



Penerapan Artificial Neural Network dengan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Harga Saham (Kasus: PT. Bank BCA, Tbk)

Ihda Innar Ridho^{1*}, Cerah Fitri Ramadhani², Agus Perdana Windarto³

¹Universtias Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, Indonesia

^{2,3}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹*ihdaridho@uniska-bjm.ac.id, rcerahfitri@gmail.com, agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Abstract

The Indonesia Stock Exchange (IDX) is a marketplace where individuals and investors can purchase or invest their capital in stocks for potential profits. There are currently 800 listed companies on the IDX, and one of them is PT Bank BCA Tbk, the largest private bank in Indonesia with a capital of Rp 42.93 trillion. Stocks serve as securities that demonstrate an investor's ownership in a company. In order to predict the future stock prices of companies, especially PT Bank BCA, and to increase the chances of profit for investors, an analysis is necessary. The purpose of this study is to create a forecast model using the Artificial Neural Network (ANN) method to predict the stock price of Bank BCA. Historical stock price data from Yahoo Finance (finance.yahoo.com) from 2016 to 2022 was used as the dataset. The goal of this research is to examine the effectiveness of the Backpropagation method in predicting Bank BCA's stock price. This research provides valuable information and considerations for investors when deciding whether to buy, hold, or sell their stocks. The accuracy rate of this research is 91.66666667%, with a testing MSE of 0.0010000650, and a total of 7695 epochs.

Keywords: Prediction, Artificial Neural Network, Backpropagation

Abstrak

Bursa Efek Indonesia (BEI) merupakan pasar modal dan bursa saham yang ada di Indonesia. Tercatat 800 saham perusahaan telah terdaftar di Bursa Efek Indonesia, salah satunya adalah PT Bank BCA Tbk yang merupakan bank swasta terbesar di Indonesia dengan jumlah modal Rp 42,93 triliun. Saham merupakan surat berharga sebagai bukti kepemilikan investor dalam suatu perusahaan. Banyak golongan masyarakat maupun investor membeli ataupun menanamkan modalnya ke dalam pasar saham dengan harapan mendapatkan keuntungan. Untuk itu diperlukan suatu analisis untuk memprediksi arah maupun harga saham sebagai upaya memperkirakan berapa harga saham khususnya pada perusahaan PT Bank BCA yang akan muncul dimasa depan serta untuk meningkatkan peluang keuntungan investor dalam mengambil keputusan investasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model peramalan berdasarkan metode Artificial Neural Network untuk meramalkan harga saham Bank BCA. Dalam hal ini dataset yang digunakan adalah data-data historis harga saham bank BCA yang bersumber dari Yahoo Finance (finance.yahoo.com) periode 2016-2022. Tujuan adalah menganalisis penggunaan metode Backpropagation dalam memprediksi harga saham BCA. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, mampu memberikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan bagi investor dalam mengambil keputusan untuk memutuskan membeli, menahan atau menjual sahamnya. Penelitian ini memiliki tingkat akurasi 91.66666667 % dan MSE testing sebesar 0.0010000650 serta menghasilkan 7695 epoch.

Kata kunci: Prediksi, Artificial Neural Network, Backpropagation

1. PENDAHULUAN

Kinerja harga saham yang positif penting bagi suatu perusahaan karena merupakan salah satu alasan utama mengapa investor membeli saham sebagai investasi pada suatu perusahaan. Tentunya investasi ini sangat diperlukan oleh perusahaan karena membutuhkan banyak uang dalam usahanya. Salah satu cara

untuk mendapatkan modal adalah dengan menerbitkan dan menjual saham di pasar modal atau bursa efek sebagai perantara. Saat ini bank sebagai lembaga keuangan memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan perekonomian nasional. Oleh karena itu, harga saham juga memegang peranan penting bagi bank. PT Bank BCA Tbk merupakan salah satu bank swasta terbesar di Indonesia dengan jumlah modal mencapai Rp 42,93 triliun. PT. Bank BCA, Tbk merupakan salah satu perusahaan perbankan terbesar di Indonesia yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Dalam mengambil keputusan investasi, harga saham BCA menjadi salah satu faktor yang penting untuk dipertimbangkan. Oleh karena itu, penerapan Neural Network (NN) dalam memprediksi harga saham BCA dapat membantu para investor dan analis keuangan dalam mengambil keputusan investasi yang tepat.

