

PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE DEEP BELIEF NETWORK REGRESSION

Khusniyati¹, Fathulloh², Tezhar Rayenda Trastaronny Pastika Nugraha³

Khusniyati05@gmail.com, fathul.peradaban@gmail.com, tezhar.rayendra19@gmail.com

Jurusan Informatika Fakultas Sain dan Teknologi Universitas Peradaban

Keywords

prediction, gold,
deep learning, deep
belief network

Abstract

The price of gold fluctuates erratically following changing times, prompting the need to implement a forecasting function to predict future gold prices and serve as a reference for investors to take the right steps in investing. The methods used to forecast gold prices vary greatly, most of the methods used are deep learning based. In this research, researchers used the Deep Belief Network method to predict gold prices. The data used is daily data, namely, the price of Antam gold, WTI oil and the USD exchange rate. The results of this research show that the Deep Belief Network method is quite accurate when used in predicting gold prices from testing with a total of 2535 training data and 282 test data, obtaining MAE values of 74044.70697678425, RMSE of 84552.92638605788 and MAPE of 0.08036027590561863.

Kata Kunci

prediksi, emas,
deep learning, deep
belief network.

Abstrak

Harga emas yang naik turun tidak menentu mengikuti perubahan zaman, mendorong untuk perlu menerapkan fungsi prediksi harga emas di masa depan dan menjadi acuan bagi investor untuk mengambil langkah yang tepat dalam menginvestasikan. Metode yang digunakan pada peramalan harga emas sangat bervariasi, sebagian besar metode yang digunakan berbasis *deep learning*. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Deep Belief Network* untuk memprediksi harga emas. Data yang digunakan adalah data harian yaitu, harga emas antam, minyak WTI dan Kurs USD. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Deep Belief Network* cukup akurat digunakan dalam prediksi harga emas dari pengujian dengan jumlah data latih sebanyak 2535 data dan data uji sebanyak 282 data diperoleh nilai MAE 74044.70697678425, RMSE sebesar 84552.92638605788 dan MAPE 0.08036027590561863.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menyebabkan perubahan yang pesat dan meluas hampir berbagai bidang. Perkembangan teknologi menciptakan data yang besar dari berbagai bidang, baik di bidang industri, bidang ekonomi, kesehatan dan bidang lainnya, termasuk penerapan teknologi dalam bidang ekonomi yang dapat menciptakan data yang cukup besar. Investasi merupakan salah satu bidang ekonomi, yang memiliki hubungan dengan keuangan atau ekonomi. Investasi dilakukan dengan membelanjakan atau uang disimpan pada suatu barang atau lembaga keuangan yang berharga dengan harapan memperoleh keuntungan *finansial*. Investasi dilakukan melalui pembelian aset seperti tanah, real estate, saham, emas atau tabungan[1].

Emas merupakan salah satu alat untuk menyimpan uang yang diminati oleh orang banyak. Emas memiliki sifat sebagai logam mulia yang tahan terhadap korosi dan mudah dibentuk adalah nilai tambah yang menarik bagi masyarakat karena dapat juga dijadikan investasi, selain menjadi koleksi[2]. Pasar emas menarik perhatian investor dari dalam dan luar negeri baik berupa individu, institusi maupun pemerintah[3].

Naik turunnya harga emas tidak menentu seiring perubahan zaman, mendorong untuk perlu menerapkan fungsi prediksi harga emas di masa depan dan menjadi referensi bagi investor dalam mengambil keputusan untuk berinvestasi[4]. Fluktuasi harga emas dipengaruhi oleh banyak faktor

seperti nilai tukar mata uang serta minyak mentah dan masih banyak lagi. Adanya kenaikan dan penurunan setiap hari harga emas dapat dilakukan peramalan secara akurat. Suatu proses untuk memperkirakan data pada masa depan dikenal sebagai prediksi[5], tujuan dari peramalan adalah mengetahui peluang investasi harga emas di masa depan sehingga investor emas dapat menggunakannya sebagai dasar untuk menentukan perubahan harga emas [6].

