



PERBANDINGAN PERFORMA MODEL MACHINE LEARNING SUPPORT VECTOR MACHINE, NEURAL NETWORK, DAN K-NEAREST NEIGHBORS DALAM PREDIKSI HARGA SAHAM

Sudriyanto^{1,*}, Fatimatus Syahro², Novi Fitriani³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Universitas Nurul Jadid, Indonesia

EMAIL: sudriyanto@unuja.ac.id, Fatimatussyahro@gmail.com, NoviFitriani@gmail.com

Diterima :08 November 2023. Disetujui : 30 November 2023. Dipublikasikan : 05 Desember 2023.

ABSTRACT - This study aims to analyze the performance of three prediction models, namely K-Nearest Neighbors (K-NN), Neural Network (NN), and Support Vector Machine (SVM), in predicting the stock price of PT Astra International Tbk (ASII.JK). The research encompasses the initial stages through evaluation using optimal parameters for these three algorithms. The research findings reveal that the K-NN prediction model has the lowest Root Mean Square Error (RMSE) value, with a value of 0.037, indicating the most accurate prediction compared to the other models. Despite the NN model having an RMSE of 0.048, which is higher than K-NN, it still provides reasonably accurate predictions. Meanwhile, the SVM model has an RMSE of 0.075, indicating a higher level of error in its predictions. Based on these results, the recommendation is to utilize the K-NN model as the preferred choice for predicting the ASII.JK stock price.

Keywords : Predicting Stock Prices, Machine Learning, Support Vector Machine, Neural Network, K-Nearest Neighbors

ABSTRAK - Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja tiga model prediksi, yaitu K-Nearest Neighbors (K-NN), Neural Network (NN), dan Support Vector Machine (SVM), dalam memprediksi harga saham PT Astra International Tbk (ASII.JK). Penelitian ini melibatkan tahap awal hingga evaluasi dengan penggunaan parameter optimal pada ketiga algoritma tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model prediksi K-NN memiliki nilai Root Mean Square Error (RMSE) terendah, dengan nilai 0.037, mengindikasikan prediksi paling akurat dibandingkan dengan model lainnya. Meskipun model NN memiliki RMSE 0.048 yang lebih tinggi dari K-NN, namun tetap memberikan prediksi yang cukup akurat. Sementara model SVM memiliki RMSE sebesar 0.075, menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih tinggi dalam prediksinya. Rekomendasi berdasarkan hasil ini adalah menggunakan model K-NN sebagai pilihan terbaik untuk prediksi harga saham ASII.JK.

Kata kunci : *Prediksi harga saham, machine learning, Support Vector Machine, Neural Network, K-Nearest Neighbors*

I. PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, investasi di pasar saham telah menjadi salah satu cara utama bagi individu dan lembaga keuangan untuk mengalokasikan dana mereka guna memperoleh keuntungan [1]. Bagi investor, informasi yang akurat dan cepat mengenai pergerakan harga saham merupakan aset berharga dalam pengambilan keputusan investasi. Namun, pergerakan harga saham sangat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk faktor internal perusahaan, kondisi pasar global, sentimen investor, dan berita ekonomi [2].

Untuk membantu investor dalam pengambilan keputusan, berbagai metode analisis dan prediksi telah digunakan, termasuk penerapan teknik-teknik machine learning [3]. Teknik ini telah terbukti mampu mengolah volume besar data historis dan faktor-faktor pasar dalam rangka memprediksi pergerakan harga saham di masa mendatang. Dalam konteks ini, tiga teknik machine learning yang sering digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM), *Neural Network* (NN), dan *K-Nearest Neighbors* (KNN) [4], [5].

PT Astra International Tbk (ASIIJK) merupakan salah satu perusahaan besar di sektor otomotif dan industri lainnya di Indonesia [6]. Pergerakan harga saham ASIIJK di pasar modal memiliki potensi untuk memberikan keuntungan kepada para investor. Oleh karena itu, penting untuk menjelajahi dan membandingkan efektivitas ketiga model *machine learning* (SVM, NN, dan KNN) dalam memprediksi pergerakan harga saham ASIIJK.

Namun, meskipun teknik-teknik *machine learning* telah digunakan dalam prediksi harga saham, masih ada beberapa permasalahan yang perlu diatasi [7]. Pertama, tidak semua model *machine learning* cocok untuk semua jenis data dan skenario prediksi, sehingga penting untuk memahami performa relatif dari masing-masing model. Kedua, faktor-faktor *eksternal* seperti berita ekonomi, politik, dan peristiwa global dapat memiliki dampak besar pada pergerakan harga

saham, sehingga integrasi informasi ini dalam model prediksi juga menjadi tantangan [8].