Beberapa penelitian mengenai Neural Network yang pernah dilakukan diantaranya oleh A. Santoso dan S. Hansun [1] dalam riset mereka yang menyatakan bahwa untuk merencanakan strategi bisnisnya dan memperoleh keuntungan para investor memerlukan prediksi harga saham dengan menggunakan metode Back Propagation Neural Network (BPNN). Hal ini sangat membantu pengambilan keputusan bagi para investor dalam membeli saham. R.B. Purnama [2] menyatakan bahwa penerapan Artificial Neural Network (ANN) dapat digunakan untuk memprediksi pasar saham. ANN menunjukkan pendekatan yang efektif untuk tujuan yang bersifat umum untuk mengetahui pola, klasifikasi, clustering dan khususnya peramalan time series dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

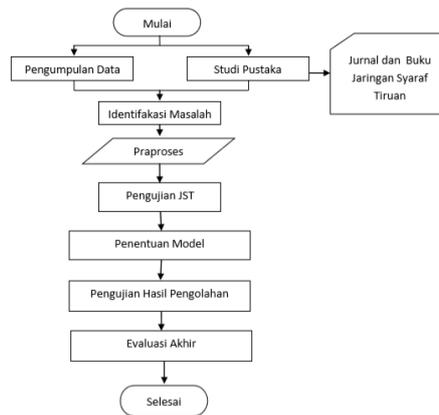
Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan peramalan atau prediksi terhadap harga saham. J. S. Putra, R. D. Ramadhani, and A. Burhanuddin [3] dalam jurnalnya mengatakan bahwa data time series saham di BEI (1 Januari 2008 s.d 1 Juni 2020) dapat digunakan untuk meramalkan prediksi saham berikutnya yang tentu saja sangat berguna untuk para investor. Pada penelitian kali ini data-data yang akan digunakan adalah data harga saham PT Bank BCA Tbk yang akan diolah menggunakan metode Neural Network Backpropagation. Data yang akan digunakan adalah data harga saham harian selama 6 tahun, yaitu dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021.

Penerapan NN dalam memprediksi harga saham telah dilakukan oleh banyak peneliti [4-12]. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang cukup baik dalam memprediksi harga saham menggunakan NN. Namun, masih terdapat gap antara hasil prediksi yang dihasilkan oleh NN dengan harga saham yang sebenarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa gap dalam penerapan NN dalam memprediksi harga saham PT. Bank BCA, Tbk menggunakan metode backpropagation. Metode backpropagation merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pelatihan ANN. Metode ini bekerja dengan menghitung galat antara hasil prediksi ANN dengan nilai sebenarnya, lalu mengembalikan galat tersebut ke dalam jaringan untuk menyesuaikan bobot-bobot pada setiap neuron. Dengan menggunakan metode backpropagation, diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi harga saham BCA dan mengurangi gap antara hasil prediksi dengan nilai sebenarnya. Dalam kesimpulannya, penerapan NN dalam memprediksi harga

saham PT Bank BCA, Tbk menggunakan metode backpropagation dapat membantu para investor dan analis keuangan dalam mengambil keputusan investasi yang tepat. Namun, perlu dilakukan analisa gap untuk memastikan akurasi prediksi ANN dalam memprediksi harga saham BCA.

2. METODOLOGI PENELITIAN

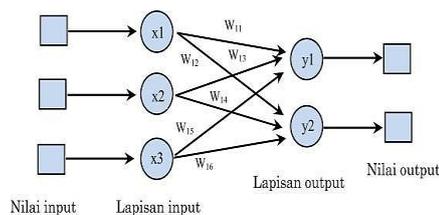
Beberapa metode dan algoritma yang digunakan dalam penelitian dibahas di sini, meliputi jaringan saraf tiruan, backpropagation, mean square error, dan harga saham.



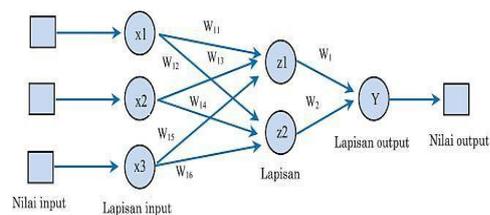
Gambar 1. Alur Kerja Penelitian

2.1. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Jaringan saraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (human cognition). Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik yang mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan saraf biologi, dengan asumsi pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron), sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghujung-penghubung, penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal, untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang [4].



