

Jaringan Saraf Tiruan Memprediksi Tingkat Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Back-propagation

Artificial Neural Network Predicts Motorcycle Sales Level Using Back-propagation Method

Reza Pratama¹, Poningsih², Anjar Wanto³
STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 17 November 2022

Direvisi, 28 Desember 2022

Disetujui, 25 Januari 2023

Kata Kunci:

Back-propagation

JST

Penjualan

Prediksi

Sepeda Motor

ABSTRAK

Sepeda Motor menjadi pilihan setiap orang sebagai alat transportasi karena dari harga yang terjangkau serta dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Tingginya tingkat penjualan sepeda motor membuat dealer CV Apollo Motor mengalami kesulitan dalam pengadaan varian sepeda motor yang akan dijual. Banyaknya varian sepeda motor dalam satu pabrikan, membuat penjualan yang berbeda dari masing-masing varian sepeda motor tersebut, ada varian yang penjualannya tinggi dan ada yang penjualannya rendah. Oleh karena itu prediksi tentang hal ini penting dilakukan sebagai bahan informasi bagi perusahaan. Data Input diperoleh dari CV Apollo Siantar, Data dari tahun 2018 hingga 2022 sebagai target prediksi penjualan yang terdiri dari 10 data berdasarkan sepeda motor honda dan masing-masing data memiliki 7 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan saraf tiruan algoritma *Back-propagation*. Penelitian ini menggunakan algoritma *back-propagation*. Berdasarkan hasil analisis, model arsitektur terbaik yaitu 7-3-5-1 karena memiliki tingkat akurasi tertinggi dibandingkan dengan model lain, yakni sebesar 100%. MSE Testing sebesar 0,08501.

ABSTRACT

Motorcycles are everyone's choice as a means of transportation because they are affordable and can be used for a long time. The high level of motorcycle sales made CV Apollo Motor dealers experience difficulties in procuring motorcycle variants to be sold. The large number of motorcycle variants in one manufacturer makes sales different for each of these variants; there are variants with high and low sales. Therefore predictions about this matter are essential as information material for the company. Input data was obtained from CV Apollo Siantar from 2018 to 2022 as a sales prediction target consisting of 10 data based on Honda motorcycles. Each data has seven variables and one target. This data will later be transformed into data between 0 to 1 before training and testing are carried out using the Back-propagation algorithm artificial neural network. This study uses the back-propagation algorithm. Based on the analysis results, the best architectural model is 7-3-5-1 because it has the highest level of accuracy compared to other models, which is 100%. MSE Testing of 0.08501.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Reza Pratama,
Program Studi Teknik Informatika,
STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia
Email: rezap3433@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang begitu pesat dengan kebutuhan masyarakat tentang kendaraan pribadi untuk mempermudah segala aktivitas sehari-hari. Pertumbuhan penduduk Indonesia yang meningkat juga mempengaruhi bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia [1]. Salah satu kendaraan bermotor yang paling diminati adalah kendaraan roda dua, salah satu alasannya karena bisa menghindari kemacetan jalan yang semakin parah [2]. Banyaknya

persaingan dalam aspek pemasaran, membuat pihak marketing sulit dalam meningkatkan penjualan sepeda motor, oleh sebab itu dengan adanya kegiatan penjualan setiap hari, data semakin lama akan semakin bertambah banyak. Data tersebut tidak hanya berfungsi sebagai arsip bagi perusahaan, data penjualan tersebut dapat dimanfaatkan dan diolah sebagai informasi yang berguna untuk meningkatkan penjualan sepeda motor di masa yang akan datang [3]. Prediksi penjualan adalah salah satu cara untuk dapat bersaing atau bahkan dapat meningkatkan laba perusahaan sehingga prediksi diperlukan untuk menyelaraskan antara perbedaan waktu yang sekarang dan yang akan datang terhadap kebutuhan [4].

