


JURNAL

SISTEM INFORMASI



PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI
TEMBILAHAN - RIAU

Neni Hrida Wardani Ian, Kusnawi Kusnawi	
The Combination of R&D and MDLC Models in WEB-Based Interactive Learning Media <i>Ullya Mega Wahyuni, Jefril Rahmadoni, Afriyanti Dwi Kartika, Hafizah Hanim</i>	PDF 713-723
Nave Bayes Optimization with PSO for Predicting ICU Needs for Covid-19 Patients <i>Lusiana Dwi Lestari, Iqbal Harifal, Taslim Taslim, Yogi Yunefri, Susi Handayani, Eka Sabna, Kursiah Warti Ningsih</i>	PDF 724-734
Information System Strategic Planning DPMPTSP Riau Province using Ward and Peppard Method <i>Sonya Meitarice, Mayang Sari, Meidiana Meidiana, Rosa Adhawiyah, Vira Febriyanti</i>	PDF 735-748
Survey of IT Governance Influence on Digital Transformation and Bank Organization Performance <i>Nurul Afifah, Rahmat Mulyana, Lukman Abdurrahman</i>	PDF 749-760
Identification of Barangan Banana Ripeness Treatment Types using k-Nearest Neighbor <i>Abdullah Abdullah, Rendi Azrian</i>	PDF 761-775
Continuous Integration/ Continuous Delivery Optimization on Network Automation using Gray Wolf Optimizer <i>Ronald Adrian, Anni Karimatul Fauziyyah, Sahirul Alam</i>	PDF 776-784
<div></div> <div>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.</div>	

Search

Search Scope

All

Search

Browse

» By Issue

» By Author

» By Title

» Other Journals

FONT SIZE

CURRENT ISSUE

ATOM 1.0

RSS 2.0

RSS 1.0

Indexing/Abstracting











Visitors

169,558

4,937

662

583

557

363

227

197

178

154

Pageviews: 588,518



194 Today Pageviews



SERTIFIKAT

Kementerian Riset dan Teknologi/
Badan Riset dan Inovasi Nasional



Petikan dari Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional
Nomor 148/M/KPT/2020
Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode II Tahun 2020
Nama Jurnal Ilmiah

Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi

E-ISSN: 25409719

Penerbit: Universitas Islam Indragiri

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 3

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 5 Nomor 1 Tahun 2020 sampai Volume 9 Nomor 2 Tahun 2024

Jakarta, 03 Agustus 2020

Menteri Riset dan Teknologi/
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional
Republik Indonesia,



Bambang P. S. Brodjonegoro

Prediksi Harga Emas Berdasarkan Data gold.org menggunakan Metode *Long Short Term Memory*

Gold Price Prediction Based on Gold.org Data using the Long Short Term Memory Method

Vincentius Riandaru Prasetyo*, Stefan Axel, Juan Timothy Soebroto, David Sugiarto, Septian
Ardi Winatan, Senradel Daniel Njudang

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut, Kali Rungkut, Surabaya, Jawa Timur 60293, Indonesia

*e-mail: vincent@staff.ubaya.ac.id

(received: 23 Maret 2022, revised: 9 April 2022, accepted: 19 Agustus 2022)

Abstrak

Emas adalah salah satu bentuk logam mulia yang memiliki nilai berharga di zaman sekarang ini. Oleh karena itu, banyak orang yang mulai untuk berinvestasi dengan emas. Seseorang yang ingin berinvestasi di emas, harus memperhatikan perubahan pada harga jual beli dari emas tersebut. Salah satu situs yang dapat dijadikan acuan untuk melihat perubahan harga jual beli emas adalah gold.org. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan harga dari emas ini yaitu perubahan nilai kurs US Dollar, jumlah produksi emas dunia, dan kenaikan permintaan dari emas itu sendiri. Hal ini berarti harga dari emas ini cenderung tidak stabil karena sering terjadi perubahan. Metode LSTM atau *Long Short Term Memory* dapat diimplementasikan untuk melakukan prediksi harga emas berdasarkan harga emas sebelumnya. Model prediksi yang dibangun pada penelitian ini memprediksi harga emas kedepan berdasarkan 60 data harga emas sebelumnya. Berdasarkan hasil pengukuran akurasi yang dilakukan, didapatkan akurasi sebesar 87,84% dengan nilai rentang selisih antara harga asli dengan prediksi sebesar 5 dan jumlah *epoch* yaitu 100.