Oleh karena itu, penelitian ini akan membandingkan performa tiga model *machine learning* (SVM, NN, dan KNN) dalam meramalkan pergerakan harga saham ASIIJK. Dengan membandingkan ketiga model ini, diharapkan akan ditemukan model yang paling sesuai untuk meramalkan pergerakan harga saham ASIIJK, serta mendapatkan wawasan yang lebih baik tentang bagaimana faktor-faktor *eksternal* dapat diintegrasikan ke dalam model prediksi. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan panduan berharga bagi investor dan lembaga keuangan dalam mengambil keputusan investasi yang lebih informasional dan cerdas di pasar saham.

II. TEORI DASAR

1. Prediksi Harga Saham

Prediksi harga saham merupakan upaya untuk mengestimasi nilai harga saham di masa mendatang berdasarkan data historis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya [9]. Pendekatan tradisional seperti analisis teknikal dan fundamental telah digunakan untuk ini. Namun, perkembangan teknologi telah mendorong penggunaan model machine learning yang lebih canggih dan kompleks dalam prediksi harga saham [10].

2. Model Machine Learning

a. *Support Vector Machine* (SVM)

SVM adalah metode pembelajaran yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi. SVM berupaya menemukan *hyperplane* yang paling baik memisahkan antara kelas data, atau dalam kasus regresi, mencari garis yang paling baik mendekati titik-titik data. SVM dapat digunakan dalam prediksi harga saham dengan memodelkan relasi antara variabel input (misalnya faktor fundamental, teknikal, dan sentimen pasar) dengan harga saham [11] [12].

b. *Neural Network* (NN)

NN adalah model komputasi terinspirasi oleh cara kerja otak manusia. Ini terdiri dari lapisan-lapisan neuron buatan yang bekerja

bersama untuk memproses informasi. NN telah terbukti sukses dalam berbagai tugas termasuk prediksi harga saham. Model NN seperti jaringan saraf tiruan (*feedforward*) dan LSTM (*Long Short-Term Memory*) sering digunakan dalam analisis harga saham karena kemampuannya untuk menangkap pola temporal [13].

c. *K-Nearest Neighbors* (KNN)

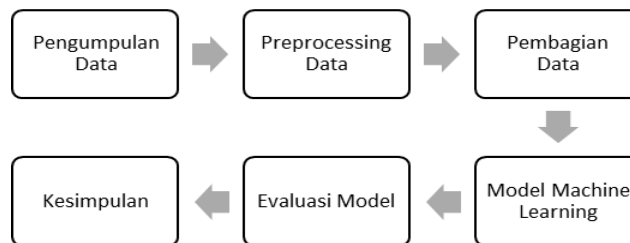
KNN adalah metode yang sederhana tetapi efektif dalam klasifikasi dan regresi. Ini mencari k titik data terdekat dari titik data yang ingin diprediksi, dan berdasarkan nilai-nilai titik-titik terdekat ini, melakukan prediksi. KNN dapat digunakan dalam prediksi harga saham dengan mencari saham dengan pola harga historis yang mirip dengan saham yang ingin diprediksi [14].

3. Time Series Analysis

Analisis deret waktu adalah pendekatan yang penting dalam prediksi harga saham karena data harga saham umumnya memiliki dimensi waktu. Teknik seperti deteksi tren, *autoregressive integrated moving average* (ARIMA), dan model *Root Mean Square Error* (RMSE) digunakan untuk memahami pola pergerakan harga saham dari waktu ke waktu.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang tepat sangat penting untuk menghasilkan hasil yang valid dan dapat diandalkan. Dalam penelitian ini, kami akan menjelaskan pendekatan yang akan digunakan untuk membandingkan performa model machine learning *Support Vector Machine* (SVM), *Neural Network* (NN), dan *K-Nearest Neighbors* (KNN) dalam prediksi harga saham PT Astra International Tbk (ASII.JK). Penelitian ini akan mengadopsi desain eksperimental, dengan fokus pada analisis komparatif antara tiga model *machine learning*. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka penelitian

1. Pengumpulan Data

Data historis harga saham PT Astra International Tbk (ASII.JK) akan dikumpulkan dari sumber-sumber terpercaya seperti platform keuangan atau bursa efek. Data tersebut diperoleh dari situs <https://finance.yahoo.com>. Data mencakup *date*, harga pembukaan, harga penutupan, harga tertinggi, harga terendah, serta volume perdagangan untuk setiap periode waktu yang dipilih.

2. Preprocessing Data

Data yang dikumpulkan akan melalui tahap preprocessing. Langkah ini melibatkan pembersihan data dari *outlier*, pengisian nilai yang hilang (jika ada), dan normalisasi data untuk memastikan semua atribut memiliki skala yang serupa.

