

Pengendalian Persediaan Darah untuk Pasien dengan Hemoglobin Rendah Menggunakan Metode Backpropagation

Elyandri Prasiwiningrum^{1✉}

¹Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) Rokania

eprasiwiningrum@gmail.com

Abstract

The Blood Transfusion Unit (UTD) of the Rokan Hulu Regional General Hospital (RSUD) has an important role to fulfill the demand for blood from patients. Patients who need blood donation are patients with low hemoglobin levels. The problem faced by the UTD-RS is that they have not been able to meet the needs of each patient's blood request optimally. The reason is because it is not able to predict the need for blood that will come. To see the pattern of blood demand and then determine the appropriate inventory control method to assist the planning process for the fulfillment of blood supply at UTD in the next period. Materials (data) and Methods: The data processed in this study were patient data and blood demand data from January 2020 to January 2021. The data were sourced from the Laboratory Installation and UTD at the Rokan Hulu Hospital. The data is divided into training data and testing data. Then the blood demand data is processed by normalizing it first and then the prediction process is carried out using the Backpropagation method. Then analyzed and tested with the help of Matlab software. This study uses the best network architecture pattern produced is 5-5-1 with an accuracy rate of 68% and a Mean Squared Error value of 0.198. The backpropagation method used is able to help UTD Rokan Hulu Hospital to find out the blood needs that must be met so that the blood supply can be controlled. So that every blood request from patients with low hemoglobin can be met quickly.

Keywords: Control, Blood, Hemoglobin, Backpropagation, Matlab.

Abstrak

Unit Transfusi Darah (UTD) Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Rokan Hulu mempunyai peran penting untuk memenuhi permintaan darah dari pasien. Pasien yang membutuhkan donor darah adalah pasien dengan kadar hemoglobin rendah. Permasalahan yang dihadapi pihak UTD-RS yaitu belum mampu dalam memenuhi kebutuhan setiap permintaan darah dari pasien secara maksimal. Penyebabnya adalah karena tidak mampu memprediksi kebutuhan darah yang akan datang. Melihat pola permintaan darah dan kemudian menentukan metode pengendalian persediaan yang sesuai untuk membantu proses perencanaan pemenuhan persediaan darah di UTD pada periode selanjutnya. Data yang diolah dalam penelitian ini adalah data pasien dan data permintaan darah pada bulan Januari tahun 2020 sampai dengan bulan Januari tahun 2021. Data tersebut bersumber dari Instalasi Laboratorium dan UTD RSUD Rokan Hulu. Data dibagi menjadi data training dan data testing. Kemudian data permintaan darah tersebut diolah dengan cara dinormalisasikan terlebih dahulu dan selanjutnya dilakukan proses prediksi menggunakan metode Backpropagation. Selanjutnya dianalisa dan diuji dengan bantuan software Matlab. Penelitian ini menggunakan pola arsitektur jaringan terbaik yang dihasilkan adalah 12-5-1 dengan tingkat akurasi 99,6% dan nilai Mean Squared Error 0,52. Metode backpropagation yang dipakai mampu membantu UTD RSUD Rokan Hulu untuk mengetahui kebutuhan darah yang harus dipenuhi sehingga persediaan darah dapat dikendalikan. Sehingga setiap permintaan darah dari pasien dengan hemoglobin rendah dapat terpenuhi dengan cepat.

Kata kunci: Pengendalian, Blood, Hemoglobin, Backpropagation, Matlab.

INFEB is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Teknologi informasi komputer dan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dalam beberapa tahun terakhir, banyak proses baru dan teknologi baru telah muncul diantaranya adalah Jaringan Syaraf Tiruan [1]. Kecerdasan Buatan dalam ilmu komputer banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan peramalan atau prediksi, terutama yang berbasis pada data time-series (history). Salah satu cabang kecerdasan buatan yang digunakan untuk peramalan atau prediksi adalah jaringan syaraf tiruan dengan algoritma Backpropagation [2].