Kata kunci: prediksi, harga emas, LSTM.

Abstract

Gold is one form of precious metal with priceless value in this day and age. Therefore, many people are starting to invest in gold. Someone who wants to invest in gold must pay attention to changes in gold's buying and selling price. One site that can be used as a reference to see changes in the price of buying and selling gold is gold.org. Several factors influence gold price changes, namely changes in the value of the US Dollar exchange rate, the amount of world gold production, and the increase in demand for gold itself. This means that the price of gold tends to be unstable because of frequent changes. The LSTM or Long Short Term Memory method can be implemented to predict gold prices based on previous gold prices. The prediction model built in this study predicts gold price in the future based on 60 last gold price data. Based on the results of accuracy measure, an accuracy of 87.84% was obtained with the value of the difference between the original price and the prediction of 5 and the number of epochs being 100.

Keywords: prediction, gold price, LSTM.

1 Pendahuluan

Emas merupakan logam mulia yang memiliki nilai ekonomis dan sering digunakan sebagai instrumen investasi. Permintaan akan emas semakin meningkat setiap tahunnya karena banyak orang sudah mengetahui bahwa emas dapat dijadikan sebagai *safe haven*. *Safe haven* adalah aset sebagai aset investasi berisiko rendah untuk perlindungan aset [1]. Emas adalah salah satu sarana yang paling stabil dan efektif untuk menyimpan modal (investasi). Selain itu, emas sering disebut sebagai ukuran modal dan kekayaan tertua dan paling efektif. Hubungan antara harga dan berbagai variabel keuangan sering dipantau oleh unit ekonomi, karena emas lebih unggul dari logam lain dan lebih sering diperdagangkan dalam sistem keuangan. Harga emas selalu berfluktuasi dalam jangka pendek, tetapi

untuk investasi jangka panjang, fluktuasi itu mengarah pada peningkatan nilai harga emas bagi investor untuk menginvestasikan uang [2]. Dibalik kelebihan emas, banyak investor yang takut berinvestasi karena tidak tahu apakah harga emas akan naik atau turun dalam jangka waktu tertentu.

Harga emas Indonesia tentu saja mengikuti harga emas dunia. Harga emas dunia dipengaruhi oleh faktor ekonomi seperti penawaran dan permintaan emas dan produksi, namun selain faktor tersebut, faktor politik juga dapat menaikkan harga emas dunia. Isu politik seperti resesi global dan konflik antar negara dapat menyebabkan pergerakan harga emas global [3]. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu sistem prediksi yang dapat memperkirakan harga emas ke depannya berdasarkan pergerakan emas pada periode-periode sebelumnya. Salah satu metode yang dapat diimplementasikan untuk melakukan prediksi terhadap suatu kejadian adalah LSTM atau *Long Short Term Memory*.

Metode LSTM diturunkan dari metode RNN (*Recurrent Neural Network*). RNN adalah jaringan saraf berulang yang khusus dikembangkan untuk memproses data sekuensial. Akan tetapi, RNN memiliki masalah *vanishing* dan *exploding gradient* yang berarti, rentang nilai dalam arsitektur berubah dari satu lapisan ke lapisan berikutnya. LSTM dirancang dan dikembangkan untuk mengatasi masalah dari RNN tersebut. LSTM juga dikenal sebagai jaringan saraf dengan arsitektur yang dapat disesuaikan sesuai aplikasi yang dirancang [4].

2 Tinjauan Literatur

Penelitian yang berkaitan dengan prediksi emas menggunakan metode LSTM pernah dilakukan juga oleh Alhamdani, et. al [5]. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk memprediksi harga emas per hari dari data *time series* yang didapatkan dari situs harga-emas.org dengan menerapkan metode LSTM untuk menentukan nilai *error forecast*. Parameter analisis yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah jumlah *neuron hidden*, *learning rate*, dan *epoch*. Kombinasi terbaik yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah 16 *neuron hidden*, 0,01 *learning rate*, dan 100 *epoch*. Pengukuran terbaik yang diperoleh pada penelitian tersebut adalah RMSE 9139,14318 dan MAPE 0,69794%.

