

Jaringan Syaraf Tiruan dalam Memprediksi Jumlah Pelanggan PT.Telkom Akses Area Sumbagut Menggunakan Metode Backpropagation

Reza Muhammad Riansah¹, Rahmat W. Sembiring², Zulaini Masruro³

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

²Dosen Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar

¹²³Jln. Sudirman Blok A No. 1, 2 dan 3 Pematangsiantar, 21117

email: r3zabatubara@gmail.com, rahmatws@yahoo.com, zulaini@amiktunasbangsa.ac.id

Abstract- *The number of customers of a service company greatly affects the development and progress of the company. Likewise with the number of customers of PT. Telkom Access (PTTA) Sumbagut Area which has an increase in the number of customers every year. In this study, the author will make predictions aimed at knowing the number of customers at PT. Telkom Access (PTTA) Sumbagut Area using the backpropagation method. Backpropagation is one method of artificial neural networks that mimics the workings of human nerves. Research uses data obtained from the database of PT. Telkom Access Pematangsiantar. This study produced the best architectural model, namely 3-14-1 which will be used to predict the number of customers of PT. Telkom Access (PTTA) Sumbagut Area with 85% accuracy.*

Keywords: *Predictions, Algorithms, Backpropagation, Customers.*

Abstrak- *Jumlah pelanggan suatu perusahaan jasa sangat mempengaruhi perkembangan dan kemajuan bagi perusahaan. Demikian dengan jumlah pelanggan PT. Telkom Akses (PTTA) Area Sumbagut yang mengalami kenaikan jumlah pelanggan setiap tahunnya. Pada penelitian ini, penulis akan melakukan prediksi yang bertujuan untuk mengetahui jumlah pelanggan pada PT. Telkom Akses (PTTA) Area Sumbagut dengan menggunakan metode backpropagation. Backpropagation merupakan salah satu metode jaringan syaraf tiruan yang meniru cara kerja syaraf manusia. Penelitian menggunakan data yang diperoleh dari database PT. Telkom Akses Pematangsiantar. Penelitian ini menghasilkan model arsitektur terbaik yaitu 3-14-1 yang akan digunakan untuk memprediksi jumlah pelanggan PT. Telkom Akses (PTTA) Area Sumbagut dengan keakurasi 85 %.*

Kata Kunci: *Prediksi, Algoritma, Backpropagation, Pelanggan.*

1. PENDAHULUAN

Pelanggan PT. Telkom Akses (PTTA) dari tahun 2012 sampai dengan 2017 terus meningkat. Pelanggan adalah orang yang menjadi pembeli produk yang telah dibuat dan dipasarkan oleh sebuah perusahaan, dimana orang ini bukan hanya sekali membeli produk tersebut tetapi berulang-ulang [1]. Dengan meningkatnya setiap tahun pelanggan PTTA maka prediksi pelanggan PTTA akan sangat berguna untuk perusahaan karena perusahaan akan selalu siap dalam menyediakan keperluan-keperluan permintaan pelanggan.

Tabel 1.Sampel Data Pelanggan PT. Telkom Akses Area Sumbagut

No	Nama Kota	Tahun							2020	2021
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
1	Pematangsiantar	57	83	121	169	197	257	261	275	293
2	Rambung Merah	12	34	67	98	122	159	157	159	195
3	Pematang raya	19	42	84	133	176	193	212	208	219
4	Sidamanik	6	26	58	81	101	124	150	176	206
5	Seribudolok	4	19	34	58	71	93	101	127	167
6	Parapat	26	55	90	134	180	221	222	228	254
7	Serbelawan	16	33	69	90	122	155	159	166	195
8	Perdagangan	8	24	55	81	99	117	145	177	206
9	Kisaran	17	30	51	89	102	129	139	176	216
10	Tanjung Balai	9	29	47	59	82	101	117	139	191

