

Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation

Muhammad Thoriq^{1✉}

¹Universitas Adzkia

thoriq.if@adzkia.ac.id

Abstract

Artificial Neural Network (ANN) technique has developed rapidly in the field of estimation. ANN can predict based on data on events and related factors that existed in the past. ANN has advantages in parallel computing in classifying patterns. ANN is also capable of self-regulating the data to be processed without requiring an explicit function specification. The advantage of using ANN is the elimination of complex analytical and numerical iterative computations. The ANN method that is often used in prediction case studies is the Backpropagation Algorithm. This algorithm has the ability to solve problems in the real world by building trained methods that show good performance on large data scales and are able to overcome complex pattern recognition. This study aims to predict the demand for salt optimally using the ANN Method with the Backpropagation Algorithm at PT. Kurnia Garam Prosperous Padang City. This forecasting is needed because of the high cost of production with the large number of requests that occur to be more effective. Proper forecasting will be able to optimize production so that it can reduce the required production costs. The data processed is salt production data from 2016 to 2018 at PT. Kurnia Garam Prosperous. The momentum results obtained are 3-9-1 for dividing the data into 2, namely 24 training data and 12 test data. The optimal prediction result is 0.98946, so this research is very helpful in forecasting optimal and efficient production costs.

Keywords: Artificial Neural Network (ANN), Backpropagation, Salt Production, Cost Optimization, Forecasting.

Abstrak

Teknik Jaringan Saraf Tiruan (JST) telah berkembang dengan pesat dalam bidang perkiraan. JST dapat memprediksi berdasarkan data-data kejadian dan faktor-faktor yang terkait yang ada dimasa lalu. JST memiliki keunggulan dalam komputasi paralel dalam mengklasifikasikan pola. JST juga mampu mengatur dirinya sendiri terhadap data yang diproses tanpa memerlukan fungsi spesifikasi yang eksplisit. Keuntungan menggunakan JST adalah penghapusan perhitungan iteratif analitis dan numerik yang kompleks. Metode JST yang sering digunakan dalam studi kasus prediksi adalah Algoritma Backpropagation. Algoritma ini memiliki kemampuan dalam pemecahan masalah di dunia nyata dengan membangun metode terlatih yang menunjukkan kinerja yang baik dalam skala data yang luas dan mampu mengatasi pengenalan pola-pola yang rumit. Penelitian ini bertujuan meramal permintaan garam secara optimal menggunakan Metode JST dengan Algoritma Backpropagation pada PT. Kurnia Garam Sejahtera Kota Padang. Peramalan ini sangat dibutuhkan karena tingginya biaya produksi dengan banyaknya permintaan yang terjadi menjadi lebih efektif. Peramalan yang tepat dapat mengoptimalkan produksi sehingga dapat menekan biaya produksi yang dibutuhkan. Data yang diolah adalah data produksi garam tahun 2016 sampai dengan 2018 pada PT. Kurnia Garam Sejahtera. Hasil momentum yang didapatkan adalah 3-9-1 terhadap pembagian data menjadi 2, yaitu data latih sebanyak 24 buah dan data uji sebanyak 12 data uji. Hasil prediksi yang optimal adalah 0,98946, sehingga penelitian ini sangat membantu dalam peramalan biaya produksi yang optimal dan efisien.

Kata kunci: Jaringan Saraf Tiruan (JST), Backpropagation, Produksi Garam, Optimalisasi Biaya, Peramalan.