Pengendalian persediaan (stock control) adalah usaha yang dilakukan oleh perusahaan dalam penyediaan barang-barang yang dibutuhkan untuk proses produksi agar terpenuhi secara optimal sehingga proses produksi berjalan dengan lancar dan mengurangi adanya resiko yang akan terjadi seperti kekurangan barang serta perusahaan dapat memperoleh biaya persediaan sekecil-kecilnya yang akan menguntungkan perusahaan [3]

Manajemen persediaan harus dimiliki setiap organisasi karena persediaan merupakan aset perusahaan yang paling mahal. Manajemen persediaan yang baik sangat penting, namun di sisi lain konsumen bisa kecewa jika

tidak dapat menjalankan usahanya tanpa persediaan, menghentikan proses produksi, dan tidak memiliki akses barang. Untuk alasan ini, manajer operasi perlu mengoordinasikan dua aspek [4].

Belum adanya perencanaan persediaan darah yang efisien membuat sering tidak terpenuhinya permintaan darah dari pasien yang menyebabkan pasien kesulitan dalam melakukan transfusi darah. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan pelayanan terhadap masyarakat khususnya bagi pasien yang membutuhkan darah, diperlukan suatu perbaikan sistem pengendalian persediaan darah di UTD rumah sakit khususnya di RSUD Rokan Hulu.

Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation digunakan untuk Peramalan dalam mengoptimalkan produksi sehingga dapat menekan biaya produksi yang dibutuhkan. Hasil prediksi yang optimal adalah 0,98946, sehingga metode Backpropagation dapat membantu dalam peramalan biaya produksi yang optimal dan efisien [5]. Backpropagation juga digunakan untuk memprediksi tingkat inflasi. Mampu menghasilkan tingkat kesalahan prediksi yang baik dengan nilai MSE sebesar 0,00000424. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma tersebut dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam memprediksi tingkat inflasi [6].

Penelitian terdahulu juga telah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) juga telah digunakan untuk prediksi curah hujan harian dan bulanan dengan hasil koefisien korelasi (R), Root-Mean-Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), masing-masing sebesar 0,8063, 0,2487, dan 0,0932 untuk curah hujan harian. 0,8012, 0,0731 dan 0,0578 untuk curah hujan bulanan. Perbandingan kemudian dilakukan, yang menunjukkan akurasi prediksi bulanan yang lebih tinggi daripada curah hujan harian. Hasilnya dapat diandalkan untuk membantu dalam memprediksi curah hujan harian dan bulanan secara akurat dan cepat [7].

Penerapan metode Backpropagation juga digunakan untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih. Setelah melakukan proses latihan data dan uji data didapat jumlah kebutuhan air bersih yang diprediksi sesuai data uji dengan minimum error [8]. Penelitian tentang prediksi permintaan beras pada tahun 2021 memperlihatkan bahwa menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation menunjukkan prediksi yang baik yang pada penelitian ini hasil terbaik terdapat pada arsitektur 7-50-200-300-250-300-1 dengan MSE = 0.001278, RMSE = 0,301950 di proses pelatihan dan hasil MSE = 0.002391, RMSE = 0.204972 di proses pengujian [9]. Dan masih banyak lagi penelitian lainnya yang menerapkan algoritma Backpropagation dengan hasil lebih baik [10] - [23]. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengendalikan persediaan darah pasien dengan hemoglobin rendah menggunakan metode Backpropagation.

2. Metodologi Penelitian

Kerangka kerja penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah adalah merumuskan masalah yang terjadi pada objek penelitian serta memberikan batasan dari permasalahan yang diteliti.

b. Menganalisa Masalah

Menganalisa masalah adalah langkah untuk dapat memahami masalah yang telah ditentukan ruang lingkup atau batasannya.

c. Menentukan Tujuan

Menentukan tujuan berdasarkan pada ruang lingkup masalah yang bertujuan untuk memperjelas kerangka tentang apa saja yang menjadi sasaran dari penelitian ini.

d. Mempelajari Literatur

Mempelajari literatur dengan memahami permasalahan, studi Pustaka menggunakan penelitian terdahulu sebagai pedoman dan acuan penelitian berdasarkan metode Backpropagation dan teori pengendalian persediaan.

e. Mengumpulkan Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang didapat dari Rumah Sakit Umum Daerah Rokan Hulu (RSUD) Rokan Hulu di bagian Unit Transfusi Darah (UTD). Data tersebut adalah Data Permintaan Darah Pasien pada bulan Januari 2020 sampai dengan Desember 2021. Pengumpulan data tersebut dilakukan dengan dua cara yang sudah lazim digunakan, yaitu wawancara terhadap petugas atau kepala UTD dan mengumpulkan data hasil dokumentasi bagian UTD tersebut.