Prediksi merupakan sesuatu hal yang digunakan untuk mengetahui kejadian di masa yang akan datang dengan mengenali pola kejadian di masa lalu. Dengan mengetahui kejadian yang akan terjadi membuat setiap orang lebih mempersiapkan segala sesuatu, baik untuk kehidupan manusia maupun harta benda yang dimiliki [2]. Algoritma yang dipakai dalam jaringan saraf tiruan untuk memprediksi ialah algoritma backpropagation. *Backpropagation* merupakan salah satu dari metode pelatihan pada jaringan syaraf, dimana ciri dari metode ini adalah meminimalkan *error* pada *output* yang dihasilkan oleh jaringan [3]. Adapun penelitian terkait dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yaitu pada penelitian yang dilakukan I. Muzakir, A. Syukur & I.N. Dewi (2014), melakukan penelitian Peningkatan akurasi algoritma *backpropagation* dengan seleksi fitur *particle swarm optimization* dalam prediksi pelanggan telekomunikasi yang hilang. Menggunakan *Backpropagation* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 85,48%. Sedangkan dengan menggunakan *backpropagation* berbasis *particle swarm optimization* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,05% [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Jaringan Saraf Tiruan (JST) Backpropagation (BP) merupakan ilmu matematika, yang sering digunakan untuk prediksi dan perkiraan waktu, yang juga menentukan hasil untuk fungsi non-linear. Algoritma backpropagation digunakan untuk latihan. Algoritma backpropagation adalah algoritma iteratif yang mudah dan sederhana yang biasanya berkinerja baik, bahkan dengan data yang kompleks [5]–[7]. Tidak seperti Algoritma pembelajaran lainnya (seperti pembelajaran Bayesian), backpropagation memiliki sifat komputasi yang baik apalagi bila data yang tersaji berskala besar. Metode pelatihan backpropagation melibatkan feedforward dari pola pelatihan input, perhitungan dan backpropagation dari kesalahan, dan penyesuaian bobot pada sinapsis [8]–[14]. *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa tapi tidak sama dengan pola yang dipakai selama pelatihan [3].

2.2 PT. Telkom Akses (PTTA)

PT. Telkom Akses (PTTA) merupakan salah satu anak dari perusahaan Telkom yang bergerak di bidang konstruksi pembangunan dan *manage service* infrastruktur jaringan. PT. Tekom Akses (PTTA) didirikan pada tahun 12 Desember 2012. Pendirian PTTA merupakan bagian dari komitmen Telkom untuk terus melakukan pengembangan jaringan *broadband* untuk menghadirkan akses informasi dan komunikasi tanpa batas bagi seluruh masyarakat Indonesia [15].

2.3 Pelanggan

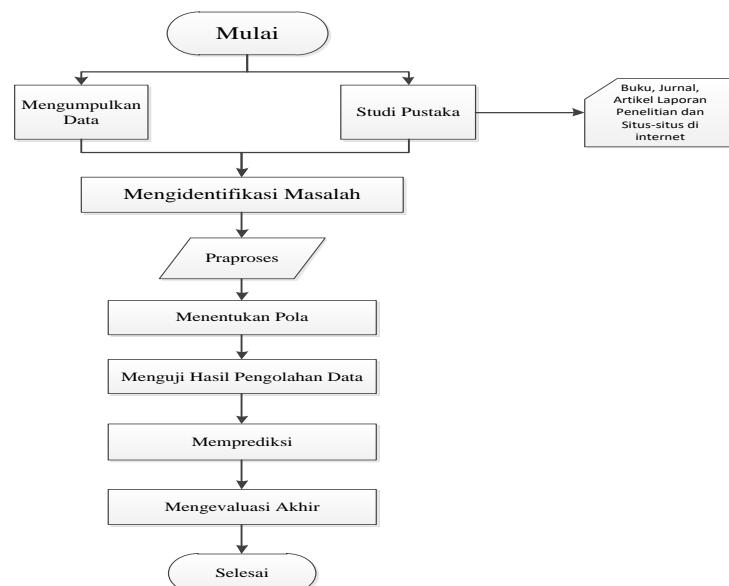
Pelanggan adalah orang yang menjadi pembeli produk yang sudah dibuat dan dipasarkan oleh sebuah perusahaan, dimana orang ini bukan hanya sekali membeli produk tersebut tetapi berulang-ulang [1].

2.4 Prediksi

Prediksi adalah usaha untuk memperkirakan sesuatu yang akan terjadi di masa mendatang dengan memanfaatkan berbagai informasi yang relevan pada waktu-waktu sebelumnya (*historis*) melalui suatu metode ilmiah. Tujuan dari prediksi adalah mendapatkan informasi apa yang akan terjadi di masa datang dengan probabilitas kejadian terbesar [16].

