

PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK MEMPREDIKSI HARGA NIKEL

Daviana Widya Maurora Putri¹⁾, Sanjani Veronika Pandiangan²⁾, Antonius Yudhi Anggoro³⁾

¹ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma

¹email: 211414053@student.usd.ac.id

² Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma

²email: 211414046@student.usd.ac.id

³ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma

³email: yudhianggoro@usd.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, termasuk nikel. Harga komoditas nikel selalu berubah-ubah didasarkan pada harga pasar nikel dunia. Hal ini dipengaruhi oleh persediaan, penawaran, dan permintaan nikel di pasar global. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga nikel pada bulan Mei sampai Desember 2024 dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan syaraf tiruan dilatih menggunakan algoritma backpropagation dengan parameter pembelajaran (learning rate) 0,1, target MSE 10^{-6} , dan maksimum epoch 1000. Data penelitian yang digunakan merupakan data rata-rata harga nikel di setiap bulan, dalam periode Januari 2010 - April 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur jaringan yang terbaik adalah arsitektur jaringan yang terdiri satu layer input dengan 6 neuron, 3 hidden layer berturut-turut dengan 16-18-20 neuron, satu layer output dengan satu neuron. Pelatihan jaringan arsitek ini berhenti setelah mencapai target pada epoch ke -150. Dari bulan Mei sampai Desember 2024, harga nikel diprediksi akan mencapai harga tertinggi pada bulan Juli (\$18421,11 per ton) dan akan mencapai harga terendah pada bulan November (\$9612,80 per ton).

Keywords: Harga Nikel, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Prediksi

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah, salah satunya sumber daya mineral yang tersebar di hampir seluruh nusantara (Agung & Adi, 2022). Sumber daya mineral logam yang keberadaannya melimpah di Indonesia adalah nikel. Menurut *United States Geological Survey* (USGS), Indonesia saat ini memiliki cadangan nikel terbesar didunia, dimana dari 2,67 juta ton nikel yang diproduksi di seluruh dunia, Indonesia telah memproduksi sebanyak 800 ribu ton nikel (Agung & Adi, 2022).

Meskipun tidak dapat diperbarui, nikel tetap menjadi salah satu sumber daya alam yang paling dicari oleh banyak negara (Suryanto, 2022). Selain sebagai bahan untuk meningkatkan perekonomian, nikel juga dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan baterai lithium pada produksi kendaraan listrik, sebagai salah satu bahan dalam pembuatan baja tahan karat di bidang konstruksi dan arsitektur, serta produksi

senjata, baju besi, dan pelat baja pada kegiatan militer (Sihotang & Suandika, 2023).

Berdasarkan paparan di atas, untuk kemajuan teknologi yang terus berkembang, nikel adalah salah satu sumber daya mineral logam yang paling banyak digunakan. Menurut Rozaq (2023), ada kemungkinan besar berbagai negara akan menggunakan nikel sebagai tenaga listrik di masa depan. Mengingat nikel merupakan penghasil tenaga listrik yang praktis, nikel menjadi bahan komoditas yang memiliki potensi daya jual tinggi yang dapat menguntungkan negara di masa depan (Rozaq, 2023).

Harga komoditas nikel di Indonesia didasarkan pada harga dunia *London Metal Exchange* (LME) yang dipengaruhi oleh persediaan, penawaran, dan permintaan nikel di pasar global (Yenny & Wahyudi, 2023). Harga nikel yang selalu berubah-ubah menginspirasi peneliti untuk melakukan prediksi harga nikel pada bulan Mei sampai Desember 2024. Prediksi harga nikel diharapkan dapat membantu pihak terkait, baik

produsen maupun konsumen, untuk menentukan strategi penjualan ataupun pembelian nikel supaya memperoleh hasil dan keuntungan yang maksimal. Jaringan Syaraf tiruan dapat digunakan untuk melakukan prediksi ini.

Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) merupakan salah satu kecerdasan buatan yang dirancang untuk memproses informasi dan didesain dengan meniru cara kerja saraf otak manusia berfungsi untuk membantu menyelesaikan suatu permasalahan melalui proses belajar (Fitriyanti, 2022). Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dibuat untuk menggeneralisasikan model matematika yang berasal dari pemahaman manusia yang didasarkan asumsi bahwa pada elemen sederhana (neuron) terjadi pemrosesan informasi (Lesnussa, Latuconsina, & Persulesy, 2015). Berdasarkan paparan diatas, dapat disimpulkan bahwa JST merupakan salah satu kecerdasan buatan yang memiliki cara kerja mirip dengan otak manusia dan memiliki kemampuan untuk memproses informasi, lalu membuat kesimpulan dari informasi tersebut. Tiga hal yang menentukan JST ialah yaitu arsitektur jaringan, metode pelatihan, dan fungsi aktivasi.

Algoritma Backpropagation merupakan salah satu metode Jaringan Syaraf Tiruan yang dapat digunakan untuk membuat prediksi (Windarto, 2020). Algoritma Backpropagation termasuk dalam jaringan lapisan jamak dengan 3 layer utama, yaitu input layer (masukan), hidden layer (penghubung antara input layer dan output layer) serta output layer (keluaran atau hasil yang di inginkan), dengan metode pelatihan *supervised learning* karena pola yang disampaikan ke dalam JST telah diketahui outputnya. Berdasarkan analisis terdahulu, beberapa penelitian terkait penerapan JST Backpropagation yang sudah dilakukan yaitu untuk pengenalan pola tanda tangan (Octariadi & Brianorman, 2020), mengklasifikasi status gizi pada balita (Pratama & Darmawan, 2021), peramalan penjualan produk (Satria, 2020), dan memprediksi curah hujan (Fitriyanti, 2023).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan memanfaatkan Jaringan Syaraf Tiruan. Penelitian dilakukan dengan bantuan

Matlab dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian



Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data penelitian, yaitu data historis rata-rata harga nikel di setiap bulannya, dalam periode Januari 2010 April 2024. Data tersebut kemudian dinormalisasi dan dibagi menjadi data pelatihan (*training*), data pengujian (*testing*), dan data prediksi. Penelitian dilanjutkan dengan membangun arsitektur jaringan menggunakan Matlab untuk kemudian dilakukan pelatihan jaringan dan pengujian jaringan untuk menentukan arsitektur jaringan terbaik. Prediksi harga nikel akan dilakukan menggunakan arsitektur jaringan terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data rata-rata harga nikel di setiap bulannya, dalam periode Januari 2010 - April 2024 yang diperoleh dari url:

<https://id.investing.com/commodities/nickel-historical-data>.

Tabel 1. Data rata-rata harga nikel di setiap bulannya, dalam periode Januari 2010 - 2024

	2010	...	2024
Jan	18357,39	...	16324,43
Feb	18950,44	...	16563,57
Mar	22520,90	...	17664,50
Apr	25918,47	...	18366,19
Mei	21972,94	...	-
Jun	19358,05	...	-
Jul	19589,45	...	-
Agu	21417,16	...	-
Sep	22643,10	...	-
Okt	23819,95	...	-
Nov	23017,70	...	-
Des	24075,00	...	-

Normalisasi Data

Sebelum diproses, data di normalisasikan dahulu sebagai tahap data *preprocessing*. Normalisasi data dilakukan menggunakan normalisasi min-max sebagai berikut.

$$x' = \frac{0,8 \cdot (x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} + 0,1$$

Keterangan:

x' = data hasil normalisasi

x = data awal

x_{min} = data terkecil

x_{max} = data terbesar

Data yang sudah dinormalisasikan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data rata-rata harga nikel yang telah dinormalisasi

	2010	...	2024
Jan	0,3735084327	...	0,3180348249
Feb	0,3896912295	...	0,3245602637
Mar	0,4871189214	...	0,3546014685

Apr	0,5798288597	...	0,3737486029
Mei	0,472166556	...	-
Jun	0,4008136241	...	-
Jul	0,407127871	...	-
Agu	0,4570008133	...	-
Sep	0,4904532814	...	-
Okt	0,522566094	...	-
Nov	0,5006750484	...	-
Des	0,5295257538	...	-

Dari data di atas dibuat data input berupa himpunan vektor berdimensi 6x1. Dari proses ini diperoleh 167 data input. Data kemudian dibagi menjadi tiga kelompok diantaranya, data latih (yang terdiri dari 120 data), data uji (yang terdiri dari 46 data), dan data prediksi (yang terdiri dari 1 data).