Gambar 2. Jaringan Layer tunggal



Gambar 3. Jaringan Layer jamak

2.1. Backpropagation

Backpropagation merupakan metode pembelajaran jaringan ANN yang paling umum digunakan. Metode ini bekerja melalui proses secara iteratif dengan menggunakan sekumpulan contoh data (data training), membandingkan nilai prediksi dari jaringan dengan setiap contoh. Dalam setiap proses, bobot relasi dalam jaringan dimodifikasi untuk meminimalkan nilai Mean Square Error (MSE) antara nilai prediksi dari jaringan dengan nilai sesungguhnya. Modifikasi relasi ANN tersebut dilakukan dengan arah mundur, dari layer keluaran hingga layer pertama dari layer hidden sehingga metode ini disebut sebagai back propagation. Langkah-langkah dalam proses pembelajaran dengan menggunakan algoritma back-propagation adalah sebagai berikut:

- a) Menginisialisasi bobot jaringan secara acak (biasanya, antara -1.0 hingga 1.0).
- b) Untuk setiap contoh data (data training), melakukan penghitungan keluaran berdasarkan bobot jaringan pada saat tersebut.
- c) Melakukan proses penghitungan nilai error untuk setiap keluaran (output) dan hidden node (neuron) dalam jaringan. Bobot relasi jaringan dimodifikasi.
- d) Mengulangi langkah pada poin 2 hingga kondisi yang diinginkan tercapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diambil dari dari Yahoo Finance (finance.yahoo.com) yaitu daftar harga saham PT Bank BCA Tbk dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Data dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Mentah Harga Saham Pt Bank Bca Tbk

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	Rp2,620	Rp3,060	Rp4,545	Rp5,635	Rp6,480	Rp6,760
Februari	Rp2,695	Rp3,090	Rp4,635	Rp5,515	Rp6,290	Rp6,710
Maret	Rp2,660	Rp3,310	Rp4,660	Rp5,510	Rp5,525	Rp6,215
April	Rp2,610	Rp3,550	Rp4,420	Rp5,750	Rp5,170	Rp6,405
Mei	Rp2,600	Rp3,430	Rp4,540	Rp5,820	Rp5,190	Rp6,375
Juni	Rp2,665	Rp3,630	Rp4,295	Rp5,995	Rp5,695	Rp6,025
Juli	Rp2,890	Rp3,740	Rp4,655	Rp6,190	Rp6,240	Rp5,970
Agustus	Rp3,010	Rp3,790	Rp4,960	Rp6,100	Rp6,275	Rp6,550
September	Rp3,140	Rp4,060	Rp4,830	Rp6,070	Rp5,420	Rp7,000
Oktober	Rp3,105	Rp4,180	Rp4,730	Rp6,290	Rp5,790	Rp7,475
November	Rp2,860	Rp4,070	Rp5,210	Rp6,280	Rp6,205	Rp7,275
Desember	Rp3,100	Rp4,380	Rp5,200	Rp6,685	Rp6,770	Rp7,300

3.1. Pendefinisian Input dan Target

Data harus diubah ke dalam bentuk angka antara 0 sampai dengan 1. Untuk data pelatihan digunakan data harga saham dengan 4 data input yaitu data tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dengan target tahun 2020 sedangkan untuk data pengujian menggunakan 4 data input yaitu data tahun 2017 sampai dengan 2020 dengan target tahun 2021.

Tabel 2. Daftar Kriteria Data Pelatihan dan Pengujian

Data Pelatihan			Data Pengujian		
No	Kriteria	Keterangan	No	Kriteria	Keterangan
1	X1	Data Tahun 2016	1	X1	Data Tahun 2017
2	X2	Data Tahun 2017	2	X2	Data Tahun 2018
3	X3	Data Tahun 2018	3	X3	Data Tahun 2019
4	X4	Data Tahun 2019	4	X4	Data Tahun 2020
5	Target	Data Tahun 2020	5	Target	Data Tahun 2021

3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab, aplikasi perangkat lunak yang dapat menyelesaikan soal-soal matematika. Data ditransformasikan dengan rumus :