f. Merancang Jaringan Syaraf Tiruan

Tahap merancang Jaringan Syaraf Tiruan adalah merancang sistem yang akan dibangun yaitu menggunakan algoritma Backpropagation. Beberapa arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan tersebut adalah Jaringan Lapisan Tunggal, Jaringan Banyak Lapisan dan Jaringan Lapisan Kompetitif [24].

g. Implementasi

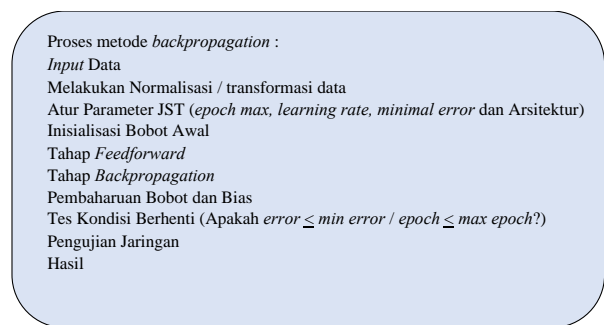
Tahap Implementasi dilakukan dengan cara mengelola data dengan Metode Backpropagation adalah melakukan pengolahan data yang diperoleh dari pengamatan.

h. Pengujian Hasil

Tahap pengujian dilakukan dengan cara mengolah data dengan Software MATLAB ini mengolah data yang sudah diolah dan variabel yang sudah diperoleh, diproses dengan menggunakan bantuan software Neural Network dengan MATLAB.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses metode Backpropagation dilakukan dengan mendefinisikan nilai awal untuk variabel-variabel yang diperlukan seperti menentukan nilai input, menentukan nilai output, menentukan nilai bobot, menentukan nilai bias, menentukan learning rate (α) dan nilai batas ambang/threshold (θ). Algoritma Backpropagation yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Metode Backpropagation

3.1. Input Data

Data kemudian dibagi menjadi dua dan diolah menggunakan algoritma Backpropagation, data bulan Januari sampai dengan Desember 2020 digunakan

sebagai data Training, sedangkan data pada bulan Juli sampai dengan Desember 2021 digunakan sebagai data Testing, sehingga menghasilkan data prediksi permintaan darah untuk masa yang akan datang.

Tabel 2. Variabel Data Input

Variabel	Keterangan
X1	Data Januari - Juni 2019
X2	Data Juli - Desember 2019
X3	Data Januari - Juni 2020
X4	Data Juli - Desember 2020
X5	Data Januari - Juni 2021
TARGET	Data Juli - Desember 2021

3.2. Melakukan Normalisasi/transformasi data

Proses normalisasi data yaitu dengan menentukan nilai tertinggi dan terendah pada data jenis dan jumlah permintaan darah. Sebelum data diproses terlebih dahulu data dinormalisasikan dengan menerapkan fungsi sigmoid (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1). Maka tranformasi data yang dilakukan dengan interval yang lebih kecil [0,1;0.9].

Tabel 3. Data Training dan Testing setelah dilakukan Normalisasi

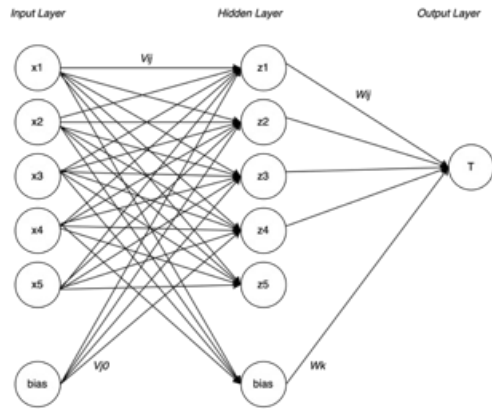
Gol. Darah	x1	x2	x3	x4	x5	T
A+	0,566	0,600	0,544	0,494	0,752	0,658
AB+	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
B+	0,706	0,658	0,706	0,783	0,900	0,571
O+	0,900	0,900	0,900	0,900	0,828	0,900

