



# Analisis Prediksi Harga Minyak *West Texas Intermediate* menggunakan *Artificial Neural Network* dengan Optimisasi *Adaptive Moment*

Asde Rahmawati<sup>a</sup>, Fahrizal<sup>a</sup>, Bastul Wajhi Akramunnas<sup>a</sup>, Yoan Purbolingga<sup>a</sup>, Dila Marta Putri<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Teknik Elektro, Institut Teknologi Bisnis Riau, Pekanbaru

## INFO ARTIKEL

Histori artikel:  
Tersedia Online: 24 Juni 2023

## ABSTRAK

Minyak merupakan salah satu sumber daya krusial yang dibutuhkan hampir dalam semua industri terutama dalam kegiatan operasi/produksi dan distribusi. Salah satu jenis minyak mentah adalah *West Texas Intermediate* (WTI). WTI merupakan satu dari empat minyak mentah yang berpengaruh pada harga pasar dunia. Akan tetapi, harga minyak dunia sering kali mengalami fluktuasi karena beberapa faktor. Fluktuasi harga minyak dunia dapat berpengaruh pada berbagai bidang mulai dari regulasi, harga saham hingga perputaran ekonomi dalam perdagangan internasional. Prediksi harga minyak penting dilakukan untuk preferensi pengambilan keputusan stakeholder terkait. Pada penelitian ini prediksi dilakukan dengan menggunakan model *artificial neural network* (ANN) dan *adaptive moment* (Adam) sebagai algoritma optimasinya. Hasil pengolahan data set dengan pemodelan ANN dengan optimisasi Adam sebanyak 10 iterasi didapatkan nilai *mean absolute error* (MAE) sebesar 2,31 dan *mean absolute error* (MAE) sebesar 2,2. Serta nilai  $R^2$  sebesar 0,97 dan nilai  $R^2$  prediction sebesar 0,68.

**Kata kunci:** ANN; Minyak WTI; Optimisasi Adam; Prediksi

## E - MAIL

[iamtitiuin@gmail.com](mailto:iamtitiuin@gmail.com)\*  
[fahrizal.upp@gmail.com](mailto:fahrizal.upp@gmail.com)  
[bastulwajhiakramunnas@gmail.com](mailto:bastulwajhiakramunnas@gmail.com)  
[Johanyurik@gmail.com](mailto:Johanyurik@gmail.com)  
[putri.dilamarta@gmail.com](mailto:putri.dilamarta@gmail.com)

## ABSTRACT

*Oil is one of the crucial resources needed in almost all industries, especially in operations/production and distribution activities. One type of crude oil is West Texas Intermediate (WTI). WTI is one of four crude oils that affect world market prices. However, world oil prices often fluctuate due to several factors. Fluctuations in world oil prices can affect various fields ranging from regulation, and stock prices to economic turnover in international trade. Oil price prediction is important for the decision-making preferences of related stakeholders. In this study, predictions were made using artificial neural network (ANN) and adaptive moment (Adam) models as the optimization algorithm. The results of processing the data set using ANN modeling with Adam optimization for 10 iterations obtained a mean absolute error (MAE) of 2.31 and a mean absolute error (MAE) of 2.2. As well as the  $R^2$  value of 0.97 and the  $R^2$  prediction value of 0.68.*

**Keywords:** ANN; WTI Oil; Adam Optimization; Prediction

## I. PENDAHULUAN

Minyak merupakan komoditi dan sumber daya krusial yang dibutuhkan di hampir di semua industri terutama dalam kegiatan operasi/produksi dan distribusi. Salah satu jenis minyak mentah adalah *West Texas Intermediate* (WTI). WTI

merupakan satu dari empat minyak mentah yang berpengaruh pada harga pasar dunia. Menurut *Energy Information Administration* (EIA), dunia saat ini mengkonsumsi 85.640.000 barel minyak mentah setiap hari. Di pasar global minyak mentah adalah komoditas paling aktif dan sering

diperdagangkan dengan volatilitas mencapai 25% per tahun [1]. Akan tetapi, harga minyak dunia sering kali mengalami fluktuasi karena beberapa faktor. Salah satunya adanya kebijakan impor minyak China menyebabkan harga minyak mentah dunia sempat mengalami penurunan dan juga pada bulan Mei 2022 mengalami kenaikan [2].