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

Tabel 3. Daftar Transformasi data Pelatihan

	X1	X2	X3	X4	Target
Pola1	Rp2,620	Rp3,060	Rp4,545	Rp5,635	Rp6,480
Pola2	Rp2,695	Rp3,090	Rp4,635	Rp5,515	Rp6,290
Pola3	Rp2,660	Rp3,310	Rp4,660	Rp5,510	Rp5,525
Pola4	Rp2,610	Rp3,550	Rp4,420	Rp5,750	Rp5,170
Pola5	Rp2,600	Rp3,430	Rp4,540	Rp5,820	Rp5,190
Pola6	Rp2,665	Rp3,630	Rp4,295	Rp5,995	Rp5,695
Pola7	Rp2,890	Rp3,740	Rp4,655	Rp6,190	Rp6,240
Pola8	Rp3,010	Rp3,790	Rp4,960	Rp6,100	Rp6,275
Pola9	Rp3,140	Rp4,060	Rp4,830	Rp6,070	Rp5,420
Pola10	Rp3,105	Rp4,180	Rp4,730	Rp6,290	Rp5,790
Pola11	Rp2,860	Rp4,070	Rp5,210	Rp6,280	Rp6,205
Pola12	Rp3,100	Rp4,380	Rp5,200	Rp6,685	Rp6,770

Tabel 4. Daftar Transformasi data pengujian

	X1	X2	X3	X4	Target
Pola13	Rp3,060	Rp4,545	Rp5,635	Rp6,480	Rp6,760
Pola14	Rp3,090	Rp4,635	Rp5,515	Rp6,290	Rp6,710
Pola15	Rp3,310	Rp4,660	Rp5,510	Rp5,525	Rp6,215
Pola16	Rp3,550	Rp4,420	Rp5,750	Rp5,170	Rp6,405
Pola17	Rp3,430	Rp4,540	Rp5,820	Rp5,190	Rp6,375
Pola18	Rp3,630	Rp4,295	Rp5,995	Rp5,695	Rp6,025
Pola19	Rp3,740	Rp4,655	Rp6,190	Rp6,240	Rp5,970
Pola20	Rp3,790	Rp4,960	Rp6,100	Rp6,275	Rp6,550
Pola21	Rp4,060	Rp4,830	Rp6,070	Rp5,420	Rp7,000
Pola22	Rp4,180	Rp4,730	Rp6,290	Rp5,790	Rp7,475
Pola23	Rp4,070	Rp5,210	Rp6,280	Rp6,205	Rp7,275
Pola24	Rp4,380	Rp5,200	Rp6,685	Rp6,770	Rp7,300

3.3. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan ini memiliki lapisan-lapisan, yaitu lapisan masukan (*input*), lapisan keluaran (*output*) dan beberapa lapisan tersembunyi (*hidden*). Parameter-

parameter dalam pembentukan jaringan backpropagation menggunakan 4 variabel input layer, 1 hidden layer dan 1 output layer. Adapun model arsitektur yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik dalam jaringan syaraf tiruan ini adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Pembuatan Arsitektur

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 hidden layer
Data Input	4
Hidden Layer	8, 16, 24, 32,40,48
Goal	0.01
Maksimum Epochs	2500000
Learning Rate	0.1
Training Function	traingd

3.4. Pemilihan Arsitektur Terbaik

Setelah selesai melakukan pelatihan dan pengujian terhadap model 4-8-1,4-16-1,4-24-1,4-32-1,4-40-1, 4-48-1 menggunakan data-data yang ada, maka di hasilkan output berupa akurasi kebenaran, jumlah epochs dan MSE dari setiap model. Arsitektur yang terbaik dapat dilihat dari tingkat akurasi kebenaran, sedikit banyaknya epochs dan besar kecil nya MSE. Berikut adalah data akurasi, jumlah epochs dan MSE dari model yang telah diuji :

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Model

Model	4-8-1	4-16-1	4-24-1	4-32-1	4-40-1	4-48-1
MSE	0.0010000408	0.0009997842	0.0009997642	0.0010008208	0.0010001950	0.0010000650
Epochs	315347	10639	18151	8275	4414	7695
Akurasi	83,34%	75%	83,34%	75%	83,34%	91,67%

Berdasarkan hasil diatas maka didapat model arsitektur terbaik diantara model 4-8-1, 4-16-1, 4-24-1, 4-32-1, 4-40-1, 4-48-1 adalah model 4-48-1 dengan akurasi kebenaran 91,67%, jumlah epochs 7695 dan MSE sebesar 0.0010000650. Berikutnya model ini dapat digunakan untuk memprediksi harga saham PT Bank BCA Tbk.

