11573	76342
Kota Padangsidimpuan	84780	8363	8369	9594	57641
Kota Gunungsitoli	138650	13828	12901	12608	73109

3.2 Normalisasi Data

Normalisasi terhadap data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan.

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

Keterangan : x' : data yang telah ditransformasi

x : data yang akan dinormalisasi

a : data minimum

b : data maksimum

Tabel 2. Data Pelatihan Awal (2018-2020/ 2021)

Kabupaten/Kota	Tahun			
	2018	2019	2020	2021
Nias	95.570	8.541	17.384	13.962
Mandailing Natal	268.700	21.546	25.745	27.257
Tapanuli Selatan	170.750	16.546	17.957	18.175
Tapanuli Tengah	233.670	19.862	26.696	32.322
Tapanuli Utara	159.380	14.218	20.547	23.783
Toba Samosir	83.350	8.099	11.939	15.152
Labuhan Batu	188.170	18.787	21.456	24.863
Asahan	38.522	38.754	38.509	39.204
Simalungun	475.300	46.750	44.023	55.304
Dairi	165.250	16.153	17.234	19.634
Karo	190.420	13.997	18.426	19.870
Deli Serdang	596.660	64.123	67.505	56.092
Langkat	738.440	66.257	75.874	77.946
Nias Selatan	289.540	20.914	24.988	21.269
Humbang Hasundutan	112.730	10.770	14.359	19.791
Pakpak Bharat	30.100	2.938	3.137	4.013
Samosir	77.000	7.566	7.944	12.580
Serdang Bedagai	285.430	28.288	33.074	36.192

Batu Bara	248.510	28.717	35.845	39.369
Padang Lawas Utara	109.930	9.954	10.243	10.487
Padang Lawas	112.100	10.556	13.301	12.420
Labuhan Batu Selatan	120.480	9.738	10.423	10.973
Labuhan Batu Utara	182.790	17.736	20.804	16.567
Nias Utara	181.250	15.388	18.259	15.977
Nias Barat	95.060	8.871	11.525	10.498
Kota Sibolga	49.510	5.362	4.750	5.619
Kota Tanjung Balai	106.700	15.228	16.451	15.255
Kota Pematang Siantar	129.200	13.330	15.236	14.536
Kota Tebing Tinggi	81.790	8.395	10.244	10.548
Kota Medan	51.290	70.678	79.742	76.401
Kota Binjai	99.860	10.417	14.452	11.573
Kota Padangsidimpuan	84.780	8.363	8.369	9.594
Kota Gunungsitoli	138.650	13.828	12.901	12.608

Tabel 3. Data Pelatihan Setelah Normalisasi (2018-2020/2021)

Tahun			
2018	2019	2020	Target
0,2008	0,1061	0,1157	0,1120
0,3891	0,1202	0,1248	0,1265
0,2825	0,1148	0,1163	0,1166
0,3510	0,1184	0,1258	0,1320
0,2702	0,1123	0,1192	0,1227
0,1875	0,1056	0,1098	0,1133
0,3015	0,1172	0,1201	0,1238
0,1387	0,1390	0,1387	0,1394
0,6138	0,1477	0,1447	0,1570
0,2765	0,1144	0,1155	0,1182
0,3039	0,1120	0,1168	0,1184
0,7458	0,1666	0,1702	0,1578
0,9000	0,1689	0,1793	0,1816
0,4117	0,1196	0,1240	0,1199
0,2194	0,1085	0,1124	0,1183
0,1295	0,1000	0,1002	0,1012
0,1806	0,1050	0,1054	0,1105
0,4073	0,1276	0,1328	0,1362
0,3671	0,1280	0,1358	0,1396
0,2164	0,1076	0,1079	0,1082
0,2187	0,1083	0,1113	0,1103
0,2278	0,1074	0,1081	0,1087
0,2956	0,1161	0,1194	0,1148
0,2939	0,1135	0,1167	0,1142

0,2002	0,1065	0,1093	0,1082
0,1507	0,1026	0,1020	0,1029
0,2129	0,1134	0,1147	0,1134
0,2373	0,1113	0,1134	0,1126
0,1858	0,1059	0,1079	0,1083
0,1526	0,1737	0,1835	0,1799
0,2054	0,1081	0,1125	0,1094
0,1890	0,1059	0,1059	0,1072
0,2476	0,1118	0,1108	0,1105

Tabel 4. Data Pelatihan Awal (2019-2021/2022)