Fluktuasi harga minyak mentah dunia dapat berpengaruh pada berbagai bidang mulai dari regulasi, harga saham hingga perputaran ekonomi dalam perdagangan internasional [3]–[5]. Lonjakan drastis dari harga minyak, ketidakpastian keadaan perekonomian dunia dan tren dalam perubahan harga minyak dapat berdampak pada politik dunia, ekonomi, militer dan semua sektor masyarakat.

Oleh karena itu, peramalan atau prediksi harga minyak penting dilakukan untuk preferensi pengambilan keputusan oleh *stakeholder* terkait. Adapun berbagai metode statistik digunakan untuk prediksi harga minyak, dan seiring berkembangnya teknologi, berbagai model algoritma telah digunakan untuk memprediksi harga minyak salah satunya adalah algoritma *Artificial neural network* atau biasa disebut Algoritma ANN.

*Artificial neural network* (ANN) atau sering disebut *Neural Network* (NN) merupakan bentuk kecerdasan buatan yang memiliki kemampuan untuk belajar dari data dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pembuatan model [6]. Pemodelan yang sering menggunakan ANN adalah pemodelan data kualitatif atau analisis data biner. ANN mampu memecahkan kasus nonlinier pada klasifikasi dan dapat memberikan akurasi yang tinggi [7]. Keunggulan dari ANN adalah memiliki kemampuan untuk mempelajari hubungan yang tidak diketahui yang sudah ada sebelumnya antara data input dan output dari setiap sistem. Selain itu pemodelan dengan ANN memiliki atribut yang diinginkan dan kemampuan belajar dari contoh-contoh tanpa memerlukan data fisik secara eksplisit [8]. ANN merupakan bagian dari *Machine Learning* (ML). *Machine Learning* adalah kecerdasan buatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan performa dari suatu sistem dengan mempelajari data sampel atau data histori [9]. ANN banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai pengenalan pola, pengenalan suara, pengenalan karakter untuk pembacaan dokumen, pengenalan sinyal, penentuan pola gizi, dan pengolahan citra

maupun permasalahan lainnya. Jenis model ANN yang terdiri dari banyak lapisan disebut sebagai *Multi-Layer Perceptron* (MLP) yang berfungsi menghubungkan penuh diantara neuronnya. Neuron yang dibuat sebagai basis dari sebuah ANN menyerupai jaringan syaraf alami pada otak, yang terdiri dari banyak sel saraf [10]. Adapun deskripsi perhitungan matematis ANN yang dilakukan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943 yang menghasilkan rumus berikut [11].

$$y = F \sum_{i=0}^n ((u_i w_i) + w_0) \quad (1)$$

dimana:

$y$  = nilai output

$F$  = fungsi aktivasi

$n$  = jumlah input

$u_i$  = nilai input ke- $i$

$w_i$  = nilai bobot koneksi ke- $i$

Untuk meningkatkan akurasi dalam pembuatan model prediksi terdapat 7 algoritma optimasi yang berbeda yaitu *stochastic gradient descent* (SGD), *root mean square propagation* (RMSProp), *adaptive gradient* (AdaGrad), *adaptive moment* (Adam), *adadelta*, *nesterov adam* (Nadam) dan Adamax [11].

Penelitian sebelumnya menggunakan ANN atau Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi harga sembako dengan hasil terbaik didapatkan dengan parameter *learning rate* 0.01 dan toleransi error 0.01 dengan maksimum iterasi 500 yaitu akurasi sebesar 82% komoditas beras, 80% untuk komoditas cabai dan 78% untuk komoditas bawang merah yang dihasilkan dari pengujian terhadap data uji [12]. Kemudian pada prediksi harga saham dengan hasil nilai RMSE, MAE, dan MAPE paling sedikit adalah JST [13]. Penelitian prediksi harga bawang merah dengan hasil metode hibridisasi CART-ANN terbukti memberikan hasil yang lebih baik daripada CART atau ANN secara konvensional dengan nilai *precision*, *recall*, dan akurasi berturut-turut sebesar 90.91%, 100.00%, 93.33% [14]. Selanjutnya penelitian prediksi harga emas Antam dengan hasil penelitian ini membuktikan bahwa Optimasi PSO mampu memberikan pengaruh dalam mengoptimasi bobot pada *Neural Network* dengan menghasilkan nilai RMSE yang paling baik, yaitu sebesar 0.026, sementara optimasi GA hanya menghasilkan nilai