3.3. Atur Parameter JST (epoch max, learning rate, minimal error dan arsitektur)

Langkah awal untuk melakukan proses pelatihan adalah harus menentukan parameter jaringannya, parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Input Layer, dengan 5 node.
- b. Hidden Layer, dengan jumlah node 5 yang dapat ditentukan oleh pengguna.
- c. Output Layer, dengan 1 simpul dimana nilai rata (T) sebagai nilai yang dijadikan prediksi untuk mengetahui jumlah permintaan darah untuk masa yang akan datang.
- d. Epoch yang digunakan adalah 1000 sampai 5000.
- e. Nilai Laerning Rate nya adalah 0,1
- f. Nilai Goal adalah 0,001

Jumlah lapisan sebagaimana yang telah ditentukan, maka dapat digambarkan arsitektur JST yang digunakan dalam penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur JST Backpropagation

3.4. Inisialisasi Bobot Awal

Inisialisasi bobot awal adalah nilai bobot yang diberikan secara acak dengan nilai yang relatif kecil. Tahap selanjutnya memasukkan nilai-nilai parameter pelatihan JST dengan metode backpropagation momentum dengan arsitektur jaringan 5-5-1 dengan sampel perhitungan manual data jenis dan jumlah permintaan darah dari bulan Januari tahun 2019 sampai dengan bulan Desember tahun 2021. Inisialisasi bobot awal menuju Hidden Layer pada Tabel 3 dan Hidden Layer menuju Output Layer pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Bias dari Input Layer Menuju Hidden Layer

Bias	1	2	3	4	5
V_j	0,96	0,39	0,93	0,90	0,62

Tabel 4. Nilai Bias dari Hidden Layer Menuju Output Layer

Bias	1
W_j	0,74

3.5. Tahap Feedforward

Jika kondisi berhenti bernilai false, lakukan Feedforward. Tahap feedforward merupakan tahap aliran perambatan maju dimana setiap Neuron Input Layer menerima sinyal dari data input yang kemudian diteruskan menuju Neuron Hidden layer dan dari Neuron Hidden Layer diteruskan kembali menuju Neuron Output Layer.

3.6. Tahap Backpropagation

Tahap backpropagation akan menghitung setiap perubahan-perubahan bobot yang menuju hidden layer dan output layer dilakukan koreksi yang disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Koreksi Bobot Pada Setiap Unit Keluaran (Output)

x	$\Delta V1$	$\Delta V2$	$\Delta V3$	$\Delta V4$	$\Delta V5$
1	-0,000113	-0,000077	-0,000307	-0,000014	-0,000136
2	-0,000120	-0,000082	-0,000325	-0,000015	-0,000145
3	-0,000108	-0,000074	-0,000295	-0,000013	-0,000131
4	-0,000099	-0,000067	-0,000268	-0,000012	-0,000119
5	-0,000150	-0,000102	-0,000408	-0,000018	-0,000181

Tabel 6. Koreksi Nilai Bias Pada Hidden Layer

Bias	v_j
1	-0,000199
2	-0,000136
3	-0,000542
4	-0,000024
5	-0,000241

3.7. Pembaharuan (Update) Bobot dan Bias

Pada tahapan ini yaitu menghitung perubahan bobot dan bias dari input layer menuju hidden layer maupun dari hidden layer menuju output layer dari input layer menuju hidden layer yang disajikan pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10.

Tabel 7. Perubahan Bobot Dari Input Layer Menuju Hidden Layer

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
V1	0,0356	-0,2366	0,3879	0,7683	-0,7155
V2	-0,3244	-0,2112	-0,0147	0,7092	0,3035
V3	0,8767	0,5131	-0,8949	-0,6787	-0,8787
V4	-0,1602	0,9625	-0,9626	0,6392	0,9992
V5	0,3896	-0,7118	0,7944	-0,5667	-0,5660

Tabel 8. Perubahan Bobot Dari Hidden Layer Menuju Output Layer

Bobot	Y
W1	0,4222
W2	0,2631
W3	0,9659
W4	0,0951
W5	0,4234

Tabel 9. Perubahan Nilai Bias dari Input Layer ke Hidden Layer

Bias	V_j
V_{j01}	0,9638
V_{j02}	0,3906
V_{j03}	0,9340
V_{j04}	0,8974
V_{j05}	0,6237

Tabel 10. Perubahan Bias Dari Hidden Layer Menuju Output Layer

Bias	1
w_k	0,7417

3.8. Tes Kondisi Berhenti (Apakah error < min error / epoch < max epoch?)

Proses pelatihan JST akan berhenti apabila menemui salah satu dari dua kondisi proses pelatihan JST yaitu nilai keluaran (output) sudah mencapai target atau epoch telah mencapai iterasi maksimal (maximum epoch).