© 2022 JIdT

1. Pendahuluan

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) merupakan ilmu komputer yang mempelajari bagaimana menjadikan komputer bisa menyelesaikan pekerjaan serupa dan sebaik manusia bahkan bisa lebih baik dari pekerjaan manusia [1]. Tujuan penting dalam mengembangkan kecerdasan buatan adalah untuk membuat sesuatu teknologi ataupun mesin jadi lebih cerdas. Hasil dari proses ini dapat mempermudah pekerjaan manusia. Teknik Jaringan Saraf Tiruan (JST) saat ini telah berkembang pesat dan telah digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya bidang perkiraan. JST dapat digunakan untuk memperkirakan

apa yang akan terjadi dimasa akan datang berdasarkan data kejadian yang ada dimasa lalu serta faktor-faktor yang terkait. JST memiliki keuntungan besar dalam komputasi paralel untuk mengklasifikasikan pola. Kelebihan lain adalah mampu mengatur dirinya sendiri terhadap data yang akan diproses tanpa memerlukan fungsi spesifikasi yang eksplisit. Keuntungan menggunakan JST adalah penghapusan perhitungan iteratif analitis dan numerik yang kompleks. Kerugian JST, di sisi lain, mungkin waktu pelatihan yang panjang, yang tergantung pada data pelatihan, algoritma pelatihan, dan pemilihan awal bobot koneksi. [2]

Metode JST yang sering digunakan dalam studi kasus prediksi adalah, Backpropagation. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan serta umumnya dipakai oleh Perceptron dengan banyak lapisan untuk mengganti bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang terdapat pada lapisan tersembunyinya [3]. Backpropagation menggunakan model pembelajaran terbimbing yang dapat meminimalisir kesalahan pada output yang dihasilkan oleh jaringan karena menggunakan multilayer konsep [4]. Dalam jaringan Backpropagation, tiap bagian yang berada di lapisan input terhubung dengan tiap bagian di lapisan tersembunyi [5]. Begitu juga sebaliknya bagian pada lapisan output terhubung bagian dilapisan input [6]. Jaringan Backpropagation merupakan jaringan multilayer karena memiliki banyak lapisan. Bagian lapisan keluaran berasal dari bagian lapisan tersembunyi hal tersebut terjadi karena pola input dijadikan sebagai pola pelatihan [7].

Algoritma ini memiliki kemampuan dalam pemecahan masalah di dunia nyata dengan membangun metode terlatih yang menunjukkan kinerja yang baik dalam skala data yang luas dan mampu mengatasi pengenalan pola-pola yang rumit. Algoritma Backpropagation pertama kali diajukan oleh Seppo Linnainmaa mahasiswa Finlandia pada tahun 1970. Algoritma Backpropagation klasik yang menggunakan mekanisme meminimalkan fungsi kesalahan mengasumsikan bahwa ekspresi dalam fungsi kesalahan dapat dibedakan [8]. Kemampuan dari jaringan saraf tiruan Backpropagation dalam mempelajari data kompleks, multi dimensi, dan pemetaan non-linear dari data yang cukup besar sangat baik, sehingga menjadi salah satu pilihan metode untuk digunakan [9].