Salah satu teknik yang baik digunakan untuk prediksi adalah jaringan saraf tiruan *back-propagation* karena algoritma *back-propagation* memungkinkan untuk menghindari kesulitan yang dijelaskan menggunakan aturan belajar yang mirip dengan plastisitas lonjakan waktu yang tergantung pada sinapsis [5]. Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Back-propagation* (BP) adalah alat matematika yang terkenal dan ekstensif yang digunakan untuk prediksi dan perkiraan waktu, yang juga menentukan hasil untuk fungsi non-linear [6]–[10]. Algoritma *back-propagation* adalah algoritma *iterative* yang mudah dan sederhana yang biasanya berkinerja baik, bahkan dengan data yang kompleks. Bahkan *back-propagation* memiliki sifat komputasi yang baik apalagi bila data yang tersaji berskala besar [11]. Algoritma *back-propagation* ini telah banyak digunakan dalam melakukan proses prediksi dan memberikan hasil yang akurat dengan error yang rendah [12].

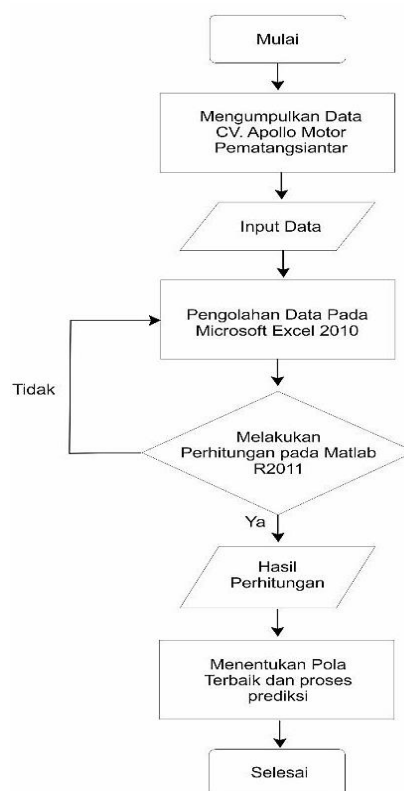
Beberapa penelitian sebelumnya digunakan sebagai rujukan untuk penelitian ini, seperti penelitian yang membahas mengenai Model Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar", Dalam penelitian tersebut dapat diperoleh tingkat akurasi 92% [13]. Pada penelitian selanjutnya dengan menentukan model Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Penjualan Gas 3Kg". Dalam penelitian tersebut dapat diperoleh tingkat akurasi 90% [14], dan beberapa penelitian-penelitian lain nya [15]–[21].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk melakukan peramalan jumlah penjualan sepeda motor pada waktu tertentu di CV. Apollo Pematangsiantar berdasarkan model peramalan terbaik melalui serangkaian uji coba menggunakan metode *Back-propagation*. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian lain dengan topik yang sama.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bagan Alir Penelitian

Bagan Alir yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan bahwa penelitian di mulai dari mengumpulkan data dari CV. Apollo Motor Pematangsiantar, kemudian diolah ke dalam Microsoft Excel 2010 untuk proses normalisasi data. Selanjutnya data yang telah

di normalisasi diolah kedalam aplikasi Matlab R2011 dengan menghasilkan pola. Pola yang merupakan output dalam proses menggunakan Matlab R2011, selanjutnya dimasukkan kembali ke dalam Microsoft Excel 2010 guna proses penentuan arsitektur terbaik dan penghitungan nilai prediksi.

2.2. Transformasi

Sebelum dilakukan transformasi, data berdasarkan tabel 1 harus di bagi menjadi 2 (dua) bagian terlebih dahulu (data pelatihan dan data pengujian). Langkah berikutnya melakukan transformasi dengan menggunakan persamaan (1) [22]–[29].

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

Dimana x' merupakan hasil dari proses transformasi, x merupakan data yang akan di transformasi, a merupakan data terkecil dari data penelitian, b merupakan data terbesar dari data penelitian, sedangkan 0.8 dan 0.1 merupakan nilai default untuk proses transformasi.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Pendefinisian Data

Data penjualan sepeda motor akan diolah oleh Jaringan saraf tiruan dengan algoritma *back-propagation*. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan saraf tiruan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan data penjualan sepeda motor sebagai pengenalan pola dan keluaran yang merupakan prediksi peningkatan jumlah penjualan sepeda motor yang diperoleh dari model arsitektur terbaik pada saat penentuan pola terbaik.

