

PENERAPAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM) DALAM MEMPREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK CENTRAL ASIA

Abdul Rosyd, Ade Irma Purnamasari, Irfan Ali

Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon

Jl. Perjuangan No.10B Cirebon, Indonesia

rosyid.development@gmail.com

ABSTRAK

PT Bank Central Asia merupakan salah satu perusahaan yang beroperasi di sektor perbankan di Indonesia. Saham adalah surat kepemilikan yang menunjukkan seberapa besar kepemilikan seseorang atau suatu institusi dalam suatu Perusahaan. Permasalahan utama yang dihadapi oleh investor adalah bagaimana memprediksi pergerakan harga saham di masa depan sehingga dapat mengambil keputusan investasi yang tepat. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan algoritma LSTM dengan optimasi "adam". LSTM merupakan pengembangan dari RNN yang memiliki kemampuan untuk mengolah data yang memiliki hubungan temporal atau urutan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Long Short Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi harga saham PT Bank Central Asia dengan menggunakan pendekatan eksperimental. Dengan mengumpulkan dan menganalisis data historis harga saham Bank BCA dari 2020 hingga 2023, metode LSTM dengan optimasi "adam" berhasil memberikan prediksi yang memiliki tingkat akurasi yang baik, ditunjukkan oleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 40.85, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0.71%, dan *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 6662.76. Hasil prediksi ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan investasi dengan memberikan wawasan yang berguna dalam analisis pergerakan harga saham PT Bank Central Asia.

Kata kunci : Data Mining, Long Short Term Memory (LSTM), Prediksi Harga Saham,

1. PENDAHULUAN

Dalam era informasi yang semakin berkembang pesat, penggunaan teknologi data mining telah menjadi salah satu alat yang penting dalam memprediksi harga saham. Dalam konteks ini, PT Bank Central Asia merupakan salah satu perusahaan yang beroperasi di sektor perbankan di Indonesia. Saham adalah surat kepemilikan yang menunjukkan seberapa besar kepemilikan seseorang atau suatu institusi dalam suatu Perusahaan [1]. *Forex* atau Valuta Asing merupakan kegiatan perdagangan mata uang asing. Investasi dalam saham telah menjadi fondasi yang signifikan dalam pertumbuhan keuangan suatu perusahaan [2]. Berbagai faktor seperti kondisi pasar, situasi politik, dan berita ekonomi dapat mempengaruhi harga saham sebuah perusahaan. Investasi dalam saham menjadi alternatif menarik karena memiliki potensi keuntungan yang signifikan dibandingkan dengan opsi investasi lain. Sejak lama investor pasti ingin membeli saham pada harga murah dan akan menjual pada harga yang lebih tinggi untuk mendapatkan keuntungan [3].

Permasalahan utama yang dihadapi oleh investor adalah bagaimana memprediksi pergerakan harga saham di masa depan sehingga dapat mengambil keputusan investasi yang tepat. Tidak sedikit investor pemula yang belum memiliki pengetahuan dan pengalaman yang cukup dalam analisis pasar saham. Meskipun memberikan peluang keuntungan yang besar, namun juga menyertakan risiko kerugian yang potensial dalam waktu singkat. Oleh karena itu, untuk mengurangi potensi kerugian, diperlukan pemantauan yang cermat terhadap fluktuasi pergerakan harga

saham [4]. Memprediksi arah pergerakan harga saham merupakan tugas yang menantang, karena arahnya sulit diprediksi. Dalam upaya untuk memprediksi pergerakan harga saham dapat mempertimbangkan tiga faktor utama yang memengaruhi, yaitu faktor teknis, faktor fundamental, dan faktor sentimen [4]. Oleh karena itu diperlukan sistem untuk memprediksi harga saham yang dapat mengetahui pergerakan harga saham dimasa yang akan datang dari faktor teknisnya.