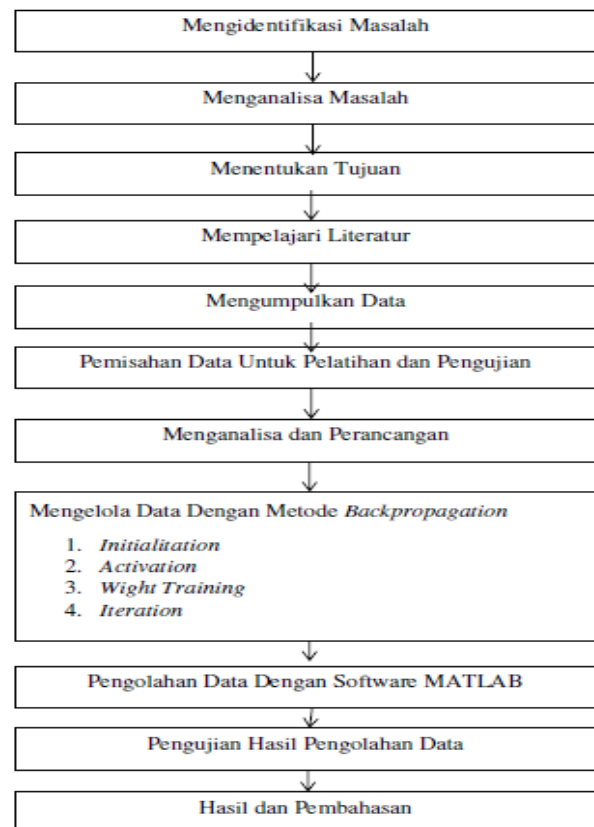
PT. Kurnia Garam Sejahtera Kota Padang merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi dan distribusi garam konsumsi maupun industri. Prediksi menggunakan JST Algoritma Backpropagation dalam memprediksi pasang surut air laut dengan total data adalah 1000. Hasil pengujian menunjukkan akurasi prediksi adalah 91.56 % dengan menggunakan 90 swarm, learning rate 0,9 dan iterasi sebanyak 20 kali [10]. Penelitian lain dengan menggunakan JST Algoritma Backpropagation untuk prediksi volume penggunaan air PDAM di kota Duri. Data aktual tahun 2016 sampai dengan 2017 adalah 2.840.165 sedangkan hasil perhitungan prediksi menggunakan JST Algoritma Backpropagation adalah 2,843,388. Jumlah epoch pelatihan adalah 4595 dan pencapaian MSE (Mean Squared Error) pada pengujian adalah 0,001 serta hasil akurasi yang didapatkan adalah 99,99900000% [11]. Selain itu juga penelitian tentang prediksi dan klasifikasi buku menggunakan metode backpropagation [12]. Penelitian lainnya yang melibatkan Algoritma Backpropagation adalah dalam menentukan klasifikasi 5 varietas padi melalui citra scan laser tiga dimensi (3D) [13], penentuan tingkat

kematangan sawit pada 116 citra tandan buah segar [14]. Metode ini juga berhasil mengenali aksara Lontara Bugis pada foto aksara yang diambil pada manuskrip kuno Bugis [15].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, JST Algoritma Backpropagation menghasilkan prediksi yang sangat baik dengan nilai prediksi di atas 90%. Untuk menghindari biaya produksi tinggi karena produksi garam yang berlebihan, dibutuhkan prediksi menggunakan Algoritma Backpropagation untuk memenuhi kebutuhan produksi garam pada PT. Kurnia Garam Sejahtera.

2. Metodologi Penelitian

Kerangka kerja penelitian adalah suatu alur sistematis yang digunakan dalam penelitian supaya penelitian yang dilakukan dapat tersusun secara sistematis dan diterima oleh semua pihak. Adapun kerangka kerja penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja yang akan dilakukan diuraikan kedalam petunjuk kerja lebih rinci. Petunjuk kerja diuraikan sebagai berikut:

2.1. Mengidentifikasi Ruang Lingkup Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal untuk menentukan rumusan masalah yang terjadi pada PT. Kurnia Garam Sejahtera yaitu penerapan metode Backpropagation

dalam menentukan prediksi jumlah stok garam, yang dilakukan peninjauan sistem yang diteliti untuk mengamati serta melakukan eksplorasi dalam dan menggali permasalahan yang ada pada sistem yang berjalan nanti.

2.2. Menganalisa Masalah

Langkah analisis masalah adalah untuk dapat memahami masalah yang telah ditentukan ruang lingkup atau batasannya. Artificial Neural Network adalah model komputasi pada jaringan syaraf biologis [16]. Dalam melakukan analisa sistem yang dilakukan pada metode Backpropagation untuk memprediksi dan mengklasifikasi buku. Proses metode Backpropagation dilakukan dengan mendefinisikan nilai awal untuk seluruh variabel yang diperlukan seperti menentukan jumlah lapisan tersembunyi, menentukan jenis aktivasi terbaik, menginisialisasi bobot, menganalisa pelatihan, mengukur kinerja ANN, dan menganalisis linier regresi berganda [17].