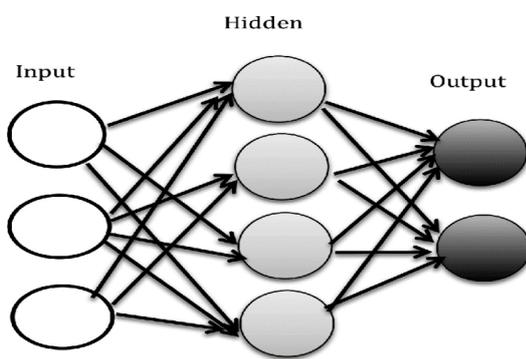
RMSE sebesar 0.029 [15].

Berdasarkan pemaparan di atas, penggunaan algoritma ANN dengan hasil yang sangat baik menjadi alasan peneliti dalam memilih model algoritma sesuai dataset yang ada. Prediksi hasil penelitian ini akan memperkuat penelitian sebelumnya. Hasil penelitian ini akan berguna bagi seluruh *stakeholder* dalam bisnis, baik dari perusahaan, masyarakat, investor, hingga pemerintah dalam pengambilan keputusan bisnisnya.

## II. MATERIAL DAN METODE

### 2.1. Model Artificial Neural Network (ANN)

*Artificial neural network* (ANN) atau sering disebut *Neural Network* (NN) atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan bentuk kecerdasan buatan yang memiliki kemampuan untuk belajar dari data dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pembuatan model [6]. ANN banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai pengenalan pola, pengenalan suara, pengenalan karakter untuk pembacaan dokumen, pengenalan sinyal, penentuan pola gizi, dan pengolahan citra maupun permasalahan lainnya. Prinsip kerja *Neural Network* meniru cara kerja otak manusia. Adapun konstruk arsitektur kerangka kerja ANN dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Arsitektur Kerangka ANN

ANN dilatih dengan cara menyesuaikan *weight* atau bias. *Weight* atau bias yang tepat akan menurunkan *loss* dan meningkatkan performa model. Algoritma yang digunakan untuk menyesuaikan *weight* dan bias disebut sebagai *optimizer*. Adapun *optimizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *adaptive moment estimation* (Adam). Adam merupakan metode turunan dari *gradient descent* (GD) yang lebih

cepat dalam mencapai konvergensi dibanding dengan metode optimasi lain [16]. Metode Adam dapat menyesuaikan nilai sesuai dengan bobot sehingga dapat mencapai nilai dengan tepat [17]. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan dalam algoritma Adam [17].

$$\begin{aligned}
 g_t &= \nabla_{\theta} f_t(\theta_{t-1}) \\
 m_t &= \beta_1 \cdot m_{t-1} + (1 - \beta_1) \cdot g_t \\
 v_t &= \beta_2 \cdot v_{t-1} + (1 - \beta_2) \cdot g_t^2 \\
 \hat{m}_t &= \frac{m_t}{(1 - \beta_1^t)} \\
 \hat{v}_t &= \frac{v_t}{(1 - \beta_2^t)} \\
 \theta_t &= \frac{\theta_{t-1} - (\alpha \cdot \hat{m}_t)}{(\sqrt{\hat{v}_t} + \epsilon)}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Keterangan:

- $g_t$  = Gradient pada iterasi t
- $m_t$  = Estimasi update bias momen pertama
- $v_t$  = Estimasi update bias momen kedua
- $\hat{m}_t$  = Pengoreksian pada bias momen pertama
- $\hat{v}_t$  = Pengoreksian pada bias momen kedua
- $\theta_t$  = Update pada parameter
- $\alpha$  = Learning rate atau *step size*
- $\epsilon$  = Epsilon dengan nilai 104
- $\beta_1$  = Tingkat peluruhan eksponensial untuk estimasi momen pertama
- $\beta_2$  = Tingkat peluruhan eksponensial untuk estimasi momen kedua
- $f_t$  = Fungsi objektif dengan vektor parameter

### 2.2. Mean Absolut Error MAE)

Penelitian ini diukur dari tingkat akurasi menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE). MAE secara umum digunakan untuk pengukuran prediksi eror pada analisis *time series* sama seperti halnya RMSE namun dengan rumus perhitungan yang sederhana. Alasan menggunakan metode MAE ini adalah untuk lebih meyakinkan sejauh mana hasil prediksi yang mendekati akurat. Adapun persamaan MAE sebagai berikut:

$$MAE = \sum_{i=0}^n \left| \frac{y' - y}{n} \right| \tag{3}$$

Keterangan:

- $y'$  = Nilai prediksi  
 $y$  = Nilai sebenarnya  
 $n$  = Jumlah data

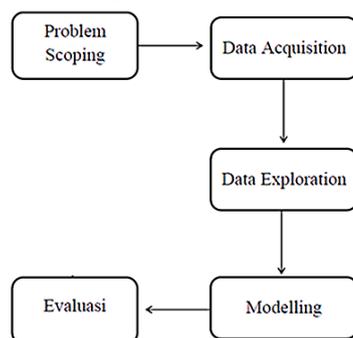
### 2.3. Sampel Data Harga Minyak

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Populasi adalah wilayah yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas atau karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari kemudian ditarik kesimpulannya. Populasi data dalam penelitian ini adalah seluruh data set harga minyak sepanjang masa. Sampel merupakan suatu bagian dari populasi, mencakup sejumlah anggota yang dipilih dari populasi [18]. Pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu harga minyak mentah pada bulan Januari 2017 - Mei 2022. Sampel penelitian ini menggunakan 65 data harga minyak mentah pada periode bulan Januari 2017 - Mei 2022. Data diperoleh dari situs di <http://www.investing.com/>.

Data yang digunakan menggunakan domain *data science*. Adapun dalam pengerjaannya menggunakan *google collaboratory* dengan bahasa pemrograman python. Metode analisis data penelitian ini menggunakan *artificial neural network* dengan optimasi adam (*Adaptive Moment Estimation*). *Adaptive Moment Estimation* (Adam) merupakan metode optimasi yang menghitung tingkat pembelajaran secara adaptif untuk setiap parameter [19].

### 2.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam penelitian ini dibuat dengan tujuan agar penelitian dapat dilakukan secara bertahap serta konsisten dan merupakan garis besar dari langkah-langkah yang dilakukan harus dilakukan dalam penelitian ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

### 2.5. Tahapan Penelitian

Pengumpulan data adalah cara atau teknik yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi dan studi pustaka dengan uraian sebagai berikut:

1. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik studi pustaka melalui pengumpulan informasi pada literatur-literatur yang relevan untuk mendukung pembahasan penelitian. Studi pustaka dapat melalui buku teks/e-books, jurnal. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik dokumentasi berdasarkan <http://www.investing.com/> pada periode bulan Januari 2017 – Mei 2022
2. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi pada *data acquisition* untuk memprediksi harga minyak mentah dengan menggunakan algoritma *Artificial Neural Network*.
3. *Data selection* merupakan proses pemilihan data dari sekumpulan *data acquisition* yang ada.
4. Tahap *Data Transformation* merupakan proses mengubah format data awal menjadi sebuah format data yang baru untuk mempermudah pengolahan data.

### 2.6. Data Akuisisi

Akuisisi data adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data yang akan diproses, dan kemudian data diolah lebih lanjut dalam komputer untuk keperluan tertentu [20]. Sistem akuisisi data bertujuan untuk mengakuisisi sinyal sensor menjadi sinyal digital dan memberikannya kepada sistem pengendalian [21].

Data Akuisisi dalam penelitian ini menggunakan model *heatmap*. *Heatmap* adalah suatu teknologi visualisasi yang merepresentasikan data menggunakan gradien warna. Hasil visualisasi *heatmap* dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Visualisasi Heatmap

Gambar 3 menunjukkan variabel output dalam penelitian ini menggunakan variabel close. Dari hasil heatmap dapat dilihat bahwa korelasi terendah ada pada variable vol. (-0,42) dan change% (-0,39) korelasi yang tertinggi ada pada variabel open (0,96), high (0,94) dan low (0,92) oleh karena itu dalam penelitian ini sebagai variabel input dapat ditentukan dengan menggunakan variabel open high dan low.

2.7. Visualisasi

Visualisasi data adalah salah satu komunikasi visual modern yang dapat menjadi solusi menyajikan suatu data agar lebih mudah dipahami.