Kabupaten/Kota	Tahun			
	2019	2020	2021	2022
Nias	8.541	17.384	13.962	86.862
Mandailing Natal	21.546	25.745	27.257	102.181
Tapanuli Selatan	16.546	17.957	18.175	107.299
Tapanuli Tengah	19.862	26.696	32.322	189.131
Tapanuli Utara	14.218	20.547	23.783	159.410
Toba Samosir	8.099	11.939	15.152	90.144
Labuhan Batu	18.787	21.456	24.863	157.992
Asahan	38.754	38.509	39.204	230.176
Simalungun	46.750	44.023	55.304	212.965
Dairi	16.153	17.234	19.634	125.512
Karo	13.997	18.426	19.870	75.705
Deli Serdang	64.123	67.505	56.092	306.494
Langkat	66.257	75.874	77.946	271.188
Nias Selatan	20.914	24.988	21.269	141.292
Humbang Hasundutan	10.770	14.359	19.791	110.126
Pakpak Bharat	2.938	3.137	4.013	12.480
Samosir	7.566	7.944	12.580	76.867
Serdang Bedagai	28.288	33.074	36.192	256.512
Batu Bara	28.717	35.845	39.369	246.179
Padang Lawas Utara	9.954	10.243	10.487	49.007
Padang Lawas	10.556	13.301	12.420	76.571
Labuhan Batu Selatan	9.738	10.423	10.973	40.016
Labuhan Batu Utara	17.736	20.804	16.567	126.001
Nias Utara	15.388	18.259	15.977	93.720
Nias Barat	8.871	11.525	10.498	68.765
Kota Sibolga	5.362	4.750	5.619	33.951
Kota Tanjung Balai	15.228	16.451	15.255	102.400
Kota Pematang Siantar	13.330	15.236	14.536	90.166
Kota Tebing Tinggi	8.395	10.244	10.548	68.059
Kota Medan	70.678	79.742	76.401	259.011

Kota Binjai	10.417	14.452	11.573	76.342
Kota Padangsidempuan	8.363	8.369	9.594	57.641
Kota Gunungsitoli	13.828	12.901	12.608	73.109

Tabel 5. Data Pelatihan Setelah Normalisasi (2019-2021/2022)

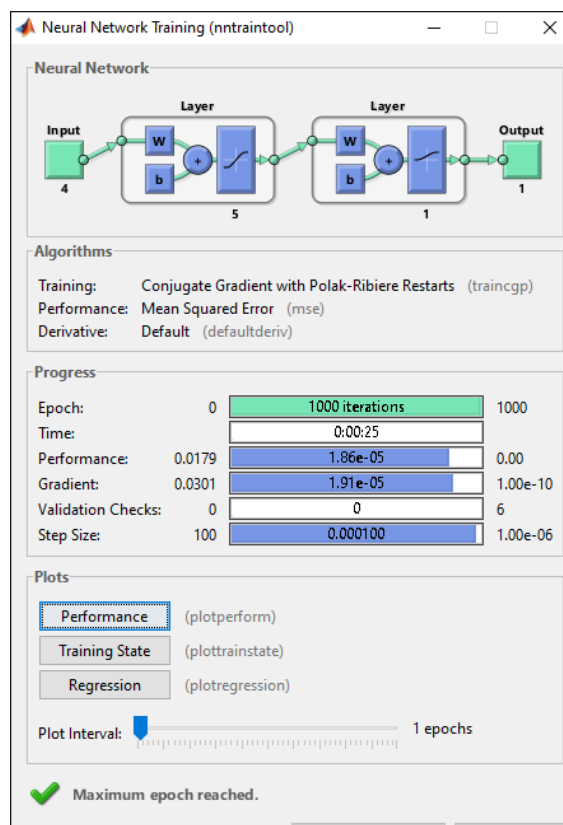
Tahun			
2019	2020	2021	2022
0,1148	0,1381	0,1291	0,3212
0,1490	0,1601	0,1641	0,3615
0,1359	0,1396	0,1402	0,3750
0,1446	0,1626	0,1774	0,5907
0,1297	0,1464	0,1549	0,5124
0,1136	0,1237	0,1322	0,3298
0,1418	0,1488	0,1578	0,5086
0,1944	0,1937	0,1956	0,6989
0,2155	0,2083	0,2380	0,6535
0,1348	0,1377	0,1440	0,4230
0,1291	0,1408	0,1446	0,2918
0,2612	0,2702	0,2401	0,9000
0,2669	0,2922	0,2977	0,8070
0,1474	0,1581	0,1483	0,4646
0,1206	0,1301	0,1444	0,3825
0,1000	0,1005	0,1028	0,1251
0,1122	0,1132	0,1254	0,2948
0,1668	0,1794	0,1876	0,7683
0,1679	0,1867	0,1960	0,7410
0,1185	0,1193	0,1199	0,2214
0,1201	0,1273	0,1250	0,2941
0,1179	0,1197	0,1212	0,1977
0,1390	0,1471	0,1359	0,4243
0,1328	0,1404	0,1344	0,3392
0,1156	0,1226	0,1199	0,2735
0,1064	0,1048	0,1071	0,1817
0,1324	0,1356	0,1325	0,3621
0,1274	0,1324	0,1306	0,3299
0,1144	0,1193	0,1201	0,2716
0,2785	0,3024	0,2936	0,7749
0,1197	0,1303	0,1228	0,2935
0,1143	0,1143	0,1175	0,2442
0,1287	0,1263	0,1255	0,2849