3. Pembagian Data

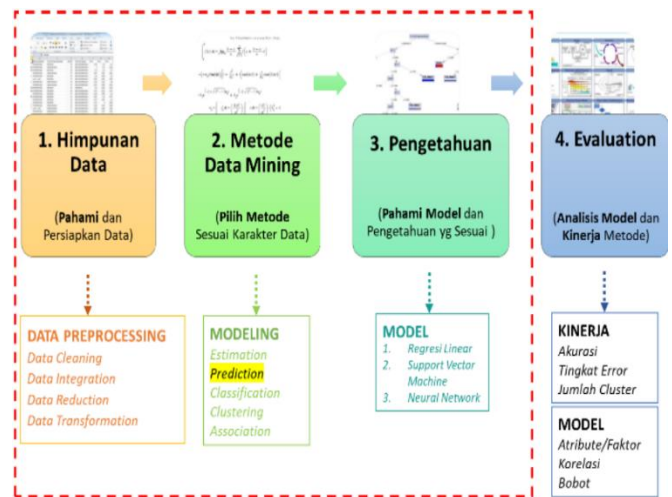
Data akan dibagi menjadi dua bagian utama: data latih dan data uji. Data latih akan digunakan untuk melatih model, sementara data uji akan digunakan untuk menguji kinerja model yang telah dilatih.

4. Model Machine Learning

Tiga model machine learning yang akan dibandingkan adalah *Support Vector Machine* (SVM), *Neural Network* (NN), dan *K-Nearest Neighbors* (KNN).

- a. *Support Vector Machine* (SVM): Model SVM akan dilatih dengan menggunakan data latih untuk memprediksi pergerakan harga saham PT. Bukit Asam (PTBA) dalam periode waktu tertentu. Parameter SVM seperti jenis kernel dan parameter C akan dioptimalkan melalui validasi silang.

- b. *Neural Network* (NN): Model NN akan dirancang dengan beberapa lapisan tersembunyi (hidden layers) dan fungsi aktivasi yang sesuai. Jumlah neuron pada setiap lapisan dan parameter lainnya akan ditentukan berdasarkan *eksperimen*. Model NN akan dilatih dengan menggunakan algoritma pembelajaran seperti *backpropagation*.
- c. *K-Nearest Neighbors* (KNN): Model KNN akan dilatih dengan menghitung jarak antara data saat ini dengan data historis yang ada dalam dataset. Parameter K (jumlah tetangga terdekat) akan dioptimalkan melalui eksperimen.



Gambar 2. Tahapan penelitian

5. Evaluasi Model

Performa ketiga model akan dievaluasi menggunakan beberapa metrik evaluasi, termasuk akurasi prediksi, *Root Mean Squared Error* (RMSE). Evaluasi akan dilakukan pada data uji yang belum pernah dilihat oleh model selama pelatihan.

6. Kesimpulan

Metode penelitian ini akan menggabungkan langkah-langkah pengumpulan data, preprocessing, pembagian data, pelatihan model, evaluasi performa, analisis statistik, serta implementasi dan validasi. Dengan metode ini, diharapkan dapat ditemukan model *machine learning* yang paling akurat dan konsisten dalam memprediksi pergerakan harga saham PT Astra International Tbk (ASIIJK)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 2, terlihat kerangka penelitian yang diusulkan yang terdiri dari langkah-langkah berikut: 1) Pencarian himpunan data atau dataset, 2) Penerapan metode data mining, 3) Penentuan algoritma berdasarkan pengetahuan, dan 4) Evaluasi model.

4.1. Pencarian himpunan data

Tahap awal sebelum memasuki tahap berikutnya adalah mempersiapkan keseluruhan kumpulan data yang akan digunakan. Dalam penelitian ini, digunakan dataset harian saham PT Astra International Tbk (ASIIJK) sebanyak 251 baris data. Dataset ini telah disusun dalam format file *CSV* untuk kemudahan di baca oleh aplikasi *RapidMiner*. Cuplikan mengenai dataset saham dapat dilihat pada Gambar 3.

Row No.	Close	Date	Open	High	Low	Volume
1	1.330	Jul 5, 2022	1.300	1.350	1.231	2101800
2	1.340	Jul 6, 2022	1.340	1.390	1.310	1661400
3	1.390	Jul 7, 2022	1.330	1.440	1.330	2751100
4	1.430	Jul 8, 2022	1.400	1.450	1.340	3036300
5	1.280	Jul 11, 2022	1.430	1.433	1.270	2245600
6	1.340	Jul 12, 2022	1.290	1.350	1.280	1639400
7	1.360	Jul 13, 2022	1.300	1.380	1.280	2537600
8	1.310	Jul 14, 2022	1.330	1.340	1.260	1997700
9	1.340	Jul 15, 2022	1.350	1.350	1.270	1374300
10	1.400	Jul 18, 2022	1.370	1.530	1.350	2595000
11	1.470	Jul 19, 2022	1.420	1.490	1.405	1009900
12	1.530	Jul 20, 2022	1.480	1.560	1.470	2423600
13	1.490	Jul 21, 2022	1.510	1.540	1.480	1615100
14	1.350	Jul 22, 2022	1.470	1.480	1.320	2298400
15	1.340	Jul 25, 2022	1.360	1.380	1.320	1140000
16	1.330	Jul 26, 2022	1.340	1.380	1.295	2287100