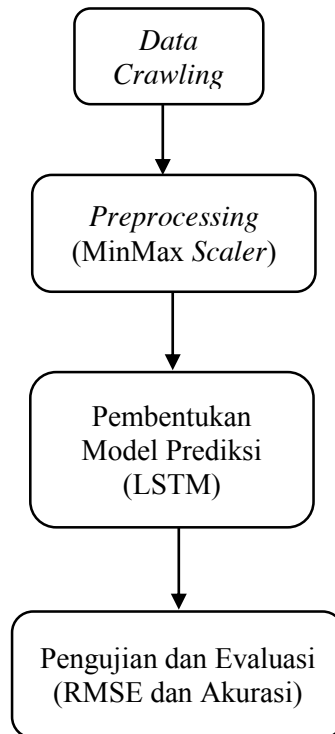
Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Setianto [6] menggunakan data historis harian harga emas dunia dan harga minyak dunia dari website Investor.com periode 1 Januari 2014 sampai dengan 1 Januari 2019. Performa model peramalan harga emas dengan menggunakan metode LSTM dengan parameter harga minyak dunia menghasilkan nilai akurasi yang cukup baik, dengan nilai MAPE sebesar 0,8027%. Sedangkan model peramalan tanpa menggunakan faktor harga minyak dunia memberikan nilai MAPE sebesar 0,7963%. Perbandingan ini menunjukkan bahwa faktor harga minyak dunia tidak menghasilkan kinerja yang lebih akurat untuk model peramalan.

Selain digunakan untuk peramalan harga emas, Wardani [7] menggunakan metode LSTM untuk memprediksi harga saham syariah pada PT Telkom Indonesia Tbk. Parameter pengujian yang digunakan meliputi pola *time series*, *hidden neuron*, *max epoch*, dan *batch size* untuk mendapatkan model prediksi terbaik. Parameter terbaik yang didapat adalah pola *time series* 5, *hidden neuron* 5, *maximum epoch* 50, dan *batch size* 4. Hasil pengujian yang diperoleh dengan metode LSTM adalah nilai RMSE sebesar 117.266 dan nilai MAPE sebesar 2.980%.

Pada penelitian ini, metode LSTM digunakan untuk memprediksi harga emas ke depannya dengan menggunakan data pergerakan harga emas pada periode-periode sebelumnya. Data harga emas yang digunakan pada penelitian ini diambil menggunakan teknik *data crawling* pada website gold.org. Data yang diambil merupakan harga emas dari bulan Mei 2020 - April 2021 dengan interval data setiap 15 menit.

3 Metode Penelitian

Metode Penelitian menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah. Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain: *crawling*, *preprocessing*, pembentukan model, *training*, *testing*, dan perhitungan akurasi. Gambar 1 menunjukkan tahapan-tahapan yang dilakukan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3.1 Data Crawling

Crawling merupakan suatu proses menjelajahi sebuah *web* dan mengunduh halaman *web* secara otomatis untuk mendapatkan atau mengumpulkan informasi. Program yang mempunyai tugas khusus dalam melakukan *crawling* disebut *crawler* [8]. Pada *website* yang menyajikan data yang selalu bertambah secara periodik, proses *crawling* akan dilakukan dengan adanya batasan, seperti batasan jumlah data yang diambil, atau batasan waktu pada data berjenis *time series*.

Pada penelitian ini, *crawling* dilakukan dengan menggunakan API yaitu <https://fsapi.gold.org/api/v11/charts/goldprice/usd/kg>. API ini digunakan untuk mendapatkan data harga emas pada jangka waktu tertentu. API yang digunakan pada penelitian ini dikhususkan untuk mengambil data harga emas per kilonya dalam mata uang USD (dolar Amerika).

3.2 Preprocessing

Proses *preprocessing* dilakukan dengan cara mengolah *dataset* yang ada sebelum digunakan oleh metode LSTM. Metode *preprocessing* yang digunakan adalah *Min-Max Scaler*. *Min-Max scaler* adalah metode normalisasi di mana transformasi linier dari data asli dilakukan untuk menciptakan keseimbangan nilai perbandingan antara data awal dan akhir setelah proses transformasi dilakukan [9]. Persamaan (1) merupakan implementasi dari metode *MinMax scaler*.