Studi sebelumnya dalam prediksi harga saham menggunakan berbagai metode memberikan wawasan tentang kompleksitas pergerakan pasar keuangan. Menurut [5] pada artikel yang berjudul "Prediksi Harga *Cryptocurrency* Menggunakan Algoritma *Long Short Term Memory* (LSTM)" Penelitian ini menggunakan *Long Short Term Memory* (LSTM), hasil dari algoritma LSTM untuk memprediksi harga *cryptocurrency* cukup baik. Pada pengujian terhadap jenis koin DOGE dan ADA, LSTM terbukti mampu melakukan prediksi dengan akurasi yang sangat baik berdasarkan nilai RMSE dimana keduanya mendapatkan nilai RMSE yang mendekati angka 0 dengan masing-masing nilai RMSE DOGE sebesar 0.0544 dan RMSE ADA sebesar 0.1607. Penelitian lain berjudul "Kemampuan *Long Short Term Memory Machine Learning* Dalam Proyeksi Saham Bank BRI Tbk" Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode LSTM mampu memberikan akurasi yang tinggi dalam memprediksi harga saham Bank BRI Tbk. Dalam penelitian ini, LSTM menghasilkan nilai RMSE sebesar 1%, yang lebih baik dibandingkan dengan nilai RMSE dari metode ARIMA yang sebesar 2.46%. Selain itu, hasil dari proses testing juga menunjukkan

akurasi yang tinggi mencapai 99%. Oleh karena itu, penelitian ini menunjukkan bahwa LSTM dapat menjadi solusi yang efektif dalam memprediksi data time series seperti harga saham [6]. Adapun artikel yang berjudul “Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Sektor Farmasi Menggunakan Algoritma *Long Short-Term Memory*” Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) mampu memprediksi pergerakan harga saham perusahaan farmasi dengan tingkat keakuratan yang baik. Dengan menggunakan kombinasi parameter terbaik, model LSTM menghasilkan rerata nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 27.310, menunjukkan tingkat keakuratan yang baik dalam memprediksi pergerakan harga saham penutup suatu perusahaan yang bergerak pada sektor farmasi [7].

Dari hasil review yang telah dilakukan, terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang telah berhasil mengaplikasikan data mining dalam memprediksi harga saham. Maka tujuan utama dari penelitian ini adalah menerapkan metode data mining, khususnya *Long Short Term Memory* (LSTM), dalam memprediksi harga saham PT Bank Central Asia. Melihat pentingnya prediksi harga saham dalam pengambilan keputusan investasi, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prediksi yang akurat menggunakan metode data mining. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui hasil prediksi harga saham PT Bank Central Asia dengan Tingkat akurasi yang baik.

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian ini, penulis akan mengadopsi pendekatan eksperimental yang melibatkan pengumpulan dan analisis data historis harga saham Bank BCA. Metode yang dipakai dalam menganalisis harga saham yaitu *Long Short Term Memory*. Metode penelitian ini akan mencakup langkah-langkah berikut: pertama, akan mengumpulkan data historis harga saham Bank BCA yang diambil dari *Yahoo Finance*. Kemudian, akan memproses dan membersihkan data untuk menghilangkan noise dan anomali. Selanjutnya, akan mengimplementasikan algoritma metode LSTM untuk memodelkan dan menganalisis data tersebut. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Google Colaboratory* dengan Bahasa pemrograman *python*. Penelitian ini berlandaskan pada analisis artikel ilmiah dan data relevan guna meramalkan pergerakan harga saham. Metodologi penelitian mengikuti dengan cermat tahapan *Life-Cycle* yang dirancang khusus untuk model *Long Short Term Memory* (LSTM).

Keberhasilan penelitian prediksi harga saham ini akan signifikan di bidang Informatika. Hasilnya memberikan pemahaman mendalam dan kontribusi berharga bagi praktisi keuangan, investor, dan profesional keuangan. Model prediksi yang akurat memungkinkan manajemen risiko, optimasi portofolio, dan peningkatan potensi keuntungan. Bagi Bank BCA, penelitian ini membantu dalam pemahaman strategi keuangan yang luas. Hasilnya memberikan wawasan berharga bagi peneliti

Informatika dan keuangan, mendorong pengembangan pendekatan yang lebih baik dalam prediksi harga saham. Secara keseluruhan, penelitian ini memperkuat efisiensi teknologi informasi dalam industri keuangan, berpotensi berdampak positif pada perkembangan teknologi dan pemahaman interaksi antara Informatika dan pasar keuangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data

Data merujuk pada sekumpulan peristiwa yang diambil dari realitas, dapat berupa angka, huruf, atau simbol khusus, atau kombinasi dari mereka. Meskipun data memberikan snapshot dari kenyataan, tetapi informasi yang dapat diperoleh darinya masih terbatas, sehingga memerlukan proses pengolahan lebih lanjut untuk mengungkapkan banyak cerita [8].