2.3. Menentukan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, maka tahap penentuan tujuan berguna untuk memperjelas kerangka tentang apa saja yang menjadi sasaran penelitian ini. Pada tahap ini ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma backpropagation untuk melakukan perkiraan terhadap stok garam untuk masa yang akan datang.

2.4. Mempelajari Literatur

Melalui studi literatur, dipelajari teori-teori yang berhubungan dengan JST, dasar matematika, dan khususnya tentang perkiraan atau peramalan. Sumbernya berupa buku, jurnal, paper, maupun situs internet yang berhubungan dengan JST.

2.5. Mengumpulkan Data

Mengumpulkan data adalah tindakan yang dilakukan untuk mengumpulkan semua data-data yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu penelusuran terhadap dokumen-dokumen yang ada untuk mendapatkan data jumlah stok garam dimasa lampau pada PT. Kurnia Garam Sejahtera.

2.6. Pemisahan Data Untuk Pelatihan dan Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pemisahan data, dimana data yang diperoleh dibagi menjadi dua bagian yaitu data pelatihan dan data pengujian. Data pelatihan merupakan kumpulan pasangan data masukan – keluaran berdasarkan pengetahuan yang telah dikumpulkan sebelumnya.

2.7. Menganalisa dan Perancangan

Pada tahap ini dilakukan analisa dan perancangan terhadap permasalahan yang ada berdasarkan data-data

yang telah dikumpulkan dengan tahapan-tahapan yang ada dalam metode Backpropagation

2.8. Mengelola Data Dengan Metode Backpropagation

Setelah menganalisa dan merancang, selanjutnya akan dilakukan pengolahan terhadap data yang diperoleh dari pengamatan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah *initialization*, *activation*, *weight training*, dan *iteration*.

2.9. Pengolahan Data Dengan Software MATLAB

Pada tahap ini data yang sudah diolah dan variabel yang sudah diperoleh diproses dengan menggunakan bantuan software Neural Network dengan MATLAB.

2.10. Pengujian Hasil Pengolahan Data

Ada mekanisme pengujian yang dilakukan adalah:

- Pengujian manual dengan menggunakan rumus. Dimana dalam mencari nilai dari variabel input dilakukan proses perubahan data kedalam bentuk matrix atau numeric pada masing-masing kriteria input.
- Pengujian dengan menggunakan software MATLAB untuk Neural Network dibandingkan dengan hasil prediksi yang didapat dengan menggunakan rumus.
- Pengujian dengan menggunakan software MATLAB juga dibandingkan dengan sistem rata – rata (Mean). Sehingga kita dapat menarik suatu kesimpulan terhadap hasil prediksi mana yang lebih mendekati, atau error-nya yang lebih kecil.

2.11. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini diuraikan hasil dari pengolahan dan pengujian data yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Backpropagation. Hasil dari metode tersebut dibandingkan dengan data-data riil yang ada untuk melihat tingkat persentase (%) keakuratannya.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang diolah adalah 36 periode yaitu 3 tahun data penjualan garam pada PT. Kurnia Garam Sejahtera tahun 2016 sampai dengan tahun 2018 terbagi atas tiga wilayah, Sumbar, Riau, dan Jambi. Data yang diolah adalah data yang telah di transformasi atau dinormalisasi.