3.2. Pendefinisian Input, dan Target Variable

Variabel penjualan sepeda motor adalah kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan pada penilaian dengan menggunakan Jaringan saraf tiruan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Kriteria yang digunakan berdasarkan hasil analisa permasalahan dari Data penjualan sepeda motor. Adapun daftar variabel dalam memprediksi penjualan sepeda motor tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Data Penjualan Sepeda Motor Beserta Harga Pertahun

No	Merek Sepeda Motor Honda	Harga 2018	Jual 2018	Harga 2019	Jual 2019	Harga 2020	Jual 2020	Harga 2021	Jual 2021	Harga 2022	Jual 2022
1	Beat Street	18.410.000	232	19.040.000	248	19.150.000	178	19.260.000	213	19.340.000	250
2	Beat	18.110.000	323	18.450.000	337	18.750.000	287	19.020.000	244	19.140.000	370
3	Vario 125	21.540.000	298	21.760.000	267	21.990.000	188	22.430.000	202	22.540.000	331
4	Vario 150	22.760.000	321	22.850.000	318	23.050.000	286	23.260.000	231	23.450.000	365
5	Scoopy	22.140.000	364	21.540.000	389	21.760.000	356	22.540.000	298	22.940.000	410
6	PCX	32.710.000	231	33.210.000	210	33.910.000	198	34.580.000	134	35.920.000	269
7	Sonic	22.870.000	198	23.150.000	159	23.350.000	132	23.450.000	127	24.920.000	214
8	CBR 150	34.580.000	154	38.660.000	134	39.370.000	110	42.750.000	132	43.450.000	155
9	CRF	23.500.000	130	25.000.000	106	25.500.000	90	27.500.000	133	28.000.000	117
10	Supra X 125	19.380.000	211	20.270.000	146	20.380.000	131	21.270.000	188	22.270.000	190

Tabel 2. Daftar Kriteria

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Harga Tahun 2018
2	X2	Tahun 2018
3	X3	Harga Tahun 2019
4	X4	Tahun 2019
5	X5	Harga Tahun 2020
6	X6	Tahun 2020
7	X7	Harga Tahun 2021

Data sampel yang digunakan adalah Data Input diperoleh dari CV. APPOLO Siantar, Data dari tahun 2018 hingga 2022 sebagai target prediksi penjualan yang terdiri dari 10 data berdasarkan sepeda motor honda dan masing masing data memiliki 7 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan saraf tiruan algoritma *Back-propagation*.

3.3. Pendefinisian Output Hasil

Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah deteksi pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi peningkatan jumlah penjualan sepeda motor pada CV. Apollo Siantar. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui prediksi jumlah peningkatan jumlah penjualan sepeda motor tentu saja didasarkan pada hasil jumlah penjualan sepeda motor pertahun. *Output* dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik dalam memprediksi dengan mengukur penjualan sepeda motor dengan melihat error minimum.
2. Kategorisasi *Output* pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*) Kategori untuk output ditentukan oleh tingkat *error* minimum dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3. Daftar Kategori

No	Keterangan	Error Minimum
1	1 Benar	0,05-0,001
2	0 Salah	>0,05

3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *Matlab2016b*. Sampel Data adalah penjualan sepeda motor yang dikelompokkan berdasarkan tahun penjualan dan harga pada setiap tahunnya. Data ini akan digunakan pada data pelatihan dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses dan di transformasi kan adalah sebagai berikut.

$$x^1 = \frac{0.8(22-0)}{64-0} + 0.1$$

Hasil seluruh data yang telah diproses dan ditransformasikan dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 berikut :

Tabel 4. Normalisasi Data *Training*

No	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	T
1	0,444513661	0,100002657	0,456303159	0,100002957	0,458361643	0,100001647	0,460420127	0,100002302
2	0,438899614	0,100004360	0,445262201	0,100004622	0,450876247	0,100003687	0,455928890	0,100002882
3	0,503086884	0,100003892	0,507203851	0,100003312	0,511507954	0,100001834	0,519741890	0,100002096
4	0,525917341	0,100004323	0,527601555	0,100004267	0,531344253	0,100003668	0,535274086	0,100002639
5	0,514314978	0,100005127	0,503086884	0,100005595	0,507203851	0,100004978	0,521800373	0,100003892
6	0,712116564	0,100002639	0,721473308	0,100002246	0,734572751	0,100002021	0,747110789	0,100000823
7	0,527975825	0,100002021	0,533215602	0,100001291	0,536958300	0,100000786	0,538829649	0,100000692
8	0,747110789	0,100001198	0,823461827	0,100000823	0,836748405	0,100000374	0,900000000	0,100000786
9	0,539765323	0,100000749	0,567835558	0,100000299	0,577192303	0,100000000	0,614619282	0,100000805
10	0,462665746	0,100002264	0,479320752	0,100001048	0,481379236	0,100000767	0,498034241	0,100001834