2.2. Data Mining

Data mining, atau yang sering disebut sebagai penemuan pengetahuan, adalah proses eksplorasi informasi dalam basis data besar melalui kegiatan pengumpulan, pembersihan, pengolahan, dan analisis data. Tujuannya adalah untuk mendapatkan wawasan yang bermanfaat dari dataset yang ada [9]. Fokus dari data mining adalah pada kemampuan manusia untuk menyelesaikan masalah melalui identifikasi pola yang dihasilkan oleh pembelajaran mesin atau yang dikenal sebagai machine learning [10].

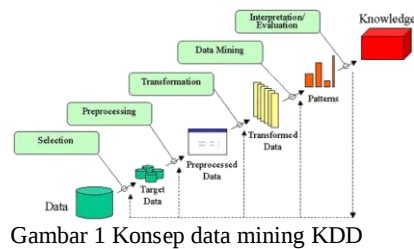
2.3. Saham

Saham adalah instrumen keuangan yang mencerminkan kepemilikan seseorang atau entitas dalam suatu perusahaan. Ini berarti pemegang saham memiliki sebagian dari perusahaan tersebut. Menurut beberapa jurnal, harga saham mencerminkan nilai suatu saham dan mencatat kekayaan perusahaan yang menerbitkannya [11].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan algoritma *Long Short Term Memory* (LSTM) dengan optimasi "adam". LSTM merupakan pengembangan dari RNN yang memiliki kemampuan untuk mengolah data yang memiliki hubungan temporal atau urutan [12].

Knowledge Discovery in Database (KDD) adalah suatu teknik dalam analisis data yang mencakup proses penelitian, di mana salah satu komponennya melibatkan proses data mining. Data mining digunakan dalam konteks ini karena data utamanya berupa data real, seperti yang tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1 Konsep data mining KDD

3.1. Selection Data

Proses pencarian data yang akan digunakan agar dapat melakukan Analisa tahap selanjutnya. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah menggunakan metode web scrapping untuk mengambil data historis harga saham PT Bank Central Asia dari sumber yang tersedia secara publik, seperti situs resmi Bursa Efek Indonesia (BEI) atau platform keuangan lainnya yang menyediakan data pasar saham. Pada penelitian ini data didapatkan dari situs Yahoo Finance dengan mencari kata kunci BBKA JK, lalu memfilter tanggal mulai dari 1 januari 2020 dan tanggal akhir 30 oktober 2023.

3.2. Preprocessing Data

Preprocessing adalah proses perbaikan data yaitu dengan cara menghilangkan data noise atau missing value. Pada proses ini juga dilakukan penghapusan kolom yang tidak diperlukan seperti kolom 'Open', 'High', 'Close', 'Adj Close', dan 'Volume'.

3.3. Transformation Data

Transformation data adalah proses perubahan data sesuai dengan format yang diperlukan agar data tersebut dapat di olah pada tahap data mining. Pada tahap ini data yang berbentuk table di ubah menjadi array numpy.

3.4. Data Mining

Data mining adalah proses penemuan pola yang berharga dan menarik dari data yang berjumlah besar. Pada penelitian ini proses data mining menggunakan algoritma *Long Short Term Memory* (LSTM).

3.5. Evaluation

Evaluasi pola yang berfungsi untuk mengidentifikasi hasil dari banyaknya data setelah proses data mining untuk mengukur kebenaran dari Tingkat akurasi.

3.6. Knowledge

Hasil analisis data dapat memberikan pengetahuan berupa table atau grafik dari hasil prediksi harga saham PT BCA.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencarian data historis harga saham yang dilakukan menggunakan Teknik *scraping* yang dilakukan melalui website Yahoo Finance dengan kata kunci BBKA JK. Kemudian melakukan filter data dari tanggal 1 januari 2020 sampai dengan 30 oktober 2023

dan lakukan unduh data. Data yang sudah di unduh kemudian di upload pada *google colaboratory* menggunakan library pandas dengan fungsi `read csv`, outputnya terlihat seperti pada Gambar 2 berikut.

```
# Membaca dataset yang sudah di upload
df=pd.read_csv(io.StringIO(filenya['BBKA.JK (1).csv'].decode('utf-8')))
df.dropna(axis=0)
```

	Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
0	2020-01-02	6695.0	6780.0	6680.0	6690.0	6198.344727	49445000
1	2020-01-03	6750.0	6800.0	6725.0	6800.0	6300.260254	47755500
2	2020-01-06	6720.0	6750.0	6690.0	6735.0	6240.038086	27300000
3	2020-01-07	6735.0	6770.0	6730.0	6740.0	6244.669922	45022500
4	2020-01-08	6670.0	6745.0	6670.0	6680.0	6189.079590	53692500
...	...	...	...	...	...	...	...
927	2023-10-24	8775.0	8875.0	8775.0	8775.0	8775.000000	76963200
928	2023-10-25	8825.0	8925.0	8825.0	8875.0	8875.000000	54748400
929	2023-10-26	8925.0	8950.0	8725.0	8725.0	8725.000000	63199400
930	2023-10-27	8725.0	8800.0	8700.0	8700.0	8700.000000	52450700
931	2023-10-30	8700.0	8850.0	8700.0	8850.0	8850.000000	51958200