3.5. Pemilihan Arsitektur Terbaik

Berikut hasil pelatihan dan pengujian model arsitektur 4-48-1 :

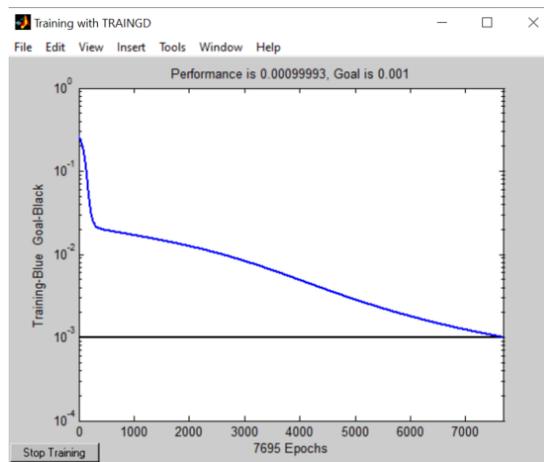
Tabel 7. Hasil pengujian

No	Real	Target	ANN 4-48-1			
			Output	Error	SSE	Hasil
1	Pola 13	0.7704	0.7325	0.0379	0.0014364100	Benar
2	Pola 14	0.7614	0.7850	-0.0236	0.0005569600	Benar
3	Pola 14	0.6717	0.6462	0.0255	0.0006502500	Benar
4	Pola 15	0.7061	0.7031	0.0030	0.0000090000	Benar
5	Pola 16	0.7007	0.7481	-0.0474	0.0022467600	Salah



No	Real	Target	ANN 4-48-1			
			Output	Error	SSE	Hasil
6	Pola 17	0.6373	0.6063	0.0310	0.0009610000	Benar
7	Pola 18	0.6273	0.6779	-0.0506	0.0025603600	Salah
8	Pola 19	0.7324	0.7587	-0.0263	0.0006916900	Benar
9	Pola 20	0.8139	0.8080	0.0059	0.0000348100	Benar
10	Pola 21	0.9000	0.8612	0.0388	0.0015054400	Benar
11	Pola 22	0.8638	0.8309	0.0329	0.0010824100	Benar
12	Pola 23	0.8683	0.8520	0.0163	0.0002656900	Benar
Total					0.0120007800	91.6667
MSE					0.0010000650	%

Dari tabel diatas arsitektur terbaik 4-48-1 menunjukkan MSE=0.0010000650 dengan tingkat akurasi 91.6667%.



Gambar 4. Hasil Pengujian

3.6. Proses Prediksi harga saham PT Bank BCA Tbk

Berikut hasil prediksi harga saham Bank BCA dengan model arsitektur 4-48-1 :

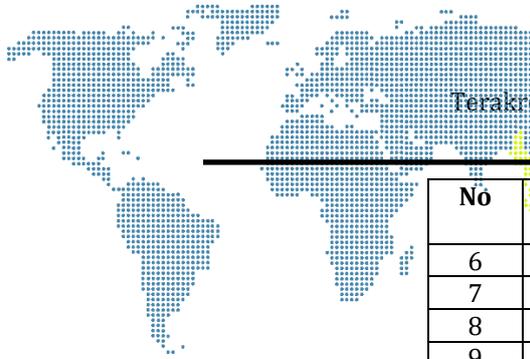
$$\text{Prediksi} = \frac{(\text{Output}-0,1)(b-a)}{0,8} + a \tag{2}$$

Keterangan :

- Output = Data Normalisasi;
- b = Data Maksimal Asli ;
- a = Data Minimal Asli/

Tabel 7. Hasil Prediksi Harga Saham Pt Bank Bca Tbk Tahun 2022

No	Real	Target	ANN 4-48-1	
			Output	Prediksi
1	Pola 13	0.7704	0.7325	Rp 6,551
2	Pola 14	0.7614	0.7850	Rp 6,840
3	Pola 15	0.6717	0.6462	Rp 6,074
4	Pola 16	0.7061	0.7031	Rp 6,388
5	Pola 17	0.7007	0.7481	Rp 6,637