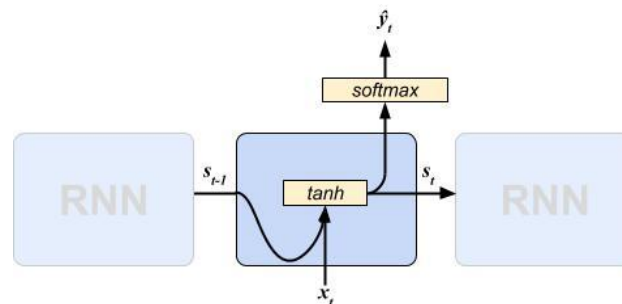
$$X_{norm} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Pada persamaan (1), X_i merupakan nilai dari suatu data yang akan dinormalisasi, sedangkan X_{max} merupakan nilai tertinggi yang terdapat pada kumpulan dataset dan X_{min} merupakan nilai terendah pada kumpulan dataset yang ada. X_{norm} merupakan hasil akhir dari perhitungan *MinMax scaler* yang mempunyai rentang nilai antara 0 hingga 1 [10].

3.3 Pembentukan Model Prediksi

Pembentukan model prediksi dilakukan setelah data melalui tahapan *preprocessing*. Pada penelitian ini, metode *Long short term memory* (LSTM) digunakan untuk pembentukan model prediksi. LSTM adalah salah satu turunan dari metode *Recurrent Neural Network* (RNN). RNN

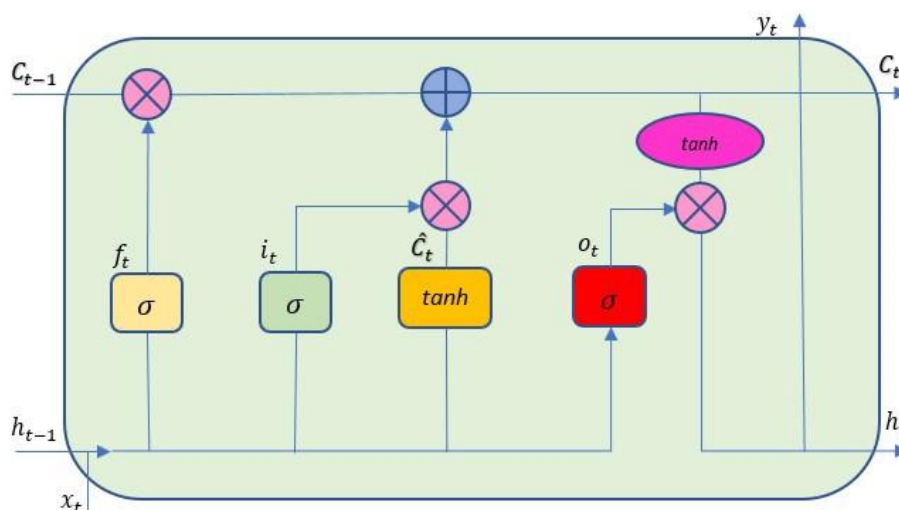
adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan di mana input diproses secara iteratif. RNN termasuk dalam kategori *deep learning* karena merupakan jenis kecerdasan buatan yang membutuhkan banyak lapisan untuk memproses data masukan. Ciri khusus dari RNN adalah data yang digunakan sebagai input adalah data yang sekuensial. Data *time series* atau apabila sampel data diambil secara berurutan, maka data tersebut dapat digolongkan ke dalam data yang sekuensial [11]. Gambar 2 memperlihatkan arsitektur sederhana dari RNN.



Gambar 2. Arsitektur Sederhana RNN

Pada RNN, *output* dari setiap *hidden layer* akan mengalami perulangan ke dirinya sendiri untuk mendapatkan *output* yang terbaik. RNN dapat menggunakan informasi masa lampau untuk memprediksi suatu keadaan atau nilai yang akan terjadi di masa depan. Pada prinsipnya, RNN memiliki memori dari peristiwa yang telah terjadi. Salah satu kelemahan RNN adalah metode ini sulit diterapkan apabila data memiliki urutan yang panjang. Metode LSTM muncul untuk mengatasi masalah ketergantungan jangka panjang tersebut dengan menyediakan “gerbang” memori ke sel *hidden layer* [12].