932 rows x 7 columns

Gambar 2 Output read csv

Pada selanjutnya dilakukan preprocessing data yaitu pembersihan data dengan menghapus baris yang memiliki nilai null. Tahap berikutnya adalah eksplorasi data, di mana tipe data dari dataset, persentase nilai null, dan kolom yang tidak relevan seperti 'Open', 'High', 'Close', 'Adj Close', dan 'Volume' dihapus. Selanjutnya, kolom tanggal diubah menjadi tipe data `datetime` dan dijadikan indeks dataset. Langkah terakhir, variabel 'Low' diinisialisasi sebagai data time series untuk analisis lebih lanjut. Bentuk dataset yang telah dilakukan preprocessing data terlihat seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Dataset hasil preprocessing

Date	Low
2020-01-02	6680.0
2020-01-03	6725.0
2020-01-06	6690.0
2020-01-07	6730.0
2020-01-08	6670.0
...	...
2023-10-24	8775.0
2023-10-25	8825.0
2023-10-26	8725.0
2023-10-27	8700.0
2023-10-30	8700.0

Proses transformasi data adalah proses penyesuaian format data agar tersebut siap digunakan dalam persiapan model LSTM melibatkan pembuatan dataframe baru dengan hanya mengambil kolom 'Low', konversi dataframe ke array, perhitungan jumlah baris data untuk training (80% dari dataset), normalisasi data menggunakan Min-Max Scaling. Proses normalisasi dilakukan dengan mengubah nilai harga penutupan sebenarnya menjadi nilai yang berada dalam rentang interval 0-1. Normalisasi data dapat dilakukan dengan menerapkan teknik Min-Max

Normalization, seperti yang tercakup dalam persamaan tersebut [13].

$$x^1 = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

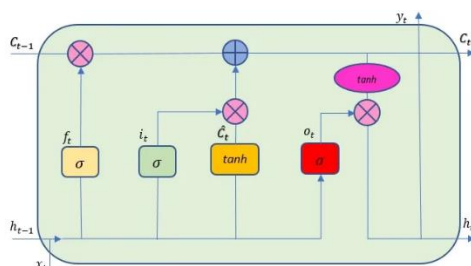
1

Keterangan :

x^1 = Skala data dalam rentang baru
 x = Nilai yang akan dinormalisasi
 $x_{\min}$ = Nilai minimal pada variable
 $x_{\max}$ = Nilai maksimal pada variable

Selanjutnya pembentukan dataset training. Dataset tersebut dibagi menjadi dua bagian, x_{train} (sekuensi 50 hari untuk prediksi) dan y_{train} (nilai target, harga 'Low' ke-51). Semua langkah ini bertujuan menyusun dataset yang sesuai dengan format yang dapat dimengerti oleh model LSTM untuk pembelajaran dan prediksi harga saham.

Tahap Data Mining merupakan langkah lanjutan setelah proses preprocessing dan transformasi data. Dalam penelitian ini, proses pemodelan dilakukan dengan menerapkan metode data mining, yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM) dengan optimasi "adam". *Long Short-Term Memory* (LSTM) adalah hasil pengembangan dari metode Recurrent Neural Network (RNN yang terdapat kelemahan di mana RNN tidak efektif dalam menangani data jangka panjang akibat permasalahan *vanishing gradient*. LSTM mengatasi masalah *vanishing gradient* dengan memanfaatkan sel memori yang terdiri dari input layer, hidden layer, cell state, dan output layer. Adapun arsitektur LSTM dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Arsitektur model LSTM

Adapun pada model LSTM memiliki beberapa tahap yaitu :

1. Definisi Model

Pada tahap definisi model LSTM, dibuat arsitektur sequential dengan dua lapisan LSTM, masing-masing berisi 50 neuron. Dua lapisan Dense ditambahkan, dengan lapisan pertama berisi 25 neuron dan lapisan terakhir dengan 1 neuron sebagai output model. Model ini dirancang untuk memahami pola temporal dalam data time series harga saham. Adapun kode dan outputnya seperti pada Gambar 4.

```
[ ] memuat model LSTM
model=Sequential()
model.add(LSTM(50,return_sequences=True, input_shape=(x_train.shape[1],1)))
model.add(LSTM(50,return_sequences=False))
model.add(Dense(25))
model.add(Dense(1))
model
```