3.3 Pengujian dan Pelatihan

Pada penelitian ini menggunakan 3 (tiga) model arsitektur pelatihan dan pengujian data yakni 10-3-1, 10-5-1, 10-7-1. Pelatihan dan pengujian ke 3 arsitektur dapat dilihat sebagai berikut :

Arsitektur	Epoch	Waktu	MSE	Akurasi
10-3-1	457	0:12	0,0000393224	76%
10-5-1	1000	0:25	0,0000185136	76%
10-7-1	146	0:04	0,000403493	58%

Berdasarkan tingkat akurasi pengujian dan Pelatihan 3 model arsitektur maka dapat disimpulkan bahwa model arsitektur 10-5-1 dengan epoch sebesar 1000 iterasi dalam waktu 00:25 menghasilkan tingkat akurasi terbesar yakni 76% merupakan model arsitektur terbaik untuk digunakan dalam proses estimasi tahun berikutnya.



Gambar 1. Pelatihan Menggunakan Model Arsitektur 10-5-1

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah di paparkan, penulis dapat menyimpulkan bahwa :

1. Dari model arsitektur tersebut dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penerima bantuan sosial di sumatera utara yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun sebelumnya.
2. Dengan menggunakan model arsitektur 10-5-1 dapat melakukan prediksi dengan MSE 0,0000185136 dan akurasi 76%.

ACKNOWLEDGEMENTS

Terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini. Kepada Bapak Solikhun atas bimbingan yang berharga, juga kepada rekan-rekan atas masukan berharga mereka. Terima kasih kepada partisipan penelitian dan keluarga kami atas dukungan mereka.

REFERENCES

- [1] Purba, I. S., Hartama, D., & Kirana, I. O. (2019). Implementasi Algoritma Backpropagation *dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada AMIK-STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar*. Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS), 1. <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.86>
- [2] Tambunan, H. S., Gunawan, I., & Sumarno, S. (2019). *Prediksi Jumlah Pendapatan Beasiswa PPA dan BBP Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Jurnal Media Informatika Budidarma, 3(4). <https://doi.org/10.30865/mib.v3i4.1327>
- [3] Solikhun, Safii, M., Trisno, A. (2017). *Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Sisiwa Terhadap Matapelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation*. Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI), (1). <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v1i1.26>
- [4] Guntoro, G., Costaner, L., & Lisnawita, L. (2019). *Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation*. Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 14(1). <https://doi.org/10.30872/jim.v14i1.1745>
- [5] A. Sudarsono, “Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation,” *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2016. <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.273>
- [6] 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. 37–44, 2017.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, “Analisis Jaringan Saraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia,” *Register - Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [10] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, and Budi Harjo, “Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject,” *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, 2016.
- [11] 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.
- [12] A. Wanto, “Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Kemiskinan Pada Kabupaten/Kota Di Provinsi Riau,” *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 5, no. 1, pp. 61–74, 2018.
- [13] A. P. Windarto, D. Hartama, and N. Dalimunthe, “Model Arsitektur Backpropagation Dalam Memprediksi Faktor Tunggalan Uang Kuliah (Studi Kasus AMIK Tunas Bangsa),” in *Seminar Nasional Multidisiplin*, 2017, pp. 1–9.
- [14] 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.
- [15] A. S. Malaka and Hartojo, “Model Prediksi Kepailitan Bank Umum Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation,” *Jurnal Ilmu Manajemen*, vol. 2, no. 4, pp. 1714–1724, 2014.
- [16] 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.