2.5 Flowchart Metode Penelitian

Flowchart yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

Keterangan :

a. Mengumpulkan Data

Pada tahap ini, data-data yang digunakan diperoleh dari data jumlah pelanggan PT. Telkom Akses Area Sumbagut yang diambil dari dari *database* PT. Telkom Akses Pematangsiantar.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan berasal dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs di internet.

c. Mengidentifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah ini dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan *dataset* yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahap konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan.

d. Praproses

Tahapan ini melakukan perubahan terhadap beberapa tipe data pada atribut *dataset* dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap isi *record*, juga melakukan seleksi dengan memperhatikan konsistensi data.

e. Menentukan Pola

Hasil dari tahap ini adalah beberapa model *backpropagation* untuk menentukan pola.

f. Menguji Hasil Pengolahan Data

Setelah selesai melakukan proses penentuan model, maka dilakukan tahap uji coba terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan *software Matlab R2011b*.

g. Memprediksi

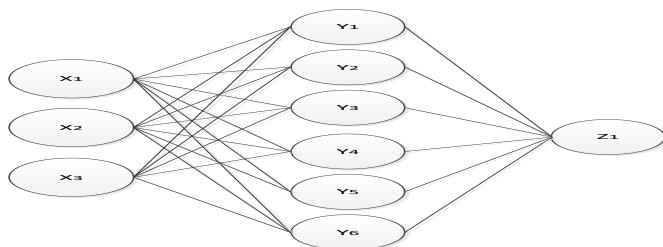
Prediksi dilakukan untuk membandingkan jumlah dengan model algoritma *backpropagation* yang paling akurat.

h. Mengevaluasi Akhir

Mengevaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah testing hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan.

2.6 Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Yang Digunakan

Keterangan :

- X1 - X3 : Data Masukan (Input Layer)
Y1 - Y6 : Lapisan Tersembunyi (Hidden Layer)
Z1 : Hasil Keluaran (Output Layer)

Pola arsitektur jaringan yang digunakan untuk prediksi jumlah pelanggan PT. Telkom Akses area Sumbagut yaitu 3-N-1. Dimana 3 adalah node data input.

Sedangkan jumlah hidden node N menggunakan aturan ‘rule of thumb’. Pada penelitian ini menggunakan 6 hidden, serta 1 keluaran.

2.7 Data Yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data Pelanggan PT. Telkom Akses Area Sumbagut tahun 2012-2017 (Tabel 1). Data pelatihan yang akan digunakan adalah 2012-2014 dengan target tahun 2015. Sedangkan data pengujian yang akan digunakan adalah data tahun 2014-2016 dengan target 2017.

2.8 Normalisasi Data

Sebelum diproses, data dinormalisasi terlebih dahulu dengan menggunakan fungsi sigmoid(tidak pernah mencapai 0 ataupun 1), maka transformasi data dilakukan pada interval yang lebih kecil yaitu[0.1;0.9], ditunjukkan dengan persamaan (1) [17]-[30].

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

Tabel 2. Data Pelatihan Awal (Tahun 2012-2014)/Target Tahun 2015

No	Nama Kota	2012	2013	2014	Target
1	Pematangsiantar	57	83	121	169
2	Rambung Merah	12	34	67	98
3	Pematang raya	19	42	84	133
4	Sidamanik	6	26	58	81
5	Seribudolok	4	19	34	58
6	Parapat	26	55	90	134
7	Serbelawan	16	33	69	90
8	Perdagangan	8	24	55	81
9	Kisaran	17	30	51	89
10	Tanjung Balai	9	29	47	59

Tabel 3. Data Pelatihan Setelah Normalisasi (2012-2014)/Target Tahun 2015

No	Nama Kota	2012	2013	2014	Target
1	Pematangsiantar	0,3602	0,4855	0,6687	0,9000
2	Rambung Merah	0,1434	0,2494	0,4084	0,5578
3	Pematang raya	0,1771	0,2880	0,4904	0,7265
4	Sidamanik	0,1145	0,2108	0,3651	0,4759
5	Seribudolok	0,1048	0,1771	0,2494	0,3651
6	Parapat	0,2108	0,3506	0,5193	0,7313
7	Serbelawan	0,1627	0,2446	0,4181	0,5193
8	Perdagangan	0,1241	0,2012	0,3506	0,4759
9	Kisaran	0,1675	0,2301	0,3313	0,5145
10	Tanjung Balai	0,1289	0,2253	0,3120	0,3699

Tabel 4. Data Pengujian Awal (Tahun 2014-2016)/Target Tahun 2017

No	Nama Kota	2014	2015	2016	Target
1	Pematangsiantar	121	169	197	257
2	Rambung Merah	67	98	122	159
3	Pematang raya	84	133	176	193
4	Sidamanik	58	81	101	124
5	Seribudolok	34	58	71	93