Gambar 4 Definisi model

2. Kompilasi Model

Tahap kompilasi model melibatkan konfigurasi model LSTM untuk pelatihan. Optimizer 'adam' dipilih untuk menyesuaikan bobot model, sementara fungsi loss 'mean_squared_error' digunakan untuk mengukur perbedaan antara prediksi dan nilai sebenarnya. Ini mempersiapkan model untuk proses pelatihan.

```
[ ] #compile model
model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
```

Gambar 5 Kompilasi model

3. Pelatihan Model

Pelatihan model LSTM adalah proses di mana model belajar dari data pelatihan, menyesuaikan parameter internalnya untuk meningkatkan akurasi prediksi. Ini melibatkan iterasi melalui data latih, penyesuaian bobot berdasarkan perbedaan antara prediksi dan nilai sebenarnya. Pemilihan optimizer, jumlah epoch, dan ukuran batch memainkan peran penting. Setelah pelatihan, model dapat digunakan untuk membuat prediksi pada data baru, dan evaluasi dilakukan untuk mengukur kinerja dan kemampuan generalisasi model. Kode pelatihan model dan outputnya terlihat pada Gambar 6.

```
@train model
model.fit(x_train,y_train,batch_size=1,epochs=15)
```

Epoch	Loss
Epoch 1/15	5.2274e-04
Epoch 2/15	5.6433e-04
Epoch 3/15	5.4164e-04
Epoch 4/15	5.9850e-04
Epoch 5/15	5.1557e-04
Epoch 6/15	5.1253e-04
Epoch 7/15	5.4178e-04
Epoch 8/15	5.5970e-04
Epoch 9/15	5.1900e-04
Epoch 10/15	5.0461e-04
Epoch 11/15	4.8767e-04
Epoch 12/15	4.9469e-04
Epoch 13/15	5.5676e-04
Epoch 14/15	5.0526e-04
Epoch 15/15	5.2517e-04

Gambar 6 Pelatihan model LSTM

Tahap selanjutnya evaluasi model adalah proses penilaian kinerja suatu model machine learning dengan menggunakan metrik tertentu. Pada penelitian ini untuk mengetahui hasil kinerja model menggunakan rumus RMSE, MAPE, dan MSE. Adapun hasilnya sebagai berikut :

1. RMSE

RMSE mengukur seberapa baik model dapat memprediksi nilai aktual, dan nilai yang lebih

rendah menunjukkan performa yang lebih baik. Dalam konteks ini, nilai 40.85 menunjukkan adanya kesalahan yang relatif kecil.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{test} - predictions)^2}$$

Menghasilkan nilai RMSE = 40.85.

2. MAPE.

MAPE mengukur persentase rata-rata kesalahan prediksi, dan nilai yang lebih rendah menunjukkan performa yang lebih baik. Dalam kasus ini, nilai MAPE sebesar 1.81% menunjukkan model memiliki kesalahan yang relatif rendah.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{test} - predictions}{y_{test}} \right| \times 100$$

Menghasilkan nilai MAPE = 0.71%

3. MSE

MSE mengukur rata-rata dari kuadrat selisih antara nilai sebenarnya dan prediksi, dan nilai yang lebih rendah menunjukkan performa yang lebih baik. Nilai 6662.76 menunjukkan bahwa model memiliki kesalahan yang dapat terbilang sedang, namun masih memungkinkan untuk peningkatan performa.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{test} - predictions)^2$$