Pada Tabel 1 dapat dilihat data latih yang digunakan, yakni tahun 2016 hingga 2017 dengan target tahun 2018. Tabel 2 merupakan hasil normalisasi data latih. Data ini telah dinormalisasi menggunakan Fungsi Sigmoid. Tabel 3 disajikan data uji yang digunakan, yakni tahun 2018 dengan target tahun 2019. Tabel 4 menyajikan hasil normalisasi data uji. Data ini juga telah dinormalisasi menggunakan Fungsi Sigmoid

Tabel 1. Data Latih Penjualan Garam (ton)

Tahun	Bulan	Wilayah Sumbar	Wilayah Riau	Wilayah Jambi	Total
2016	Januari	1.007.590	232.521	310.028	1.550.139
	Februari	930.442	214.717	286.290	1.431.449
	Maret	788.132	181.877	242.502	1.212.510
	April	965.841	222.886	297.182	1.485.909
	Mei	943.222	217.667	290.222	1.451.111
	Juni	873.101	201.485	268.646	1.343.232
	Juli	784.486	181.035	241.380	1.206.902
	Agustus	1.079.969	249.224	332.298	1.661.490
	September	1.159.646	267.611	356.814	1.784.070
	Oktober	883.195	203.814	271.752	1.358.761
	November	1.082.988	249.920	333.227	1.666.136
	Desember	978.990	225.921	301.228	1.506.138
2017	Januari	822.141	189.725	252.967	1.264.833
	Februari	523.992	120.921	161.228	806.141
	Maret	641.343	148.002	197.336	986.681
	April	716.962	165.453	220.604	1.103.019
	Mei	1.248.947	288.218	384.291	1.921.457
	Juni	716.272	165.294	220.391	1.101.957
	Juli	997.805	230.263	307.017	1.535.084
	Agustus	820.875	189.433	252.577	1.262.884
	September	844.048	194.780	259.707	1.298.535
	Oktober	798.307	184.225	245.633	1.228.164
	November	643.581	148.519	198.025	990.124
	Desember	256.978	59.303	79.070	395.350

Tabel 2. Data Latih Penjualan Garam (%)

Tahun	Bulan	Wilayah Sumbar	Wilayah Riau	Wilayah Jambi	Target
2016	Januari	0,7377	0,2165	0,2686	1
	Februari	0,7257	0,2045	0,2526	0
	Maret	0,5901	0,1824	0,2232	0
	April	0,7096	0,2100	0,2600	1
	Mei	0,6944	0,2065	0,2553	0
	Juni	0,6473	0,1956	0,2408	0
	Juli	0,5645	0,1780	0,2224	0
	Agustus	0,7864	0,2277	0,2836	1
	September	0,8399	0,2401	0,3001	1
	Oktober	0,6540	0,1972	0,2429	0
	November	0,7884	0,2282	0,2842	1
	Desember	0,7185	0,2120	0,2627	0
2017	Januari	0,7377	0,2165	0,2686	1
	Februari	0,6130	0,1835	0,2302	0
	Maret	0,4125	0,1414	0,1685	0
	April	0,4914	0,1596	0,1928	1
	Mei	0,5423	0,1714	0,2085	1
	Juni	0,9000	0,2539	0,3185	1
	Juli	0,5418	0,1713	0,2083	0
	Agustus	0,7311	0,2150	0,2666	1
	September	0,6121	0,1875	0,2300	0
	Oktober	0,6277	0,1911	0,2348	1
	November	0,5970	0,1840	0,2253	0
	Desember	0,4929	0,1600	0,1933	0

Tabel 3. Data Uji Penjualan Garam (ton)

Tahun	Bulan	Wilayah Sumbar	Wilayah Riau	Wilayah Jambi	Total
2018	Januari	803.359	185.391	247.187	803.359
	Februari	700.239	161.594	215.458	700.239
	Maret	718.539	165.817	221.089	718.539
	April	768.309	177.302	236.403	768.309
	Mei	814.866	188.046	250.728	814.866
	Juni	624.096	144.022	192.029	624.096
	Juli	942.581	217.519	290.025	942.581
	Agustus	827.809	191.033	254.711	827.809
	September	736.794	170.029	226.706	736.794
	Oktober	742.749	171.404	228.538	742.749
	November	728.485	168.112	224.149	728.485
	Desember	747.853	172.581	230.109	747.853