No	Nama Kota	2014	2015	2016	Target
6	Parapat	90	134	180	221
7	Serbelawan	69	90	122	155
8	Perdagangan	55	81	99	117
9	Kisaran	51	89	102	129
10	Tanjung Balai	47	59	82	101

Tabel 5. Data Pengujian Setelah Normalisasi(2014-2016)/Target Tahun 2017

No	Nama Kota	2014	2015	2016	Target
1	Pematangsiantar	0,4523	0,6103	0,7025	0,9000
2	Rambung Merah	0,2745	0,3765	0,4556	0,5774
3	Pematang raya	0,3305	0,4918	0,6333	0,6893
4	Sidamanik	0,2449	0,3206	0,3864	0,4621
5	Seribudolok	0,1658	0,2449	0,2877	0,3601
6	Parapat	0,3502	0,4951	0,6465	0,7815
7	Serbelawan	0,2811	0,3502	0,4556	0,5642
8	Perdagangan	0,2350	0,3206	0,3798	0,4391
9	Kisaran	0,2218	0,3469	0,3897	0,4786
10	Tanjung Balai	0,2086	0,2481	0,3239	0,3864

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

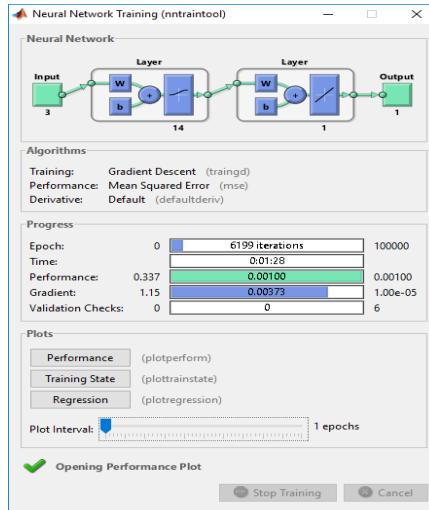
3.1 Analisis

Sebelum pelatihan dilakukan, terlebih dahulu ditentukan nilai parameter yang diinginkan guna memperoleh hasil yang optimal. Parameter-parameter yang digunakan secara umum pada aplikasi Matlab untuk pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada kode berikut :

```
>> net = newff(minmax(P),[Hidden,Target],{'logsig','purelin'},'traingd');
>> net.lw{1,1};
>> net.b{1};
>> net.lw{2,1};
>> net.b{2};
>> net.trainParam.epochs = 100000;
>> net.trainParam.goal = 0.001;
>> net.trainParam.Lr = 0.01;
>> net.trainParam.show = 1000;
>> net = train(net,P,T)
>> [a,Pf,Af,e,Perf] = sim(net, P,[],[],T)
```

3.2 Hasil

Penelitian ini menggunakan 5 arsitektur. Antara lain 3-10-1, 3-12-1, 3-14-1, 3-16-1, 3-18-1 dan 3-20-1. Dari ke 6 arsitektur ini, arsitektur terbaiknya yaitu 3-14-1 dengan tingkat akurasi 85%.



Gambar 3. Hasil Data Pelatihan Dengan Arsitektur 3-14-1

Dari gambar model arsitektur 3-14-1 diatas dapat dijelaskan bahwa Epoch yang terjadi sebesar 6199 dengan lama waktu 1 menit 28 detik.

No	DATA PELATIHAN					DATA PENGUJIAN					
	Pola	Target	Output	Error	SSE	Pola	Target	Output	Error	SSE	Hasil
1	Pola 1	0,90000	0,9084	-0,0084	0,00007056	Pola 1	0,9000	1,0718	-0,1718	0,02951524	1
2	Pola 2	0,55763	0,5436	0,0142	0,00020253	Pola 2	0,5774	0,4769	0,1005	0,01009347	0
3	Pola 3	0,72651	0,6697	0,0568	0,00322692	Pola 3	0,6893	0,8016	-0,1123	0,01261120	1
4	Pola 4	0,47590	0,5653	-0,0894	0,00799171	Pola 4	0,4621	0,5892	-0,1271	0,01614426	1
5	Pola 5	0,36506	0,3111	0,0540	0,00291171	Pola 5	0,3601	0,4773	-0,1172	0,01373999	1
6	Pola 6	0,73133	0,7603	-0,0290	0,00083953	Pola 6	0,7815	0,8331	-0,0516	0,00266447	1
7	Pola 7	0,51928	0,5262	-0,0069	0,00004793	Pola 7	0,5642	0,5510	0,0132	0,00017417	0
8	Pola 8	0,47590	0,5018	-0,0259	0,00067062	Pola 8	0,4391	0,5888	-0,1497	0,02241169	1
9	Pola 9	0,51446	0,4814	0,0331	0,00109282	Pola 9	0,4786	0,5236	-0,0450	0,00202493	1
10	Pola 10	0,36988	0,3860	-0,0161	0,00025987	Pola 10	0,3864	0,7103	-0,3239	0,10489841	1