Menghasilkan nilai MSE = 6662.76



Gambar 7 Hasil prediksi metode LSTM

Dalam penelitian ini, dilakukan eksplorasi, seleksi, preprocessing, dan transformasi data saham BCA dari tahun 2020 hingga 2023. Proses preprocessing melibatkan penghapusan data null, eksplorasi tipe data, dan transformasi data time series. Selanjutnya, model LSTM dengan dua lapisan LSTM dan dua lapisan Dense digunakan untuk memprediksi harga saham. Evaluasi model menggunakan metrik RMSE, MAPE, dan MSE menghasilkan nilai yang cukup baik, menunjukkan kinerja model yang memadai. Grafik prediksi harga saham pada Gambar 7 memperlihatkan kesesuaian dengan data sebenarnya. Kesimpulannya, model LSTM ini berhasil memprediksi pergerakan harga saham BCA dengan tingkat akurasi yang dapat diterima.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan evaluasi terhadap prediksi harga saham PT Bank Central Asia menggunakan metode LSTM dengan data histori harga saham dari 2020 hingga 2023, dapat disimpulkan bahwa metode tersebut efektif dalam menganalisis pergerakan harga saham tersebut. Grafik prediksi menunjukkan kemiripan yang relatif tinggi dengan data aktual. Hasil prediksi juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik, dengan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 40.85, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 0.71%, dan Mean Squared Error (MSE) sebesar 6662.76. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan prediksi harga saham perusahaan lain yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia guna memahami pola dan tren yang berbeda. Selain itu, melakukan prediksi menggunakan algoritma lain dapat memberikan perbandingan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Y. Endra, Y. Aprilinda, and F. Jumaidi, "Implementasi Metode Weighted Product untuk Rancangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Saham Terbaik," *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 12, no. 2, p. 126, 2022, doi: 10.36448/expert.v12i2.2844.
- [2] M. Merfin and R. S. Oetama, "Prediksi Harga Saham Perusahaan Perbankan Menggunakan Regresi Linear Studi Kasus Bank BCA Tahun 2015-2017," *Ultim. J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–15, 2019, doi: 10.31937/ti.v11i1.1239.
- [3] A. Faisal, "Prediksi Saham Telkom Dengan Metode Arima," *J. Bisnis, Logistik dan Supply Chain*, vol. 1, no. 2, pp. 45–50, 2021, doi: 10.55122/blogchain.v1i2.298.
- [4] M. Abdul Dwiyanto Suyudi, E. C. Djamal, A. Maspupah Jurusan Informatika, and F. Sains dan Informatika Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi, "Prediksi Harga Saham menggunakan Metode Recurrent Neural Network," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, pp. 1907–5022, 2019.
- [5] Moch Farryz Rizkillah and Sri Widiyanesti, "Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM)," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 25–31, 2022, doi: 10.29207/resti.v6i1.3630.
- [6] W. Hastomo, dan Adhitio Satyo Bayangkari Karno, S. Jakarta STI, and K. Jl BRI, "Kemampuan Long Short Term Memory Machine Learning Dalam Proyeksi Saham Bank Bri Tbk," *Univ. Gunadarma Jl. Margonda Raya*, vol. 4, no. 1, p. 16424, 2020.
- [7] A. Agusta, I. Ernawati, and A. Muliawati, "Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Sektor Farmasi Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 17, no. 2, p. 164, 2021, doi: 10.52958/iftk.v17i2.3651.

- [8] B. Hermanto, M. Yusman, and Nagara, "Ilmu Komputer Unila Publishing Network all right reserve Jurnal Komputasi SISTEM INFORMASI MANAJEMEN KEUANGAN PADA PT . HULU BALANG © 2019 Ilmu Komputer Unila Publishing Network all right reserve Jurnal Komputasi," *Komputasi*, vol. 7, no. 1, p. 19, 2019.
- [9] Hilman Winnos, Richashanty Septima, and Husna Gemasih, "Perbandingan Metode Regresi Linier Berganda dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Untuk Prediksi Saham PT. BSI, Tbk.," *Ocean Eng. J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 1, no. 4, pp. 15–23, 2022, doi: 10.58192/ocean.v1i4.350.
- [10] M. R. F. & D. T. Nugrahadi, *Belajar Data Science Klasifikasi Dengan Bahasa Pemrograman R*, no. February. 2019.
- [11] asepmunirhidayat; O. Romli, "Pengaruh Return on Equity Dan Current Ratio Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Perbankan Konvensional Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2016-2020," *J. Fak. Ilmu Keislaman. Kuningan*, vol. 3, no. Vol. 3 No. 2 (2022): Jurnal Fakultas Ilmu Keislaman UNISA Kuningan, pp. 81–88, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unisa.ac.id/index.php/jfik/article/view/235/237>
- [12] D. R. Alghifari, M. Edi, and L. Firmansyah, "Implementasi Bidirectional LSTM untuk Analisis Sentimen Terhadap Layanan Grab Indonesia," *J. Manaj. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 89–99, 2022, doi: 10.34010/jamika.v12i2.7764.
- [13] G. Budiprasetyo, M. Hani'ah, and D. Z. Aflah, "Prediksi Harga Saham Syariah Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 3, pp. 164–172, 2023, doi: 10.25077/teknosi.v8i3.2022.164-172.