Tabel 3. Data Latih

Input	Data ke-		
	1	...	120
1	0,3735084327	...	0,2511422333
2	0,3896912295	...	0,2440122246
3	0,4871189214	...	0,2221905654
4	0,5798288597	...	0,1978932174
5	0,472166556	...	0,1956111743
6	0,4008136241	...	0,2061460793
Target	0,407127871	...	0,2209266742

Tabel 4. Data Uji

Input	Data ke-		
	1	...	46
1	0,244012224	...	0,377551823
2	0,222190565	...	0,342701789
3	0,197893217	...	0,326692457
4	0,195611174	...	0,318034824
5	0,206146079	...	0,324560263
6	0,220926674	...	0,354601468
Target	0,238244308	...	0,373748602

Tabel 5. Data Prediksi

Input	Data ke-
	1
1	0,3427017898
2	0,3266924571
3	0,3180348249

4	0,3245602637
5	0,3546014685
6	0,3737486029

Arsitektur Jaringan

Berikut adalah model arsitektur jaringan yang akan diuji pada penelitian ini.

Tabel 6. Arsitektur Jaringan

	Input Layer	Hidden Layer	Output Layer
Model 1	6 neuron	1 hidden layer dengan 8 neuron	1 neuron
Model 2	6 neuron	1 hidden layer dengan 12 neuron	1 neuron
Model 3	6 neuron	1 hidden layer dengan 16 neuron	1 neuron
Model 4	6 neuron	2 hidden layer dengan masing-masing 8 neuron	1 neuron
Model 5	6 neuron	2 hidden layer dengan masing-masing 12 neuron	1 neuron
Model 6	6 neuron	2 hidden layer dengan masing 16	1 neuron
Model 7	6 neuron	3 hidden layer dengan berturut-turut 8, 10, dan 12	1 neuron
Model 8	6 neuron	3 hidden layer dengan berturut-turut 16, 18, dan 20	1 neuron
Model 9	6 neuron	3 hidden layer dengan berturut-turut 22, 26, dan 30	1 neuron
Model 10	6 neuron	4 hidden layer dengan berturut-turut 8, 10, 12, dan 16	1 neuron

Seluruh model jaringan dibuat menggunakan fungsi aktivasi logsig. Selanjutnya akan dilakukan pelatihan jaringan untuk menentukan model jaringan terbaik yang akan digunakan untuk prediksi.

Pelatihan Jaringan

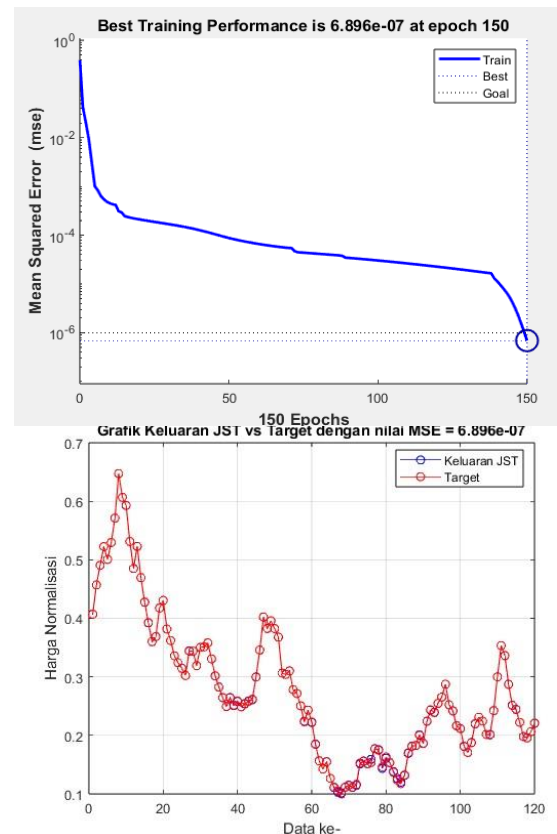
Pelatihan jaringan dilakukan menggunakan Matlab dengan parameter pembelajaran (*learning rate*) 0,1, target MSE 10^{-6} , dan maksimum epoch 1000. Berikut data yang dihasilkan dari pelatihan jaringan.