Gambar 4. Visualisasi Akuisisi Data tahun 2021

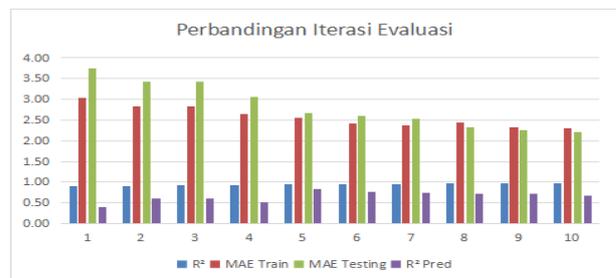
Dari grafik di atas dapat dilihat hubungan volume dalam persen, change dalam persen, dan nilai close harga minyak WTI. Dapat dilihat bahwa pada bulan Februari nilai volume mengalami kenaikan sehingga berdampak pada turunnya angka change sebesar 20% dan nilai close juga mengalami penurunan. Pada bulan April dapat dilihat volume mengalami sedikit kenaikan dan berdampak pada naiknya nilai change dan close. Begitupun pada bulan Maret-Mei nilai volume dan

change menurun sehingga berdampak pada angka close yang berangsur mengalami penurunan.

Kemudian pada bulan Juni-Juli nilai volume cenderung stabil namun angka change mengalami peningkatan sehingga nilai close meningkat. Hingga pada bulan September-Desember nilai dari harga close berangsur turun signifikan karena volume turun dan terjadi fluktuasi signifikan di mana pada bulan Oktober nilai change turun dan pada bulan November mengalami kenaikan drastis serta pada bulan Desember kembali mengalami penurunan drastis. Dapat disimpulkan bahwa jika volume (penawaran minyak) meningkat maka akan berdampak pada naiknya change dan pada saat volume (penawaran minyak) meningkat maka akan berdampak pada turunnya close (harga close di pasar). Fluktuasi grafik di atas bisa saja dipengaruhi variabel lain seperti faktor ekonomi mikro dan makro yang mana tidak diteliti dalam penelitian ini.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini bisa dilihat dari nilai R<sup>2</sup> dan akurasi mean absolute error (MAE). Uji R Square (R<sup>2</sup>) digunakan untuk mengukur tingkat variasi perubahan variabel independen terhadap variabel dependen. Nilai R<sup>2</sup> bervariasi antara 0 hingga 1, semakin mendekati 1 maka variabel independen mampu memberikan keseluruhan informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen[23]. Adapun hasil penelitian berdasarkan ini digambarkan melalui 10x percobaan evaluasi model dengan MSE yang dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Iterasi Evaluasi Model

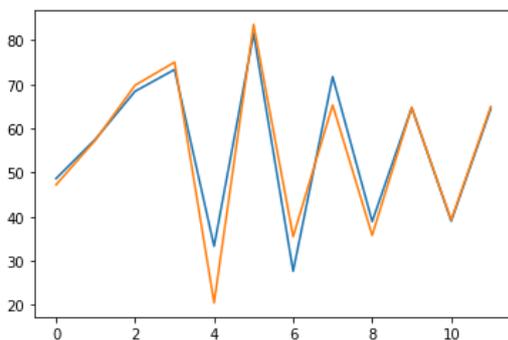
Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa nilai R<sup>2</sup>, MAE y train, MAE y test, dan R<sup>2</sup> prediction. Dapat dilihat dari 10 kali percobaan nilai MAE train dan MAE test mengalami penurunan hingga ke percobaan terakhir, artinya semakin sering

dilakukan iterasi maka hasil rerata error semakin kecil. Nilai MAE pada iterasi 10 menunjukkan error terkecil dengan *MAE train* sebesar 2,31 dan *MAE testing* sebesar 2,2. Kemudian pada nilai  $R^2$  cenderung mengalami kenaikan setiap iterasi dengan hasil semakin mendekati 1 dengan hasil akhir nilai  $R^2$  sebesar 0,97. Nilai tersebut menunjukkan hubungan variabel  $x$  yaitu *open*, *high*, *low*, *volume*, dan *change* memberikan pengaruh yang sangat bagus yaitu sebesar 97% terhadap variabel  $y$  *close*.

Adapun nilai  $R^2$  *prediction* pada gambar di atas cenderung mengalami fluktuasi pada awal-awal iterasi dan pada iterasi terakhir atau percobaan ke sepuluh menunjukkan nilai  $R^2$  *prediction* sebesar 0,68. Angka tersebut menunjukkan bahwa menunjukkan hubungan variabel  $x$  yaitu *open*, *high*, *low*, *volume*, dan *change* memberikan pengaruh yang cukup baik yaitu sebesar 68% terhadap variabel  $y$  *pred close*.