Tabel 5. Normalisasi Data *Testing*

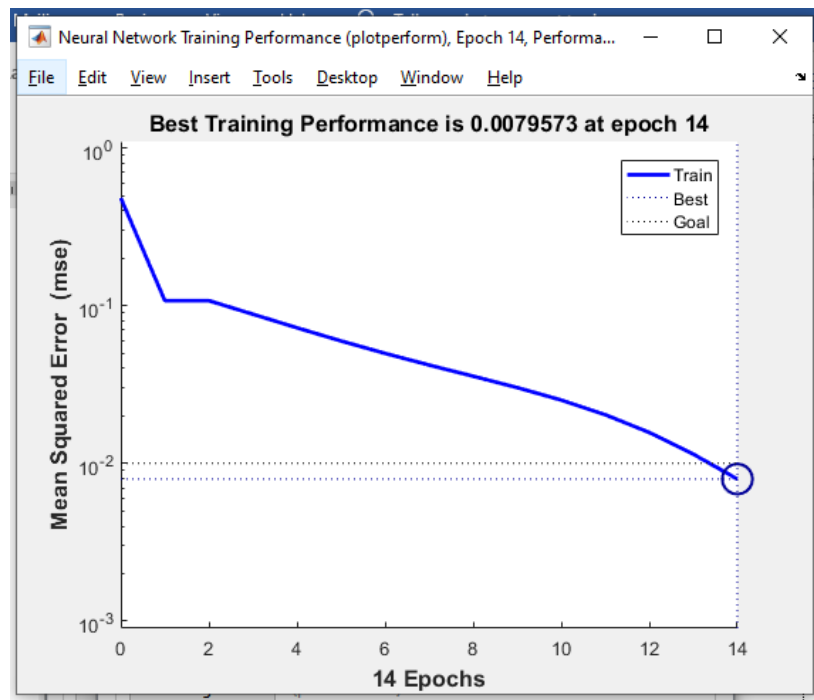
No	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	T
1	0,450562936	0,100002909	0,452588256	0,100001620	0,454613577	0,100002265	0,456086537	0,100002937
2	0,439699852	0,100004548	0,445223454	0,100003627	0,450194695	0,100002835	0,452404136	0,100005146
3	0,500643592	0,100003259	0,504878353	0,100001804	0,512979636	0,100002062	0,515004956	0,100004428
4	0,520712678	0,100004198	0,524395079	0,100003609	0,528261601	0,100002596	0,531759882	0,100005054
5	0,496592950	0,100005505	0,500643592	0,100004898	0,515004956	0,100003830	0,522369759	0,100005883
6	0,711461059	0,100002209	0,724349464	0,100001988	0,736685508	0,100000810	0,761357595	0,100003296
7	0,526236280	0,100001270	0,529918681	0,100000773	0,531759882	0,100000681	0,558825530	0,100002283
8	0,811806492	0,100000810	0,824879016	0,100000368	0,887111596	0,100000773	0,900000000	0,100001197
9	0,560298491	0,100000295	0,569504494	0,100000000	0,606328506	0,100000792	0,615534509	0,100000488
10	0,473209703	0,100001031	0,475235024	0,100000755	0,491621709	0,100001804	0,510033715	0,100001841

3.5. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Berdasarkan model arsitektur yang digunakan, yakni 7-2-1, 7-3-1, 7-5-1, 7-3-5-1, dan 7-5-3-1. Arsitektur 7-3-5-1 adalah pola arsitektur terbaik dengan akurasi kebenaran 100%, jumlah epochs 14 dan MSE sebesar 0,00850. Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 7-3-5-1:

Tabel 6. Hasil Pelatihan Dan Pengujian Model 7-3-5-1

No	Target	Output JST	Error	SSE	Target	Output JST	Error	SSE	Hasil
1	0,1000023	0,1433217	0,0433194	0,0018766	0,1000029	0,1579214	-0,0579185	0,0033546	1
2	0,1000029	0,1285112	0,0285083	0,0008127	0,1000051	0,1428981	-0,0428930	0,0018398	1
3	0,1000021	0,1921430	0,0921409	0,0084899	0,1000044	0,1896677	-0,0896633	0,0080395	1
4	0,1000026	0,1566357	0,0566331	0,0032073	0,1000051	0,1623054	-0,0623003	0,0038813	1
5	0,1000039	0,1120043	0,0120004	0,0001440	0,1000059	0,0960738	0,0039321	0,0000155	1
6	0,1000008	0,1345898	0,0345890	0,0011964	0,1000033	0,1251753	-0,0251720	0,0006336	1
7	0,1000007	0,2458399	0,1458392	0,0212691	0,1000023	0,2586071	-0,1586048	0,0251555	1
8	0,1000008	0,1435671	0,0435663	0,0018980	0,1000012	0,1487727	-0,0487715	0,0023787	1
9	0,1000008	0,2796702	0,1796694	0,0322811	0,1000005	0,2837217	-0,1837212	0,0337535	1
10	0,1000018	0,1916435	0,0916417	0,0083982	0,1000018	0,1772152	-0,0772134	0,0059619	1
Jumlah SSE				0,0795734	Jumlah SSE				0,0850138
MSE				0,00795734	MSE				0,00850138
									100



Gambar 2. Model Arsitektur 7-3-5-1

Gambar 2 merupakan hasil pelatihan dengan menggunakan model arsitektur 7-3-5-1, yang menghasilkan Epoch sebesar 14. Kinerja pelatihan terbaik sebesar 0,00795734

3.6. Pemilihan Arsitektur Terbaik

Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Model

No	Arsitektur	Epoch	Training		Testing	
			MSE	Akurasi	MSE	Akurasi
1	7-2-1	35	0,00985656	80	0,00925319	90
2	7-3-1	23	0,00942897	70	0,00963427	100
3	7-5-1	45	0,009554690	70	0,00981787	90
4	7-3-5-1	14	0,00795734	100	0,00850138	100
5	7-5-3-1	19	0,00910576	70	0,00897011	80

Hasil pengujian data Laporan Penjualan CV. Apollo Motor Siantar diatas dapat kita lihat pada arsitektur 7-3-5-1 yang menunjukan dari target di kurang dengan output JST bahwa SSE 0,08501 yang menunjukan bahwa adanya peningkatan jumlah penjualan sepeda motor sebagai target. Data yang didapat, bahwa *performance* perhitungan jaringan saraf tiruan dengan Algoritma *Back-propagation* adalah 100%. Dilihat dengan perbandingan target yang diinginkan dengan target prediksi. Jumlah peningkatan CV. Apollo Motor Siantar berdasarkan tabel 7, menunjukan bahwa peningkatan penjualan pada tahun 2018 CV. Apollo Motor Siantar terletak pada skala maksimum dan tidak terlalu besar. Jaringan saraf tiruan dengan menggunakan algoritma back-propagation dapat diterapkan dalam menganalisa peningkatan penjualan sepeda motor dengan menentukan model arsitektur terbaik dari serangkaian proses training dan testing yang dilakukan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan pelatihan dan pengujian data pada jaringan saraf tiruan dengan menggunakan algoritma *back-propagation* adalah bahwa menganalisa data-data penjualan sepeda motor dapat diprediksi dengan metode *back-propagation* dan model arsitektur yang tepat adalah 7-3-5-1. Karena model arsitektur tersebut menghasilkan akurasi hingga 100% lebih tinggi dibandingkan model arsitektur 7-2-1, 7-5-1 dan model arsitektur 7-5-3-1. Sedangkan dengan model arsitektur 7-3-1 memiliki akurasi yang sama, tetapi model arsitektur 7-3-5-1 lebih kecil (rendah) nilai MSE pelatihan dan MSE pengujiannya, yakni 0,00850138 berbanding 0,00963427 atau lebih rendah 0,0013289.

REFERENSI

- [1] M. I. Ali and M. R. Abidin, "Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Intensitas Kemacetan Lalu Lintas Di Kecamatan Rappocini Makassar," *Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar*, pp. 68–73, 2019.