Analisis harga emas dengan perspektif *linear*, digunakan metode tertentu untuk mengkaji dampak dan keterkaitan variabel. Sebaliknya, ketika mempertimbangkan prediksi harga emas yang bersifat non-linear, pendekatan yang diambil adalah menggunakan metode *deep learning*. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan untuk melihat sifat non-linear hanya melalui hubungan atau pengaruh antar *variabel*. Oleh karena itu, penentuan model kumpulan data yang dijadikan masukan menjadi suatu keharusan. Dengan merujuk pada hasil ekstraksi, dapat diamati bahwa metode yang diterapkan untuk memprediksi harga emas menunjukkan variasi yang signifikan. Metode yang biasa digunakan adalah berbasis *deep learning* yaitu *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Neural Network*[7].

Penelitian sebelumnya menggunakan metode *Feed Forward Neural Network (FFNN)* dan *Extreme Learning Machine* dengan menggunakan data harian sebanyak 13.919 data. Pengolahan data peneliti menggunakan *matlab 2017b*, *minitab 16* dan *microsoft Exel 2013* diperoleh hasil *MAPE* sebesar 0,5499%[6]. Sebelumnya pernah dilakukan prediksi harga emas menggunakan metode *Deep Belief Network*, pada penelitian ini *dataset* yang digunakan adalah data bulanan dengan bantuan *toolbox matlab 2018b* di peroleh nilai *RMSE* sebesar 0,0557% dan nilai *MAPE* 0,0064%[3]. Metode *Deep Belief Network* memperoleh hasil tingkat akurasi yang cukup tinggi untuk memprediksi harga emas dari beberapa penelitian.

Cabang dari *Machine Learning* yang mencakup algoritma untuk pemodelan abstraksi tingkat tinggi pada data menggunakan sekumpulan fungsi transformasi *non-linear* yang disusun berdasarkan lapisan, merupakan *Deep Learning (DL)*. *Deep Learning* memiliki beberapa varian arsitektur yang telah banyak digunakan di berbagai bidang, salah satunya adalah *Deep Belief Network*. *Deep Belief Network* merupakan model yang dapat dikembangkan dengan satu atau beberapa lapisan tersembunyi (*hidden layer*)[8].

Penulis melakukan penelitian dengan judul “Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode *Deep Belief Network Regression*” dengan menggunakan data harian dan proses penyelesaiannya menggunakan aplikasi *GUI*, hal ini menjadi pembeda dari peneliti sebelumnya. Penulis menggunakan metode *Deep Belief Network* karena dapat dilakukan untuk prediksi seperti peneliti yang meneliti mengenai prediksi mata uang rupiah dengan metode *Deep Belief Network* dan menghasilkan nilai yang cukup baik[9]. Sedikit yang melakukan penelitian terkait prediksi harga emas, oleh karena itu peneliti menggunakan metode *Deep Belief Network* dalam meramalkan harga emas. Tujuan dari penelitian ini yaitu menerapkan metode *Deep Belief Network Regression* untuk memprediksi harga emas dan mengetahui tingkat akurasi prediksi harga emas dengan menggunakan metode *Deep Belief Network Regression*.

2. LANDASAN TEORI

a) Emas

Emas adalah salah satu jenis logam mulia yang menjadi komoditas berharga di seluruh dunia. Emas menjadi aset yang digunakan dalam produksi perhiasan dan juga aset keuangan karena dapat digunakan sebagai penyimpan nilai [4].

b) Prediksi

Prediksi atau peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan satu data pada waktu yang akan datang. Prediksi dapat dilakukan prosesnya jika polanya dapat dikenali pada dataset latih. Banyak algoritma untuk memprediksi suatu data atau kejadian yang akan datang[5].

c) *Restricted Boltzmann Machine (RBM)*

Restricted Boltzmann Machine (RBM) merupakan model generatif yang dapat mempelajari distribusi probabilitas pada rangkaian inputnya[10], model berbasis energi yang terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan tampak dan lapisan tersembunyi. Lapisan yang terlihat mewakili variabel input, sedangkan lapisan tersembunyi mewakili distribusi *probabilistik* dari *variabel input*[3].

d) Backpropagation Neural Network (BPNN)