Dari seluruh pemaparan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai terbaik diperoleh pada iterasi terakhir (ke sepuluh) dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,97, rerata error terkecil yaitu nilai *MAE train* 2,31, *MAE testing* 2,21, dan  $R^2$  *prediction* sebesar 0,68. Dapat disimpulkan bahwa semakin sering dilakukan iterasi, semakin algoritma ANN dalam mempelajari model yang dibangun.

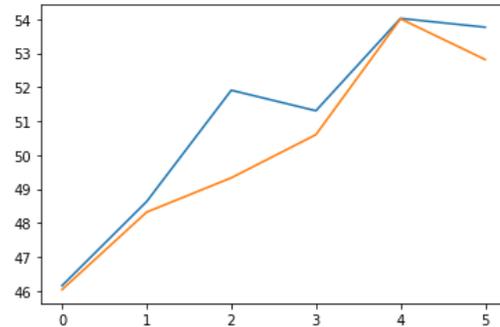
Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa model ANN yang dibangun pada  $y$  *test* menunjukkan hasil yang sangat bagus sebagaimana nilai  $R^2$  sebesar 0,97. Visualisasi tersebut menunjukkan bahwa model ini sudah fit berdasar (*goodness of fit*) dan tidak ada *overfitting* maupun *underfitting*.



**Gambar 6.** Visualisasi *Plot Line Y Test*

Selanjutnya visualisasi *plot line y pred* Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa model ANN yang dibangun pada  $y$  *prediction* menunjukkan

hasil yang cukup bagus sebagaimana nilai  $R^2$  sebesar 0,68. Visualisasi tersebut menunjukkan bahwa model ini sudah cukup fit di mana hasilnya tidak lebih baik dibandingkan hasil  $y$  *test* berdasar (*goodness of fit*) dan tidak ada *overfitting* maupun *underfitting*.



**Gambar 7.** Visualisasi *Plot Line Y Pred*

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa model yang dibuat dengan *training* data sebanyak 10 iterasi sesuai dengan pembahasan didapatkan hasil model ANN dengan optimisasi Adam yang menunjukkan bahwa:

1. Pada *Heatmap* terdapat korelasi paling kuat yaitu *open* dan *high* sebesar 0,96 terhadap *close* ( $y$ ). Sedangkan korelasi paling rendah yaitu pada *vol* dan *change%* sebesar -0,39 terhadap *close* ( $y$ ).
2. Error terkecil dengan *MAE train* sebesar 2,31 dan *MAE test* sebesar 2,2.
3. Nilai  $R^2$  cenderung mengalami perubahan nilai disetiap iterasi dengan hasil mendekati 1, hasil akhir pada percobaan ke 10 didapat nilai sebesar 0,97.
4. Nilai  $R^2$  *prediction* cenderung mengalami fluktuasi nilai disetiap iterasi dengan hasil akhir pada percobaan ke 10 didapat nilai sebesar 0,68.