No	Real	Target	ANN 4-48-1	
			Output	Prediksi
6	Pola 18	0.6373	0.6063	Rp 5,854
7	Pola 19	0.6273	0.6779	Rp 6,249
8	Pola 20	0.7324	0.7587	Rp 6,695
9	Pola 21	0.8139	0.8080	Rp 6,967
10	Pola 22	0.9000	0.8612	Rp 7,261
11	Pola 23	0.8638	0.8309	Rp 7,094
12	Pola 24	0.8683	0.8520	Rp 7,210

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation dapat digunakan untuk mencari model dalam memprediksi harga saham PT Bank BCA TBK. Dari enam arsitektur yang di uji yaitu 4-8-1,4-16-1,4-24-1,4-32-1,4-40-1, 4-48-1, didapatkan arsitektur 4-48-1 adalah arsitektur terbaik dengan akurasi 91.6667%. dan MSE 0.0010000650. Berdasarkan hasil prediksi harga saham PT Bank BCA Tbk tahun 2022 dapat dilihat bahwa harga saham tersebut mengalami kenaikan yang sangat signifikan, hal ini meupakan kabar baik untuk para investor guna menjual saham nya di harga terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Santoso and S. Hansun, "Prediksi IHSG dengan Backpropagation Neural Network," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 313–318, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i2.887.
- [2] R. B. Purnama, "Perancangan Prediksi Untuk Menentukan Indeks Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *Kinetik*, vol. 2, no. 2, p. 125, 2017, doi: 10.22219/kinetik.v2i2.190.
- [3] J. S. Putra, R. D. Ramadhani, and A. Burhanuddin, "Prediksi Harga Saham Bank Bri Menggunakan Algoritma Linear Regresion Sebagai Strategi Jual Beli Saham," *J. Dinda Data Sci. Inf. Technol. Data Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.20895/dinda.v2i1.273.
- [4] A. Novita, "Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Bank Terbesar Di Indonesia Dengan Metode Backpropagation Neural Network," *Jutisi*, vol. 05, no. 01, pp. 965–972, 2009.
- [5] R. Utrilla-Catalan, R. Rodríguez-Rivero, V. Narvaez, V. Díaz-Barcos, M. Blanco, and J. Galeano, "Growing Inequality in the Coffee Global Value Chain: A Complex Network Assessment," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 2, pp. 1–27, 2022, doi: 10.3390/su14020672.
- [6] N. A. Ramadhanty, U.- Farouk, and S.- Poerbo, "The Influence of International Coffee Prices and Rupiah Exchange Rate on Export Volume of Coffee in Central Java," *JOBS (Jurnal Of Business Studies)*, vol. 7, no. 1, p. 15, 2022, doi: 10.32497/jobs.v7i1.3633.
- [7] F. S. Islami, P. K. Prasetyanto, and A. D. Setiawan, "Analysis of determinants of coffee exports in Indonesia Fitrah," *INOVASI: Jurnal Ekonomi, Keuangan dan Manajemen*, vol. 18, no. (Special Issue), pp. 61–67, 2022, doi: 10.29264/jinv.v18i0.11239.
- [8] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, "Predicting School Participation in Indonesia using Back-Propagation Algorithm Model," *International Journal of Control and Automation*, vol. 11, no. 11, pp. 57–68, 2018.
- [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, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012057.
- [10] A. Perdana, S. Defit, and A. Wanto, “Optimalisasi Parameter dengan Cross Validation dan Neural Back-propagation Pada Model Prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 01, no. 11, pp. 34–42, 2021, doi: 10.21456/vol11iss1pp34-42.
- [11] D. N. Agus Perdana Windarto, M. S. H. Anjar Wanto, Frinto Tambunan, M. R. L. Muhammad Noor Hasan Siregar, and D. N. Solikhun, Yusra Fadhillah, *Jaringan Saraf Tiruan: Algoritma Prediksi dan Implementasi*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [12] E. Kurniawan, H. Wibawanto, and D. A. Widodo, “Implementasi Metode Backpropogation dengan Inisialisasi Bobot Nguyen Widrow untuk Peramalan Harga Saham,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 1, p. 49, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201961904.