Tabel 4. Data Uji Setelah Normalisasi

Tahun	Bulan	Wilayah Sumbar	Wilayah Riau	Wilayah Jambi	Target
2018	Januari	0.60036	0.18479	0.22635	1
	Februari	0.53101	0.16879	0.20501	0
	Maret	0.54332	0.17163	0.20880	1
	April	0.57679	0.17935	0.21910	1
	Mei	0.60809	0.18658	0.22873	1
	Juni	0.47981	0.15697	0.18926	0
	Juli	0.69398	0.20640	0.25515	1
	Agustus	0.61680	0.18859	0.23141	0
	September	0.55559	0.17446	0.21257	0
	Oktober	0.55960	0.17539	0.21381	1
	November	0.55001	0.17317	0.21085	0
	Desember	0.56303	0.17618	0.21486	1

Setelah hasil transformasi diketahui, maka dilakukan penetapan nilai input, nilai target, learning rate (α), dan epoch, Berikut ini analisa masalah dengan menggunakan arsitektur 3-9-1 dengan parameter:

Learning rate : 0,1
 Bias : 1
 Batas Show : 200
 Epoch Maksimum : 10000
 Momentum : 0,8

Berikut satu sample pengujian peramalan yang digunakan dalam jaringan saraf tiruan backpropagation dengan pola arsitektur jaringan 3-9-1 (3 variabel input, 9 Hidden Jaringan dan 1 Variabel Target Output Jaringan) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian

Item	Wilayah Sumbar	Wilayah Riau	Wilayah Jambi	Hasil
Data	1.007.590	232.521	310.028	1.550.139 ton
Target	0.7377	0.2165	0.2686	1
Prediksi	0.7377	0.2165	0.2686	0.9895%

Berdasarkan pengujian pada Tabel 5, maka hasil prediksi yang optimal didapat adalah 0.98946 yaitu hampir mendekati nilai Target 1. Sehingga kemungkinan kesalahan yang terjadi adalah 0.00011 atau 0.01%. Maka perlu penelitian ini memiliki akurasi yang sangat tinggi dan dapat dijadikan rekomendasi untuk melakukan peramalan tahun berikutnya, sehingga biaya produksi dapat dilakukan sangat optimal.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan implementasi dan pengujian dengan menggunakan bahasa pemrograman matlab, maka dapat disimpulkan bahwa arsitektur Jaringan yang paling tepat digunakan untuk perkiraan produksi garam yang optimal dengan jaringan saraf tiruan menggunakan algoritma backpropagation dengan momentum adalah 3-9-1 dengan membagi data menjadi 2 bagian yaitu 24 data pelatihan dan 12 data pengujian, dan mendapatkan hasil yang optimal 0,98946, sehingga penelitian ini sangat membantu

dalam peramalan biaya produksi yang optimal. Hasil penelitian dari data – data yang telah dilatihkan dan diuji menunjukkan bahwa ketiga wilayah tidak selalu menunjukkan produktivitas yang baik. Hal ini disebabkan karena jumlah kebutuhan garam setiap wilayah selalu berbeda-beda.