Berdasarkan poin-poin tersebut diperoleh kesimpulan bahwa jika nilai *open* meningkat dan *high* meningkat, maka akan berdampak pada besarnya nilai *close* ( $y$ ). Namun apabila nilai *vol* meningkat dan *change%* meningkat, hal tersebut tidak berpengaruh pada besarnya nilai *close* ( $y$ ). Lalu berdasarkan iterasi pada model ANN sebanyak 10x hasil *MAE train*, *MAE test*, dan  $R^2$ , menunjukkan nilai akurasi model yang sangat baik. Serta akurasi pada  $R^2$  *prediction* terbilang cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. T. Panjaitan, "Penerapan Algoritma KNN Pada Prediksi Produksi Minyak Mentah," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.* 2018, vol. 6, no. 1, 2018.
- [2] D. F. Maghiszha, "Impor China Merosot, Harga Minyak Mentah Dunia Turun," 2022. <https://www.idxchannel.com/market-news/impor-china-merosot-harga-minyak-mentah-dunia-turun> (Diakses pada tanggal 20 Juli 2022).
- [3] D. Purnamasari and R. Sukmana, "Pengaruh Harga Emas Dunia, Harga Minyak Mentah Dunia dan Indeks Produksi Industri Terhadap Indeks Saham di Jakarta Islamic Index (JII) Dalam Jangka Panjang dan Jangka Pendek (Periode Januari 2005-Desember 2015)," *J. Ekon. Syariah Teor. dan Terap.*, vol. 4, no. 7, 2017, doi: 10.20473/vol4iss20177pp515-530.
- [4] A. Basit, "Pengaruh Harga Emas Dan Minyak Dunia Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Periode 2016-2019," *J. Apl. Akunt.*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.29303/jaa.v5i1.89.
- [5] F. R. Poylema, M. Pasulu, K. Kunci, and P. Ekonomi, "YUME : Journal of Management Pembangunan Ekonomi melalui Perdagangan Internasional Indonesia dalam Ekspor dan Impor (2017-2021)," *YUME J. Manag.*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [6] T. Nurhikmat, "Implementasi Deep Learning Untuk Image Classification Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Citra Wayang Golek," *Universitas Islam Indonesia*, vol. 10, no. 2. 2018.
- [7] J. Jiang, J. Zhang, G. Yang, D. Zhang, and L. Zhang, "Application of back propagation neural network in the classification of high resolution remote sensing image: Take remote sensing image of Beijing for instance," 2010, doi: 10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5568228.
- [8] S. R. Dewi, "Deep Learning Object Detection Pada Video Menggunakan Tensorflow Dan Convolutional Neural Network," *Deep Learn. Object Detect. Pada Video Menggunakan Tensorflow Dan Convolutional Neural Netw.*, 2018.
- [9] Alpaydin Ethem, *Introduction to Machine Learning - Ethem Alpaydin - Google Books*. 2020.
- [10] J. Alexander, D. Ronaldo Pangestu, F. Nicolas, and L. Hakim, "Penerapan Genetic Neural Network dalam Pemilihan Color Palette untuk Desain Skema Warna Genetic Neural Network Application in Palette Selection for Scheme Design," *Cogito Smart J.*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [11] E. Stolterman and J. Pierce, "Design tools in practice: Studying the designer-tool relationship in interaction design," 2012, doi: 10.1145/2317956.2317961.
- [12] K. Syaidah, Y. H. Chrisnanto, and G. Abdillah, "Prediksi Harga Sembako di DKI Jakarta Menggunakan Artificial Neural Network," *JUMANJI (Jurnal Masy. Inform. Unjani)*, vol. 3, no. 02, 2020, doi: 10.26874/jumanji.v3i02.63.
- [13] K. M. Hindrayani, I. G. S. Mas Diyasa, P. A. Riyantoko, and T. M. Fahrudin, "Studi Literatur Mengenai Prediksi Harga Saham Menggunakan Machine Learning," *Pros. Semin. Nas. Inform. Bela Negara*, vol. 1, 2020, doi: 10.33005/santika.v1i0.20.
- [14] H. Zulfa, F. Nhita, and D. Saepudin, "Hibridisasi Algoritma Classification and Regression Tree ( CART ) dan Artificial Neural Network ( ANN ) untuk Prediksi Harga Bawang Merah di Kabupaten Bandung," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [15] N. A. Maori, "Perbandingan Metode ANN-PSO dan ANN-GA untuk Peningkatan Akurasi Prediksi Harga Emas Antam," *J. Disprotek*, vol. 10, pp. 101–106, 2019, doi: 10.34001/jdpt.v10i2.1050.
- [16] S. Bock, J. Goppold, and M. Weiß, "An improvement of the convergence proof of the ADAM-Optimizer," pp. 1–5, 2018.
- [17] D. P. Kingma and J. L. Ba, "Adam: A method for stochastic optimization," 2015.
- [18] P. Katemba and R. K. Djoh, "Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linear," *J. Ilm. FLASH*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [19] S. Zahara, Sugianto, and M. Bahril Ilmiddafiq, "Prediksi Indeks Harga Konsumen Menggunakan Metode Long Short Term Memory (LSTM) Berbasis Cloud Computing," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 3, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i3.1086.
- [20] H. A. Sandi, Sudjadi, and Darjat, "Perancangan Sistem Akuisisi Data Multisensor (Sensor Oksigen, Hidrogen, Suhu, Dan Tekanan) Melalui Website Berbasis Android," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [21] I. Ghozali, "Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25 Edisi 9," *Semarang Badan penerbit Univ. Diponegoro. Var. Pemoderasi. E-Jurnal Akunt. Univ. Udayana*, vol. 23 (2), no. 1470, 2018.