- [2] T. Waluyo, A. Hermawan, and A. P. Wibowo, "PREDIKSI PENJUALAN SEPEDA MOTOR HONDA MENGGUNAKAN JARINGAN Abstraksi Pendahuluan Tinjauan Pustaka Penelitian terdahulu Metode Penelitian Jaringan Syaraf Tiruan," *Joism : Jurnal of Information System Management*, vol. 1, no. 1, pp. 31–35, 2019.
- [3] L. Hanum, "Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Tingkat Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus : Cv.Satu Hati Perkasa)," *J U r n a L I l m u K o m p U t E R (C O M P U T E R S C I E N C E J O U R N a L)*, vol. 14, no. 2, pp. 65–86, 2021.
- [4] A. Wahyuni, "Prediksi Penjualan Hydrated Lime Menggunakan Metode Neural Network," *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, vol. XIV, no. 1, pp. 29–36, 2017.
- [5] 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.
- [6] A. Wanto, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Kemiskinan," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput*, vol. 5, no. 1, p. 61, 2018.
- [7] 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.
- [8] A. Wanto, "Prediksi Produktivitas Jagung Di Indonesia Sebagai Upaya Antisipasi Impor Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 53–62, 2019.
- [9] 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.
- [10] J. R. Saragih, D. Hartama, and A. Wanto, "Prediksi Produksi Susu Segar Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 08, no. 01, pp. 58–65, 2020.
- [11] M. Adi and P. Hutabarat, "Penerapan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Pematang Bandar Berdasarkan Nagori / Kelurahan," vol. 1, no. 2, pp. 63–69, 2020.
- [12] A. P. Widodo, E. A. Sarwoko, and Z. Firdaus, "Akurasi Model Prediksi Metode Backpropagation Menggunakan Kombinasi Hidden Neuron Dengan Alpha," *Matematika*, vol. 20, no. 2, pp. 79–84, 2017.
- [13] M. Syafiq, D. Hartama, I. O. Kirana, I. Gunawan, and A. Wanto, "Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST Backpropagation," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 7, no. 1, p. 175, 2020.
- [14] H. T. B. Tambunan, D. Hartama, and I. Gunawan, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Gas 3Kg Menggunakan Metode Backpropagation," *Tin: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 1, no. 9, pp. 479–488, 2021.
- [15] A. Wanto, M. Zarlis, Sawaluddin, and D. Hartama, "Analysis of Artificial Neural Network Backpropagation Using Conjugate Gradient Fletcher Reeves in the Predicting Process," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2017, vol. 930, no. 1, pp. 1–7.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] S. Adibya, P. Putra, P. Kasih, and J. Sahertian, "Implementasi Pola Penjualan Barang di Minimarket Menggunakan Metode Apriori," pp. 181–186, 2019.
- [19] M. Julham, S. Sumarno, F. Anggraini, A. Wanto, and S. Solikhun, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dalam Memprediksi Tingkat Kriminal di Kabupaten Simalungun Menggunakan Algoritma Backpropagation," *BRAHMANA: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, vol. 1, no. 1, pp. 64–73, 2019.
- [20] I. C. Saragih, D. Hartama, and A. Wanto, "Prediksi Perkembangan Jumlah Pelanggan Listrik Menurut Pelanggan Area Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 2, no. 1, pp. 48–54, 2020.
- [21] M. Situmorang, A. Wanto, and Z. M. Nasution, "Architectural Model of Backpropagation ANN for Prediction of Population-Based on Sub-Districts in Pematangsiantar City," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 98–106, 2019.
- [22] A. Wanto *et al.*, "Analysis of Standard Gradient Descent with GD Momentum And Adaptive LR for SPR Prediction," 2018, pp. 1–9.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] A. Wanto *et al.*, "Epoch Analysis and Accuracy 3 ANN Algorithm using Consumer Price Index Data in Indonesia," in *Proceedings of the 3rd International Conference of Computer, Environment, Agriculture, Social Science, Health Science, Engineering and Technology (ICEST)*, 2021, no. 1, pp. 35–41.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] A. Wanto, N. L. W. S. R. Ginantra, S. Hendraputra, I. O. Kirana, and A. R. Damanik, "Optimization of Performance Traditional Back-propagation with Cyclical Rule for Forecasting Model," *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, dan Rekayasa Komputer*, vol. 22, no. 1, pp. 51–82, 2022.