Gambar 4. Arsitektur JST Bacpropagation

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa 1 bernilai benar dan 0 bernilai salah.

Tabel 6. Hasil Akurasi Backpropagation

NO	Arsitektur	Training			Testing	
		Epoch	Waktu	MSE	MSE	Akurasi
1	3 - 10 - 1	20746	05:03	0,00099983	0,01591401	59
2	3 - 12 - 1	27510	06:23	0,00100011	0,01282991	47
3	3 - 14 - 1	6199	01:28	0,02060619	0,01098654	85
4	3 - 16 - 1	17252	04:01	0,00099973	0,00382491	59
5	3 - 18 - 1	16280	03:47	0,00100016	0,02832844	79
6	3 - 20 - 1	64575	16:14	0,00100073	0,01759714	82

Berikut adalah hasil prediksi 4 tahun kedepan dengan backpropagation (Tahun 2018-2021) seperti pada gambar 5.

No	Nama Kota	Tahun						2018	2019	2020	2021
		2012	2013	2014	2015	2016	2017				
1	Pematang Siantar	57	83	121	169	197	257	261	275	293	327
2	Rambung Merah	12	34	67	98	122	159	157	159	195	253
3	Pematang Raya	19	42	84	133	176	193	212	208	219	245
4	Sidamanik	6	26	58	81	101	124	150	176	206	254
5	Seribudolok	4	19	34	58	71	93	101	127	167	224
6	Parapat	26	55	90	134	180	221	222	228	254	280
7	Serbelawan	16	33	69	90	122	155	159	166	195	250
8	Perdagangan	8	24	55	81	99	117	145	177	206	253
9	Kisaran	17	30	51	89	102	129	139	176	216	249
10	Tanjung Balai	9	29	47	59	82	101	117	139	191	244

Gambar 5. Hasil Prediksi 4 Tahun Kedepan Dengan Backpropagation (2018-2021)

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain :

- Dengan Model arsitektur 3-14-1, dapat melakukan prediksi dengan akurasi 85%.
- Model jaringan serta parameter yang digunakan sangat mempengaruhi tingkat akurasi.
- Pemilihan model arsitektur terbaik sangat berpengaruh untuk mendapatkan tingkat keakurasaan dan hasil prediksi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Fajira, "Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Pada Kentucky Fried Chicken Cabang Palembang Square Mall," 2014.
- [2] Y. Sari, "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Luas Area Serangga Hama Pada Tanaman Bawang," 2016.
- [3] R. W. Purnamasari, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Sebagai Sistem Deteksi Penyakit Tuberculosis (TBC)," 2013.
- [4] I. Muzakkir, A. Syukur, and I. N. Dewi, "Peningkatan Akurasi Algoritma Backpropagation Dengan Seleksi Fitur Particle Swarm Optimization Dalam Prediksi Pelanggan Telekomunikasi Yang Hilang," *Jurnal Pseudocode*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] J. Wahyuni, Y. W. Paranty, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Saraf Dalam Estimasi Tingkat Pengangguran Terbuka Penduduk Sumatera Utara," *Jurnal Infomedia*, vol. 3, no. 1, pp. 18–24, 2018.
- [15] S. Riyadi, "Pengaruh Gaya Kepemimpinan Terhadap Kedisiplinan Kerja Karyawan PT Telkom Akses (PTTA) Area Lembong Bandung," 2016.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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. 2018.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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. 12089, pp. 1–9, 2018.
- [28] 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.
- [29] 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. 12089, pp. 1–9, 2018.
- [30] A. Wanto *et al.*, "Analysis of Standard Gradient Descent with GD Momentum And Adaptive LR for SPR Prediction," 2018, pp. 1–9.