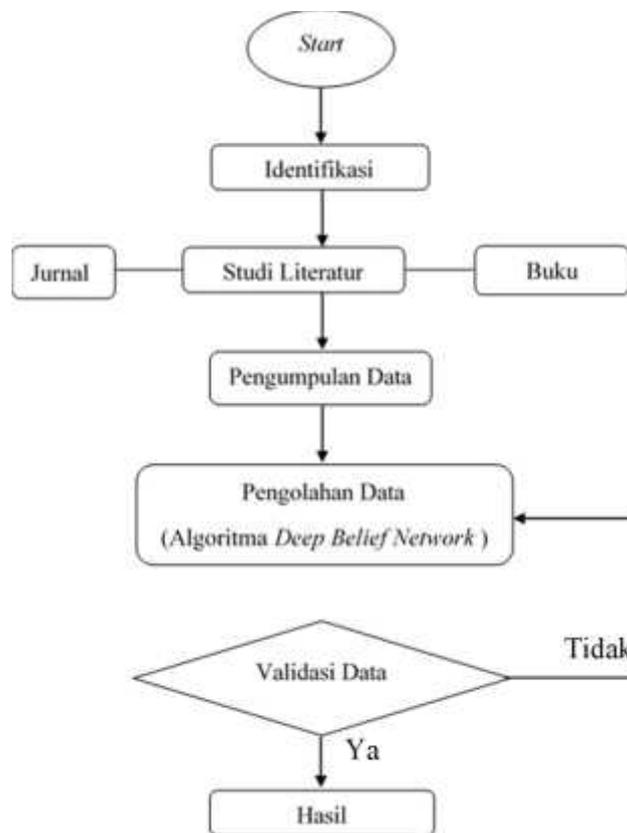
BPNN merupakan salah satu jaringan multilayer *feed-forward* dengan algoritma *backpropagation*. Jaringan ini menerapkan turunan *gradien* untuk memodifikasi bobot dan *bias* koneksi antar node di setiap lapisan dengan data input dan perkiraan output untuk meminimalkan fungsi *error*[3].

e) Deep Belief Network Regression

DBN merupakan jenis jaringan syaraf yang terdiri dari banyak lapisan, setiap lapisan terdiri dari *neuron* yang terlihat mewakili masukan lapisan dan *neuron* tersembunyi yang mewakili keluaran lapisan[10]. DBN adalah model *generatif probabilistik* yang terdiri dari beberapa modul pembelajaran sederhana. Pelatihan seluruh DBN mencakup dua tahap utama: RBM untuk pra pelatihan dan jaringan BP untuk penyetelan terbalik[3].

f) Metode Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 Sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Identifikasi Masalah

Tahapan pertama dalam peneliti ini adalah adalah identifikasi masalah. Permasalahan yang ada di penelitian ini yaitu berapa besar tingkat akurasi algoritma *Deep Belief Network* dalam prediksi harga emas.

Studi Literatur

Tahapan Kedua dalam penelitian ini yaitu studi literatur. Untuk pengumpulan data dengan cara membaca literatur di buku, Jurnal atau di internet berhubungan dengan masalah penelitian dan menjadi acuan yang digunakan dalam penelitian.

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode sekunder melalui *investing.com* yang meliputi data harga emas, data Kurs dan harga minyak. Berikut data harga emas, kurs dan minyak dapat dilihat pada lampiran I.

Pengolahan Data

Peneliti menggunakan Metode *Deep Belief Network*, pada tahapan ini dilakukan pengolahan data menggunakan data yang telah dikumpulkan. Data akan dibagi menjadi 90% data latih dan 10% data uji. Data yang sudah dikumpulkan tadi dilakukan proses pengolahan data, dimulai dari membaca *dataset*, binerisasi dan pada akhirnya akan diolah menjadi model *training* yang nantinya akan digunakan pada proses prediksi harga emas.

Validasi Data

Tahapan ini merupakan tahap evaluasi menggunakan *loos Function* dan yaitu, MAPE, MAE dan RMSE.

Hasil

Dari hasil tahapan diatas yang telah dilakukan mendapatkan hasil dari model yang diinginkan dapat diimplementasikan ke dalam program.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diambil dari *website Investing.com*, peneliti menggunakan data bulan Januari 2013 hingga Agustus 2023. Emas mempunyai banyak jenis dalam dan luar negeri seperti emas perhiasan, emas batangan dan emas antam. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan kadar emas antam nasional. Mata uang dari harga emas yang digunakan adalah rupiah yang dikonversikan dari USD.

B. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data membagi data variabel menjadi data latih dan data uji, dimana data latih digunakan untuk pelatihan atau percobaan dan data uji digunakan untuk pengujian. Peneliti membagi data dengan 90% data latih dan 10% data Uji. Jumlah data latih dan uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah data latih dan data uji

Nama	Jumlah	Total
Data Latih	2533	2815
Data Uji	282	

a) Data Latih

Data latih yang digunakan untuk proses pelatihan diambil dari tanggal 02 Januari 2013 sampai 04 Agustus 2022. Data latih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Latih

Tanggal	Kurs USD	Minyak WTI	Emas Antam	Data Ke
02/01/2013	Rp 9.650,00	Rp 6.607,41	Rp 524.016,72	1
...	
11/09/2020	Rp 14.860,00	Rp 4.078,85	Rp 930.732,93	2032
...	
03/08/2022	Rp 14.910,00	Rp 9.939,27	Rp 851.643,86	2533

b) Data Uji

Data Uji yang digunakan untuk proses pengujian diambil dari tanggal 05 Agustus 2022 sampai 25 Agustus 2023. Data uji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Uji

Tanggal	Kurs USD	Minyak WTI	Emas Antam	Data ke
05/08/2022	Rp 14.890,00	Rp 9.745,00	Rp 857.587,00	1
...
23/01/2023	Rp 15.070,00	Rp 9.044,00	Rp 938.217,00	126
...
24/08/2023	Rp 15.240,00	Rp 8.858,00	Rp 939.980,00	281

c) Proses Pelatihan

1. *Preprocessing*

Pada *preprocessing* peneliti menggunakan *MinMax Scaler* untuk mengubah dataset yang masih berupa bilangan desimal menjadi bilangan biner. Data kurs yang sebelumnya Rp. 9.650 dan kemudian dilakukan *preprocessing* menjadi 0,004599684. Sample *Preprocessing MinMax Scaler* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Sample Preprocessing*

Tanggal	Kurs USD	Minyak WTI	kursMinMax	minyakMinMax
2013-01-02	Rp 9.650,00	Rp 6.607,41	0,004599684	0,626351855
...
2013-01-08	Rp 9.670,00	Rp 6.623,24	0,007474486	0,627263679

2. *Proses Pre-Training*

Pada proses *Pre-Training* terdapat beberapa tahapan yaitu, dilakukan *positive phase*, dimana proses untuk mendapatkan nilai *hidden unit* yang kemudian menghitung bobot pada setiap layer. Kemudian dilakukan *negative phase* dimana proses tersebut untuk memperbarui nilai input untuk mendapatkan nilai *hidden unit* dan bias sekali lagi. Setelah proses *negative phase* terdapat *update weight* dimana *update weight* menambah *weight* lama dikali dengan hasil dari *positive phase* dan *negative phase*. Hasil *neuron* dari *pre-training* dapat dilihat pada Tabel 5 dan hasil *weight* terbaru dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil *Neuron* dari *Pre-Training*

Data Ke	1	2	3	4
1	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
2	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
3	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
4	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
5	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694

Tabel 6. Hasil Bobot Terbaru

W	1	2	3	4
1	-0,03015	-0,02876	-0,03859	0,028085
2	-0,03016	-0,02876	-0,0386	0,028092
3	-0,03019	-0,02879	-0,03864	0,028117
4	-0,03022	-0,02882	-0,03868	0,028147

3. Proses *Fine-Tuning*

Pada proses *fine-tuning* mengambil bobot/*weigh* terakhir untuk dijadikan bobot *Backpropagation*, dimana terdapat proses *Forward Backpropagation* dan *Backward propagation* proses nya sama dengan proses *positive phase* dan *negative phase* sampai dengan mendapatkan bobot/ *weight* yang menggabungkan nilai bobot/*weight* lama dan *bias* lama dengan masing-masing perubahan. Proses kemudian akan diulang sampai iterasi maksimal tercapai atau terhenti ketika nilai *loss* tidak berubah secara signifikan. Hasil kurva *loss* dari proses *fine tuning* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Hasil Kurva Loss Fine Tuning

Iterasi	Kurva Loss
1	78884099623
...
6	10996532615

4. Proses *Pre-Training* Data Uji

Proses ini menggunakan nilai *neuron* yang didapatkan dari bobot hasil *pre-training* data latih. Berikut hasil neuran dari *pre-training* data uji dapat dilihat pada Tabel 8 dan hasil prediksi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. *Neuron Pre- Training*

Data Testing Ke	Neuron 1	Neuron 2	Neuron 3	Neuron 4
1	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
2	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
3	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
4	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694
5	0,345922	0,346003	0,34632	0,346694