3.9. Pengujian Jaringan

Gunakan perubahan nilai bobot dan bias dari hidden layer menuju output layer, nilai bobot dan nilai bias dari hidden layer menuju output layer pada proses pelatihan terbaik, namun sebagai gambaran proses pengujian jaringan secara manual menggunakan nilai bobot dan bias pada epoch pertama. Hasil proses disajikan pada Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14.

Tabel 11. Bobot Dari Input Ke Hidden Layer

Bobot	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
V1	0,0356	-0,2366	0,3879	0,7683	-0,7155

V2	-0,3244	-0,2112	-0,0147	0,7092	0,3035
V3	0,8767	0,5131	-0,8949	-0,6787	-0,8787
V4	-0,1602	0,9625	-0,9626	0,6392	0,9992
V5	0,3896	-0,7118	0,7944	-0,5667	-0,5660

Tabel 12. Bobot Dari Hidden Layer Ke Output

Bobot	W1	W2	W3	W4	W5
Y	0,42	0,26	0,97	0,10	0,42

Tabel 13. Bias Input Ke Hidden

Bias	1	2	3	4	5
Vj	0,9638	0,3906	0,9340	0,8974	0,6237

Tabel 14. Bias Hidden Ke Output

BIAS	1
wj	0,7417

3.10. Hasil

Tahapan-tahapan yang dilakukan menggunakan metode backpropagation telah diperoleh nilai keluaran

Tabel 16. Perbandingan Hasil Prediksi dengan Target yang akan dicapai

Jenis	Data Target	Output	Err or	Hasil Prediksi	Data Aktual prediksi	Selisih	Akurasi Prediksi (%)
A+	0,233	0,994	-0,786	17,321	3	14,321	17
AB+	0,233	0,992	-0,759	20,088	3	17,088	15
B+	0,633	0,999	-0,366	20,232	12	8,232	59
O+	0,811	0,995	-0,184	20,142	16	4,142	79

4. Kesimpulan

Setelah melakukan tahapan proses penelitian mengenai Implementasi algoritma Backpropagation untuk mengendalikan persediaan darah transfusi pasien dengan hemoglobin rendah, maka disimpulkan bahwa Metode Backpropagation dapat digunakan untuk memprediksi jenis dan jumlah darah transfusi dengan akurasi 68%. Sehingga penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi dalam penentuan jenis dan jumlah permintaan darah transfusi dimasa yang akan datang.

Daftar Rujukan

[1] Zhang, J., & Qu, S. (2021). Optimization of backpropagation neural network under the adaptive genetic algorithm. *Complexity*, 2021. doi: 10.1155/2021/1718234.

[2] Aulia, R. (2018). Penerapan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Berdasarkan Tingkat Hunian Hotel. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 4(2), 115-122. doi: 10.33330/jurteksiv4i2.45.

[3] Pang, M., Dewi, L. P., & Yulia, Y. (2021). Implementasi Sistem Administrasi dan Inventory Control pada Warehouse UD. *X. Jurnal Infra*, 9(1), 59-63.

[4] Kadafi, M. A., & Delvina, A. (2021, September). Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan safety stock optimum. In *FORUM EKONOMI (Vol. 23, No. 3, pp. 553-560)*.

[5] Thoriq, M. (2022). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 27-32. doi: 10.37034/jidt.v4i1.178.

[6] Purnawansyah, P., Havaluddin, H., Setyadi, H. J., Wong, K., & Alfred, R. (2019). An inflation rate prediction based on backpropagation neural network algorithm. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 3(2). doi: 10.29099/ijair.v3i2.112.

(output) berupa hasil prediksi. Namun dalam proses pelatihan hanya sampai pada epoch pertama sebab digunakan sebagai gambaran analisa sistem dengan metode backpropagation. Perbandingan nilai output dan target akan didapat nilai error yang terjadi selama pelatihan JST seperti dimuat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Prediksi Jaringan Saraf Tiruan Epoch Pertama

Jenis	Data Target	Output	Err or	Hasil Prediksi
A+	0,233	0,994	-0,786	17,321
AB+	0,233	0,992	-0,759	20,088
B+	0,633	0,999	-0,366	20,232
O+	0,811	0,995	-0,184	20,142

Hasil prediksi dari contoh perhitungan manual menggunakan metode backpropagation berupa nilai output yang dicapai setelah pelatihan yang kemudian dibandingkan dengan target yang akan dicapai. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 16.