LSTM dapat mempelajari pola panjang dari data sekuensial untuk mencegah situasi gradien yang menghilang. Pada dasarnya, LSTM masih memiliki konsep yang sama dengan RNN. Perbedaan antara RNN dan LSTM dari RNN adalah isi dari selnya. LSTM sangat cocok dengan data yang berhubungan dengan rentang waktu dan akurat dalam memprediksi rentang waktu ketika ada langkah-langkah waktu dengan pengukuran independen [13]. Gambar 3 menunjukkan arsitektur dari LSTM.



Gambar 3. Arsitektur LSTM

Arsitektur LSTM terdiri dari lapisan input, lapisan *output*, dan juga *hidden layer*. *Hidden layer* sendiri terdiri dari 3 gate yaitu *input gate*, *forget gate*, dan *output gate*. Fungsi aktivasi sigmoid yang pertama merupakan *forget gate* dimana berfungsi untuk menentukan informasi apa yang harus dilupakan. Fungsi aktivasi sigmoid yang kedua berfungsi sebagai *input gate* yang menentukan mana yang harus disimpan ataupun dilupakan. Fungsi sigmoid yang terakhir merupakan *output gate* yang berfungsi untuk meneruskan informasi ke *hidden layer* selanjutnya [14].

3.4 Pengujian dan Evaluasi

Setelah model prediksi terbentuk, maka akan dilakukan pengujian dan evaluasi terhadap performa model prediksi. Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai Root Mean Square Error (RMSE) dan akurasi. RMSE adalah akar kuadrat dari mean square error yang dihasilkan dari hasil perhitungan sebuah metode. RMSE digunakan untuk membandingkan nilai-nilai yang diprediksi oleh suatu model dengan nilai-nilai hasil pengamatan. RMSE dapat dihitung dengan Persamaan (2), di mana Y_t adalah nilai asli pada periode t , sedangkan n adalah jumlah data yang digunakan [15].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2}{n}} \quad (2)$$

Evaluasi selanjutnya adalah perhitungan akurasi. Perhitungan akurasi dilakukan dengan cara membandingkan antara data asli dengan hasil prediksi yang dilakukan oleh sistem. Hasil prediksi dianggap valid apabila memiliki selisih kurang lebih 5 poin dari data asli.

4 Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan pada penelitian ini dikumpulkan dengan cara melakukan *crawling* file JSON pada halaman <https://www.gold.org/goldhub/data/gold-prices>. Proses *crawling* dilakukan menggunakan API yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Data yang diambil adalah harga emas per kilonya dalam mata uang USD.

Pada penelitian ini, data yang didapatkan yaitu data harga emas dengan durasi sekitar 48 minggu, yang diambil dengan rentang 15 menit pada hari Senin hingga Jumat, mulai tanggal 11 Mei 2020 pukul 00:00 hingga 9 April 2021 pukul 00:00. Jumlah data yang berhasil didapatkan pada penelitian ini yaitu 18341 baris data.

Sebelum dilakukan proses *training* untuk membangun model prediksi, data yang telah didapatkan sebelumnya akan mengalami *preprocessing*. Data akan diubah sehingga tiap 1 baris data, akan memiliki 60 data tersendiri. Oleh karena itu, nantinya sistem akan memprediksi harga emas berdasarkan 60 data sebelumnya. *Preprocessing* akan dilanjutkan dengan perhitungan metode *Min-Max Scaler* untuk tiap data yang ada. Setelah perhitungan tersebut selesai dilakukan, maka data telah siap untuk dilakukan proses *training*.

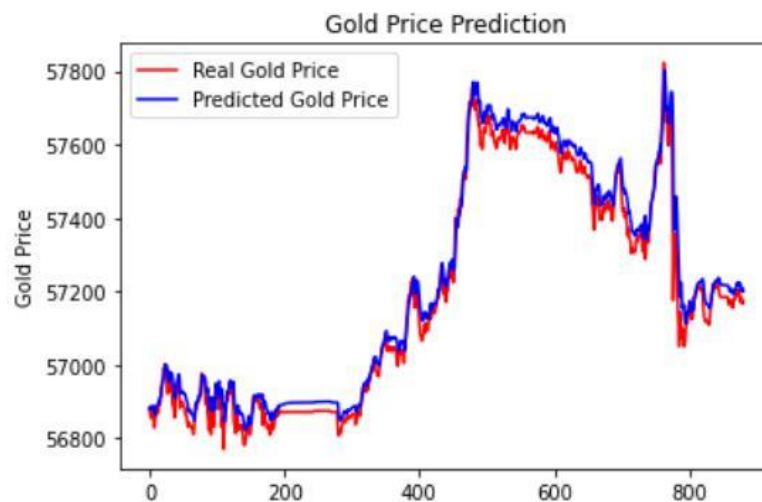
Sebelum melakukan proses *training*, maka harus dibuat terlebih dahulu arsitektur dari LSTM (*Long Short Term Memory*) yang akan digunakan. Susunan arsitektur yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan Arsitektur LSTM