Tabel 9. Hasil Prediksi

Data ke	Tanggal	Prediksi
1	05/08/2022	Rp 866.900,22
2	08/08/2022	Rp 870.392,03
3	09/08/2022	Rp 867.904,27
4	10/08/2022	Rp 873.086,70
5	11/08/2022	Rp 871.716,15

d) Validasi Data/ Proses Pengujian

Pada tahap ini untuk mengetahui kinerja dari algoritma *Deep Belief Network Regression* (DBN) dalam melakukan prediksi terhadap harga emas dengan dilakukan pengujian menggunakan *loss function* meliputi *MAE*, *RMSE*, dan *MAPE*. *MAE* (*Mean Absolute Error*) merupakan Fungsi menghitung kesalahan absolut rata-rata. *RMSE* (*Root Mean Squared Error*) yaitu merupakan fungsi untuk menghitung kesalahan akar kuadrat rata-rata. *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan metrik evaluasi untuk masalah regresi, terhitung dari seberapa persen nilai *error* yang dihasilkan dari hasil prediksi, semakin kecil persentasinya nilainya maka semakin akurat model yang dihasilkan[11]. Hasil pada penelitian ini memperoleh nilai *MAE* 74044.70697678425, *RMSE* sebesar 84552.92638605788, *MAPE* 0.08036027590561863.

e) Hasil

Setelah semua tahap terlewati maka diperoleh hasil prediksi dari pengolahan data berupa prediksi harga emas. Nilai *MAE*, *RMSE*, *MAPE* dan akurasi diperoleh dari (6), (7), (8).

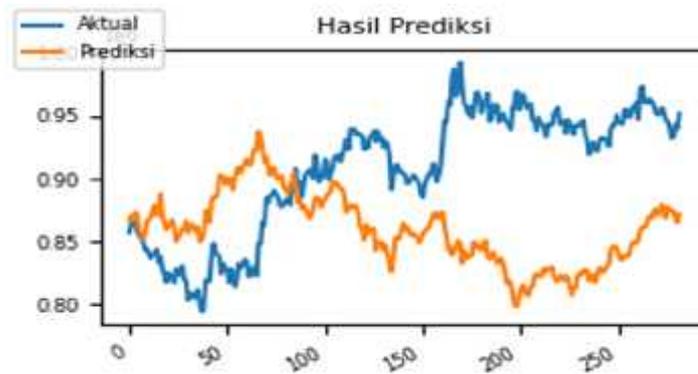
$$\begin{aligned}
 M &= \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}_i|}{n} \\
 M &= \frac{(857.587,40 - 866.900,22) + (863.419,61 - 870.392,03) + D}{2} \\
 M &= \frac{20,880,607.3674532000}{282} \\
 M &= 74.044,7069767842 \\
 R &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \\
 R &= \sqrt{\frac{1}{2} (857.587,40 - 866.900,22)^2 + (863.419,61 - 870.392,03)^2 + D} \\
 R &= \sqrt{2.016.073.655.645,81} \\
 R &= 84552,92639 \\
 M &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \bar{y}_i}{y_i} \right|}{n} \\
 M &= \frac{\left(\frac{857.587,40 - 866.900,22}{857.587,40} \right) + \left(\frac{863.419,61 - 870.392,03}{863.419,61} \right) + D}{282} \\
 M &= \frac{22,66159780538440000}{282} \\
 M &= 0,0803602759056186 \\
 a &= 1 - M \times 100 \\
 a &= 1 - 0.08036027590561863 \times 100 \\
 a &= 91,97
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel dari nilai *MAE*, *RMSE*, *MAPE* dan Akurasi.

Tabel 1. Hasil Nilai *MAE*, *RMSE*, *MAPE* dan Akurasi

Keterangan	Hasil
MAE	74044.70697678425
RMSE	84552.92638605788
MAPE	0.08036027590561863
Akurasi	91,97%

Berdasarkan kinerja prediksi yang dievaluasi melalui nilai *MAE*, *RMSE*, dan *MAPE* yang diperoleh dan ditunjukkan pada Tabel 10, maka dapat disimpulkan prediksi harga emas menggunakan algoritma *Deep Belief Network* berkerja cukup baik dengan nilai *error* yang sedikit serta nilai statistik data dominan bernilai turun dengan jumlah prediksi naik 84 data dan jumlah prediksi turun 198 data. Rincian nilai aktual dan prediksi yang di peroleh dapat dilihat pada tabel Tabel 11. Grafik hasil prediksi harga emas dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Prediksi