[7] Nguyen, H. N., Nguyen, T. A., Ly, H. B., Tran, V. Q., Nguyen, L. K., Nguyen, M. V., & Ngo, C. T. (2021). Prediction of daily and monthly rainfall using a backpropagation neural network. *Journal of Applied Science and Engineering*, 24(3), 367-379. doi: 10.6180/jase.202106_24(3).0012.

[8] Purba, N. K., Saragih, R., & Nurhayati, N. (2021). Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih di Kota Binjai Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus: PDAM Tirta Sari Binjai). *ALGORITMA: JURNAL ILMU KOMPUTER DAN INFORMATIKA*, 5(2).

[9] Zamsuri, A., Supriadi, S., & Vebby, V. (2020, December). IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK PREDIKSI NILAI AKREDITASI PROGRAM STUDI (STUDI KASUS: UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI). In *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer (Vol. 1, No. 1, pp. 315-322)*.

[10] Salimu, S. A., & Yunus, Y. (2020). Prediksi Tingkat Kedatangan Wisatawan Asing Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 98-103. doi: 10.37034/infv2i4.50.

[11] Kurniawan, M. H., & Defit, S. (2020). Pemetaan Promosi dalam Penjaringan Calon Mahasiswa Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 21-26. doi: 10.37034/infv2i1.17.

[12] Syofneri, N., & Defit, S. (2019). Implementasi Metode Backpropagation untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Uji Kopetensi Siswa. *Jurnal informasi dan Teknologi*, 12-17. doi: 10.37034/jidt.v1i4.13.

[13] Abidin, N. A., Assidiq, M., & Qaslim, A. (2021). SISTEM PREDIKSI KELULUSAN MAHASISWA DENGAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK. *Jurnal Ilmiah Maju*, 4(2), 1-5.

[14] Pawoko, M. A. G. (2018). Prediksi Jumlah Permintaan Semen Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

- [15] Sirait, I. L., Gultom, J. M., Tindaon, J., Tampubolon, R. J., & Mawaddah, W. J. PERAMALAN TINGKAT PRODUKTIVITAS KEDELAI DI INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(2).
- [16] Yanto, M., Mandala, E. P. W., Putri, D. E., & Yuhandri, Y. (2018). Peramalan Penjualan Pada Toko Retail Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 2(3). doi: 10.30865/mib.v2i3.811.
- [17] Rozi, M. F., Hartama, D., Sari, I. P., Dewi, R., & Siregar, Z. A. (2022). Backpropagation Model in Predicting the Location of Prospective Freshman Schools for Promotion Optimization. *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, 1(1), 23-30. doi: 10.55123/jomlai.v1i1.161.
- [18] Zamroni, M. R., & Mujilawati, S. (2022). METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI PENJUALAN PAKAIAN PADA DISTRO DI LAMONGAN. *Mnemonic: Jurnal Teknik Informatika*, 5(1), 26-30. doi: 10.36040/mnemonic.v5i1.4459.
- [19] Dzulfikar, A., Ramsari, N., & Sutjiningtyas, S. (2021). Implementasi Peramalan Penjualan Produk Di Pt. Prima Per Tradea Utama Menggunakan Metode Artificial Neural Network. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(2).
- [20] Lesnussa, Y. A., & Risamasu, E. (2020). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Meramalkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Di Provinsi Maluku. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(2), 89-96. doi: 10.31851/sainmatika.v17i2.3434.
- [21] Sari, E. Y., Kusriani, K., & Sunyoto, A. (2021). Analisis Akurasi Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Backpropagation Untuk Prediksi Mahasiswa Dropout. *Creative Information Technology Journal*, 6(2), 85-95. doi: 10.24076/citec.2019v6i2.235.
- [22] 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), 1-10. doi: 10.30872/jurti.v3i1.2290.
- [23] Sofian, I. M., & Apriani, Y. (2017). Metode Peramalan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus Peramalan Curah Hujan Kota Palembang). *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 40(2), 87-91.