Layer	Output Shape	Param
LSTM	(None, 60, 50)	10400
Dropout	(None, 60, 50)	0
LSTM	(None, 60, 50)	20200
Dropout	(None, 60, 50)	0
LSTM	(None, 60, 50)	20200
Dropout	(None, 60, 50)	0
LSTM	(None, 50)	20200

Setelah susunan arsitektur dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *training* dari data yang telah diproses sebelumnya. Proses *training* dilakukan dengan jumlah *epoch* yaitu 100. Pada *epoch* ke-100, didapatkan *loss* terakhir sebesar 0.0268423. *Loss* ini didapatkan dengan menggunakan metode RMSE atau *Root Mean Squared Error*.

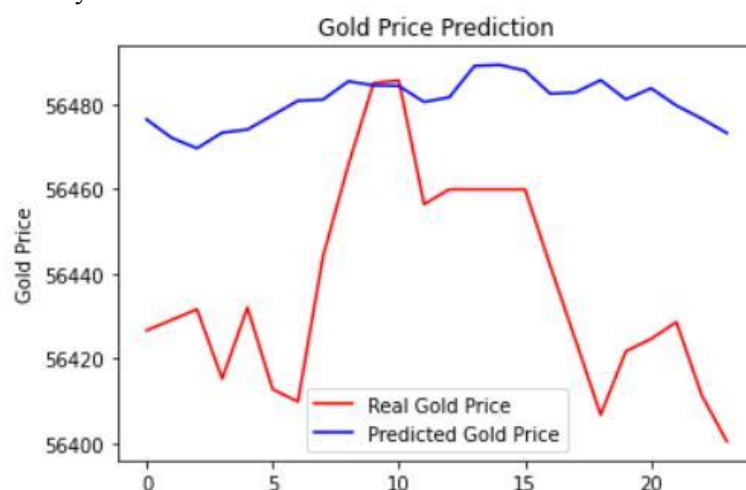
Setelah model prediksi terbentuk dari proses *training*, maka selanjutnya dilakukan proses *testing*. Data yang digunakan untuk proses *testing* ini adalah data harga emas dari gold.org, mulai dari 30 April 2021 pukul 00:00 hingga 5 Mei 2021 pukul 00:00, dengan selisih tiap data kurang lebih 15 menit. Data yang digunakan untuk *testing* berjumlah 941 baris data. Proses *testing* dilakukan untuk mengukur akurasi dari model prediksi yang terbentuk. Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara harga emas asli dengan harga emas hasil prediksi.



Gambar 4. Perbandingan Data Asli dan Prediksi

Berdasarkan *testing* yang telah dilakukan, dari 941 data yang digunakan, 809 data diantaranya berhasil diprediksi dengan baik. Dari hasil *testing* tersebut, maka akurasi dari model prediksi yang terbentuk yaitu 87,84%. Berdasarkan nilai akurasi yang didapatkan, maka model prediksi dengan metode LSTM dianggap cukup akurat untuk memprediksi harga emas ke depannya, dengan jangka waktu yang relatif pendek yaitu 1-3 hari ke depannya. Hal ini dikarenakan pada jangka waktu tersebut pergerakan harga emas cenderung tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan.

Percobaan lainnya dilakukan untuk menguji model prediksi yang dihasilkan pada penelitian ini, dengan jangka waktu prediksi hingga 24 hari ke depannya. Gambar 5 memperlihatkan hasil uji coba yang dilakukan. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa metode LSTM kurang akurat dalam melakukan prediksi harga emas ke depannya untuk rentang waktu yang lebih panjang. Hal ini dikarenakan dalam rentang waktu tersebut, perubahan harga emas cukup signifikan dari sebelumnya.