Tabel 7. Hasil Pelatihan jaringan

Model	MSE	Epoch
Model 1	$1,6619 \times 10^{-4}$	1000
Model 2	$4,452 \times 10^{-5}$	1000
Model 3	$9,9122 \times 10^{-7}$	410
Model 4	$9,7873 \times 10^{-7}$	237
Model 5	$9,8744 \times 10^{-7}$	166
Model 6	$9,4008 \times 10^{-7}$	87
Model 7	$9,5503 \times 10^{-7}$	136
Model 8	$6,896 \times 10^{-7}$	150
Model 9	$8,3639 \times 10^{-7}$	120
Model 10	$8,5612 \times 10^{-7}$	94

Model delapan dipilih sebagai model yang terbaik karena menghasilkan nilai MSE terkecil. Performa pelatihan model tersebut ditunjukkan pada gambar berikut.

Gambar 2. Performa Pelatihan Model 8



Proses pelatihan akan menghasilkan nilai bobot berupa matriks yang akan digunakan pada proses pengujian dan prediksi. Berikut adalah bobot jaringan setelah pelatihan.

Tabel 8. Bobot Hasil Pelatihan dari Input ke Hidden Layer 1

Hidden Layer 1	Input		
	x ₁	...	x ₆
u ₁	8,471058702 32686	...	11,0210415 821839
u ₂	- 7,104296745 74915	...	9,01855869 212271
u ₃	11,20929243 60968	...	- 2,78219871 132106
....
u ₁₆	3,726143456 85893	...	4,62787274 394626

Tabel 9. Bobot Hasil Pelatihan dari Hidden Layer 1 ke Hidden Layer 2

Hidden Layer 2	Hidden Layer 1		
	u ₁	...	u ₁₆
v ₁	2,149949019 54763	...	- 2,20462021 981589
v ₂	- 1,739606722 05795	...	0,00293793 74477968
v ₃	0,907354307 44124	...	- 1,96296245 885084
....
v ₁₈	- 1,528377141 18648	...	1,22029344 850293

Tabel 10. Bobot Hasil Pelatihan dari Hidden Layer 2 ke Hidden Layer 3

Hidden Layer 3	Hidden Layer 2		
	v ₁	...	v ₁₈
w ₁	1,681335813 07405	...	1,63284758 93981
w ₂	1,893372436 16749	...	1,08007537 48043
w ₃	- 2,324408202 55686	...	0,29722719 6109111
....

w ₂₀	- 0,858348884 421457	...	2,42837291 130066
-----------------	----------------------------	-----	----------------------

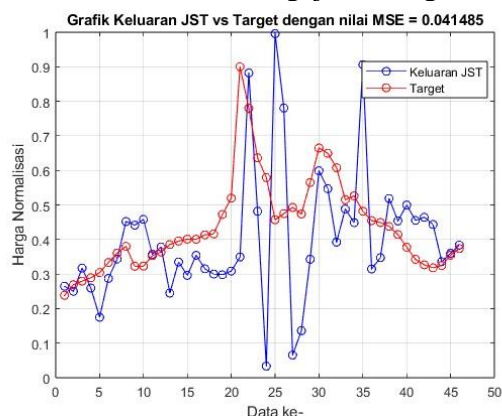
Tabel 11. Bobot Hasil Pelatihan dari Hidden Layer 3 ke Output

Output	Hidden Layer 3		
	w ₁	...	w ₂₀
y	- 0,291930244 995381	...	1,56548061 473886

Pengujian Jaringan

Setelah proses pelatihan selesai, jaringan yang telah dibangun diuji menggunakan data uji untuk melihat performa jaringan. Hasil pengujian menunjukkan adanya kenaikan nilai MSE menjadi $4,1485 \times 10^{-2}$ Gambar berikut menunjukkan hasil pengujian jaringan.