Daftar Rujukan

- [1]. Rahayu, R. Wihandika, R. C. & Perdana, R. S. (2018). Implementasi Metode *Backpropagation* Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4) 1547–1552.
- [2]. Darius P., Andrius K., Audrius K., Vaiva Š., Rytis M., and Robertas D. (2019), "Predicting the Frequency Characteristics of Hybrid Meander Systems Using a Feed-Forward *Backpropagation* Network", *Electronics* 2019, 8, 85; doi:10.3390/electronics8010085
- [3]. Ismanto, E., Effendi, N., & Cynthia, E. P. (2018). Implementation of *Backpropagation* Artificial Neural Networks to Predict Palm Oil Price Fresh Fruit Bunches. *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, 2(1), 26. DOI: <https://doi.org/10.30645/ijistech.v2i1.17>.
- [4]. Yessa, A. R., & Hardjianto, M. (2020). Prediction of Water Use Using *Backpropagation* Neural Network Method and Particle Swarm Optimization. *Bit-Tech* 2(3).
- [5]. Putri, D. A., Hananto, B., Afrizal, S., & Pangaribuan, A. B. (2019). Prediksi Program Studi Berdasarkan Nilai Siswa dengan Algoritma *Backpropagation* (Studi Kasus SMAN 6 Depok Jurusan IPS). *Informatik Jurnal Ilmu Komputer*, 15(2).
- [6]. Windarto, A. P., Lubis, M. R., & Solikhun, S. (2018). Model Arsitektur Neural Network dengan Backpropagation Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional. *Klik Jurnal Ilmiah Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 5(2), 147. DOI: <https://doi.org/10.20527/klik.v5i2.148>
- [7]. Norhikmah, N., & Rumini, R. (2020). Klasifikasi Peminjaman Buku Menggunakan Neural Network *Backpropagation*. *Jurnal SISTEMASI*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v9i1.562>.
- [8]. Zbigniew G. (2018), "*Backpropagation* algorithm with fractional derivatives", *ITM Web of Conferences* 21, 00004, <https://doi.org/10.1051/itmconf/20182100004>
- [9]. Nur Y., Fathur Z.R., Nurwahidah J., Era P., dan Fachruryo. (2018), "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Citra Sidik Jari Pada Smart Home", *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, Vol. 5, No. 5, Oktober 2018, hlm. 597-604. DOI: 10.25126/jtiik2018551032.

- [10]. Nerfita N., Hendra K., Nola R., dan Denny K. (2018), "Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Dengan Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Pasang Surut Air Laut", Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), Vol. 5, No. 5, Oktober 2018, hlm. 605-612. DOI: 10.25126/jtiik2018551055.
- [11]. Budy S. (2018), "Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*", Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), Vol. 2 No. 3, hal: 674-686, DOI: <https://doi.org/10.29207/resti.v2i3.575>
- [12]. R. Rahmiyanti., Sarjon D., dan Yuhandri Y (2021), "Prediksi dan Klasifikasi Buku Menggunakan Metode *Backpropagation*", Jurnal Informasi dan Teknologi Vol. 3 No. 3 (2021) 109-114. DOI: 10.37034/jidt.v3i3.116
- [13]. Feng, X., He, P., Zhang, H., Yin, W., Qian, Y., Cao, P., & Hu, F. (2019). Rice Seeds Identification Based on Back Propagation Neural Network Model. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 12(6), 122–128. DOI: <http://doi.org/10.25165/j.ijabe.20191206.5044> .
- [14]. Minarni, M., Salumbae, R., & Hasbi, Z. (2018). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Pengolahan Citra Untuk Klasifikasi Kematangan TBS Kelapa Sawit. Komunikasi Fisika Indonesia, 15(1), 36. DOI: <http://doi.org/10.31258/jkfi.15.1.36-45> .
- [15]. Moham, N., Dwiyanto, F. A., Pakpahan, H. S., Islamiyah, I., & Setyadi, H. J. (2019). Pengenalan Karakter Tulisan Menggunakan Metode *Backpropagation* Neural Network. Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi, 1(2), 14. DOI: <http://doi.org/10.30872/jsakti.v1i2.2601> .
- [16]. Hasan, N. F., Kusriani, K., & Fatta, H. A. (2019). Analisis Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Penjualan air Minum dalam Kemasan. Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI), 3(1). DOI: <https://doi.org/10.30872/jurti.v3i1.2290> .
- [17]. Sovia, R., Yanto, M., & Melati, P. (2020). Prediksi Jumlah Kunjungan Wisata Mancanegara dengan Algoritma Backpropagation. Jurnal Media Informasi Budidarma, 4(2). DOI: <http://doi.org/10.30865/mib.v4i2.2048>.