Gambar 5. Perbandingan Hasil Prediksi 24 Hari Ke Depannya

5 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa metode LSTM dapat digunakan untuk memprediksi harga emas berdasarkan data dari gold.org, untuk rentang waktu 1-3 hari ke depannya. Akurasi yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan sebelumnya yaitu 87,84%, dengan jumlah data *testing* yang digunakan sebesar 941 data. Kelemahan dari metode LSTM pada penelitian ini adalah metode tersebut kurang akurat dalam melakukan prediksi harga emas untuk jangka waktu yang lebih panjang yaitu 24 hari ke depannya. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat mencoba untuk menggunakan metode prediksi lainnya, sehingga dapat diketahui apakah metode-metode tersebut dapat

menghasilkan prediksi yang lebih akurat dari LSTM. Selain itu, bisa juga dikembangkan sebuah sistem yang dapat memprediksi harga emas dengan data yang digunakan secara *realtime*.

Referensi

- [1] M. R. I. Hariwijaya, M. T. Furqon and C. Dewi, "Prediksi Harga Emas dengan menggunakan Metode Average-Based Fuzzy Time Series," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 1258-1264, 2020.
- [2] E. S. Nurulhuda and Kosasih, "Pengaruh Inflasi, Kurs Dolar AS, dan Suku Bunga (Studi Empiris: PT ANTAM Tbk Tahun 2014-2018)," *KINERJA Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, pp. 71-94, 2019.
- [3] F. Kesarditama, Haryadi and Y. V. Amzar, "Pengaruh Inflasi, Nilai Tukar Rupiah per Dollar Amerika, Harga Minyak Mentah Dunia dan Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap Harga Emas di Indonesia," *E-Journal Perdagangan Industri dan Moneter*, pp. 55-64, 2020.
- [4] L. Wiranda and M. Sadikin, "Penerapan Long Short Term Memory pada Data Time Series untuk Memprediksi Penjualan Produk PT. Metiska Farma," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, pp. 184-196, 2019.
- [5] F. D. S. Alhamdani, G. I. Marthasari and C. S. K. Aditya, "Prediksi Harga Emas menggunakan Metode Time Series Long Short - Term Memory Neural Network," *REPOSITOR*, pp. 375-386, 2021.
- [6] Y. D. W. Setianto, "Peramalan Harga Emas Dunia dengan Metode Long-Short Term Memory (LSTM)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2021.
- [7] W. W. K. Wardani, "Prediksi Harga Saham Syariah menggunakan Metode Recurrent Neural Network-Long Short Term Memory," Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, 2021.
- [8] V. R. Prasetyo, "Searching Cheapest Product on Three Different e-Commerce using K-Means Algorithm," in *2018 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Bali, 2018.
- [9] D. A. Nasution, H. H. Khotimah and N. Chamidah, "Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine menggunakan Algoritma K-NN," *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, vol. 4, no. 1, pp. 78-82, 2019.
- [10] M. Hussein and Y. Azhar, "Prediksi Harga Minyak Dunia dengan Metode Deep Learning," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 29-34, 2020.
- [11] M. A. Faishol, "Analisis Data Runtun Waktu Prediksi Polusi Udara di Kota Surabaya Menggunakan Deep Learning RNN-LSTM," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [12] A. Farhah, A. L. Prasasti and M. W. Paryasto, "Implementasi Recurrent Neural Network dalam Memprediksi Kepadatan Restoran Berbasis LSTM," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 2, pp. 524-531, 2021.
- [13] W. Aprianti, K. A. Hafizd and M. R. Rizani, "Implementasi Association Rules dengan Algoritma Apriori pada Dataset Kemiskinan," *Journal Mathematics and Its Applications*, pp. 145-155, 2017.
- [14] V. Ravi, P. Poornachandran and S. KP, "Long Short-Term Memory based Operation Log Anomaly Detection," in *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, Udipi, 2017.
- [15] V. R. Prasetyo, H. Lazuardi, A. A. Mulyono and C. Lauw, "Penerapan Aplikasi RapidMiner untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah terhadap US Dollar dengan Metode Regresi Linier," *Jurnal TEKNO SI*, vol. 7, no. 1, pp. 8-17, 2021.