Gambar 3. Hasil Pengujian Jaringan



Hasil Prediksi

Setelah melakukan pelatihan dan pengujian pada jaringan diatas, dilakukan prediksi harga nikel bulan Mei dengan menggunakan data prediksi. Data prediksi harga nikel pada bulan Mei kemudian ikut digunakan untuk memprediksi bulan harga nikel pada bulan Mei sampai Desember 2024. Tabel berikut merupakan prediksi harga nikel bulan Mei sampai Desember 2024.

Tabel 12. Hasil Prediksi

Bulan	Hasil Prediksi
Mei	0,320058495022197
Juni	0,342351511941168
Juli	0,375247302545926
Agustus	0,371054810030080

September	0,283211421483434
Oktober	0,276954095351593
November	0,134893488413023
Desember	0,143449997272043

Hasil prediksi tersebut kemudian dinormalisasi untuk menghasilkan prediksi harga nikel sebagai berikut.

Tabel 13. Prediksi Harga Nikel

Bulan	Hasil Prediksi
Mei	16398,59
Juni	17215,57
Juli	18421,11
Agustus	18267,47
September	15048,25
Oktober	14818,93
November	9612,80
Desember	9926,37

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian jaringan yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Arsitektur jaringan terbaik yaitu dengan menggunakan tiga hidden layer dengan neuron sebanyak 16, 18, dan 20. Arsitektur tersebut menghasilkan MSE sebesar $6,896 \times 10^{-7}$ dalam 150 iterasi.
2. Prediksi harga nikel per ton (dalam USD) pada bulan Mei sampai Desember 2024 adalah sebagai berikut

Bulan	Hasil Prediksi
Mei	16398,59
Juni	17215,57
Juli	18421,11
Agustus	18267,47
September	15048,25
Oktober	14818,93
November	9612,80
Desember	9926,37

5. REFERENSI

Agung, M., & Adi, E. A. W. (2022). Peningkatan Investasi Dan Hilirisasi Nikel Di Indonesia. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 6(2).

Darmawan, J. B., & Pratama, E. R. (2021, October). Klasifikasi status gizi balita menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation. In *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra)* (pp. E7-E7).

Fitriyanti, F. (2023). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Prediksi Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 11(1), 44-55.

Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S., & Persulesy, E. R. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif*, 11(2), 149-160.

Octariadi, B. C. (2020). Pengenalan Pola Tanda Tangan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Teknoinfo*, 14(1), 15-21.

Rozaq, M. A. (2023). Kontribusi WTO Menangani Sengketa Perdagangan Internasional: Analisis Kasus Nikel Gugatan Uni Eropa kepada Indonesia (STRATEGI SUSTAINABLE INDONESIA DEMI PERTUMBUHAN EKONOMI DALAM NEGERI). In *Prosiding Management Business Innovation Conference (MBIC)* (Vol. 6, No. 1, pp. 224-236).

Satria, W. (2020). Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus Di Metro Electronic Dan Furniture). *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 1(1), 14-19.

Sihotang, E., & Suandika, I. N. (2023). Kebijakan Larangan Ekspor Bijih Nikel Yang Berakibat Gugatan Uni Eropa Di World Trade Organization. *Jurnal Ilmiah Raad Kertha*, 6(1), 61-70.

Suryanto, E. (2022). Apakah Nikel Indonesia Memiliki Keunggulan Daya Saing di Pasar Internasional?. *Ecoplan*, 5(2), 110-119.

Windarto, A. P., dkk. (2020). Jaringan Saraf Tiruan: Algoritma Prediksi dan Implementasi. *Yayasan Kita Menulis*.

Yenny, Y., & Wahyudi, I. (2023).
Keterkaitan Antara Harga Nikel, Indeks Harga
Saham dan Kurs Periode Sebelum, Setelah

Kebijakan Larangan Ekspor dan Periode
Keseluruhannya. *Jurnal Ilmiah Manajemen,
Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 7(3), 155-180.