Tabel 2. Hasil Prediksi

Data ke	Tanggal	Aktual	Prediksi	naik/turun aktual	naik/turun Prediksi
1	05/08/2022	Rp 857.587,40	Rp 866.900,22	turun	turun
2	08/08/2022	Rp 863.419,61	Rp 870.392,03	naik	naik
...
282	25/08/2023	Rp 952.091,44	Rp 871.850,11	naik	turun

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Penelitian mengenai prediksi harga emas dengan menggunakan metode *Deep Belief Network Regression* telah berhasil dan mendapatkan nilai akurasi yang cukup baik. *Dataset* yang digunakan pada penelitian ini adalah harga emas, harga minyak mentah dan kurs Usd. Total *dataset* yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 2815 data, terdiri dari 2533 data latih dan data uji 282 data. Penggunaan metode *Deep Belief Network Regression* untuk memprediksi harga emas menggunakan 282 data uji dan di proses dengan dua tahapan yaitu proses pelatihan dan proses pengujian, dimana pada implementasinya terdapat tahap preprocessing, pre-training dan fine tuning. Hasil dari pelatihan dan pengujian mendapatkan nilai *error* berupa *MAE*, *RMSE*, *MAPE* sebesar 74044.70697678425, 84552.92638605788, 0.08036027590561863.
2. Model pelatihan yang dibangun terbilang baik karena memiliki nilai persentase *error* yang kecil yaitu sebesar 8,03%, dengan kata lain hasil akhir *Deep Belief Network Regression* memiliki akurasi 91,97%.

Berdasarkan hasil akurasi tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma *Deep Belief Network Regression* dapat digunakan untuk melakukan prediksi harga emas dan mendapatkan akurasi yang baik.

B. SARAN

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini, penulis memiliki beberapa saran bagi penelitian berikutnya agar meningkatkan hasil prediksi harga emas yang lebih efektif dan akurat. Penulis memiliki beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengevaluasi kembali faktor yang menyebabkan berubahnya harga emas dari sisi variabel yang digunakan maupun faktor lain seperti kondisi ekonomi global, pandemi dan lain sebagainya.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan mencoba menggunakan kombinasi algoritma maupun parameter lain yang digunakan sebagai perbandingan dengan algoritma *Deep Belief Network Regression* ini.

REFERENSI

- [1] J. Ekonomika, B. Islam, P. Aldra, A. P. Rahma, and C. Canggih, "Analisis Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Minat Masyarakat Terhadap Investasi Emas," *Jurnal Ekonomika dan Bisnis Islam*, vol. 4, no. 2, pp. 98–108, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jei>
- [2] Arif Budiman *et al.*, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor dan Regresi Linear dalam Prediksi Harga Emas," 2019, [Online]. Available: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- [3] P. Zhang and B. Ci, "Deep Belief Network for Gold Price Forecasting," *Resources Policy*, vol. 69, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101806.

- [4] A. Tholib, N. K. Agusmawati, and F. Khoiriyah, “Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode LSTM dan GRU,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, Aug. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3250.
- [5] H. Fikri, “Prediksi Harga Emas dengan Algoritma Backpropagation,” *Jurnal Sains Komputer dan Informatika*, vol. 7, pp. 182–189, Mar. 2023.
- [6] N. A. Izati, B. Warsito, and T. Widiharih, “Prediksi Harga Emas Menggunakan Feed Forward Neural Network dengan Metode Extreme Learning Machine,” vol. 8, no. 2, pp. 171–183, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [7] S. Hidayatul Yulianing Tyas and S. Zahrotul Fajriyah, “Perkembangan Metode Peramalan Harga Emas,” *Journal of Informatics and Communications Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 1–010, 2022, doi: 10.52661.
- [8] I. Cholissodin, Sutrisno, A. Soebroto, and dkk, *AI, Machine Learning dan Deep Learning (Teori dan Implementasi)*. 2020. [Online]. Available: <http://bit.ly/3piOnnU>
- [9] A. S. Prabowo, A. Sihabuddin, and A. SN, “Adaptive Moment Estimation On Deep Belief Network For Rupiah Currency Forecasting,” *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 13, no. 1, p. 31, Jan. 2019, doi: 10.22146/ijccs.39071.
- [10] A. Wani, F. Bhat, S. Afzal, and A. Khan, *Advances in Deep Learning*. Singapore, 2020.
- [11] F. Pedregosa *et al.*, “Scikit-learn: Machine Learning in Python,” *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2023.