ExampleSet (251 examples, 1 special attribute, 5 regular attributes)

Gambar 3. Dataset Saham PT Astra (ASIIJK)

Berikut adalah rincian atribut dataset saham PT Astra International Tbk (ASIIJK):
date = Tanggal dan waktu saat transaksi saham terjadi
open = Harga pembukaan saham

low = Harga terendah dalam rentang waktu tertentu
high = Harga tertinggi dalam rentang waktu tertentu
close = Harga penutupan saham
volume = Total volume saham yang diperdagangkan dalam rentang waktu tersebut

Langkah berikutnya adalah mengimpor data saham harian ke dalam aplikasi *RapidMiner*. Ini dapat dilakukan dengan memilih opsi "*import data*" dan kemudian menetapkan label atau target pada atribut yang sesuai menggunakan format "*change role*". Dalam penelitian ini, atribut yang akan diolah sebagai target atau label adalah atribut "*close*".

Name	Type	Missing	Statistics	Filter (0/16 attributes)	Search for Attributes
Label Close	Real	0	Min: 0.350 Max: 1.730 Average: 0.640		
Date	Date-time	0	Earliest date: Jul 9, 2022 Latest date: Jul 9, 2023 Duration: 365 days		
Open	Real	0	Min: 0.350 Max: 1.790 Average: 0.647		
High	Real	0	Min: 0.365 Max: 1.910 Average: 0.672		
Low	Real	0	Min: 0.345 Max: 1.250 Average: 0.616		
Volume	Integer	0	Min: 479400 Max: 29278300 Average: 2922198.805		

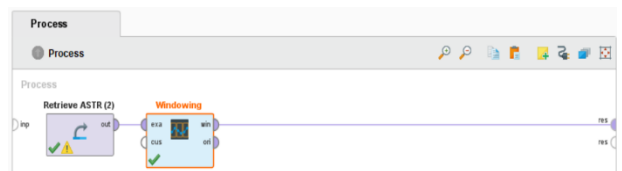
Gambar 4. Hasil *Preprocessing* Data

Pada tahap ini, data menjalani proses *preprocessing* untuk melakukan pembersihan terhadap kesalahan data. Proses ini melibatkan identifikasi nilai yang hilang atau *missing*, yang kemudian dapat diperbaiki dengan mencentang opsi "*missing value*" pada bagian atas tabel. Pengaturan perubahan peran atribut dapat disesuaikan dalam bagian format. Jika tidak terdapat atribut yang hilang, maka proses dapat berlanjut ke tahap pemodelan.

4.2. Penerapan metode data mining

Pada fase ini, metode yang tepat untuk jenis data yang ada dipilih, yakni melalui penggunaan teknik prediksi. Langkah pertama melibatkan eksekusi *windowing*, yang merujuk pada teknik pemrosesan data dengan membagi data menjadi jendela waktu yang tumpang tindih untuk keperluan analisis atau pemodelan. Dalam langkah ini, data yang tersedia diurutkan berdasarkan urutan waktu, kemudian dibagi menjadi jendela waktu yang lebih kecil.

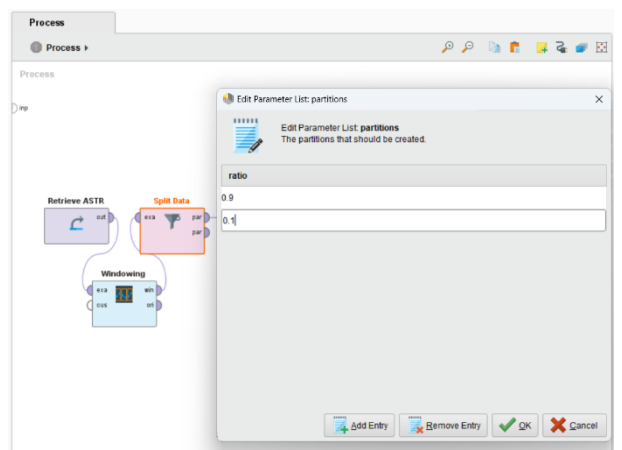
Dalam platform *RapidMiner*, terdapat beberapa operator yang dapat dipakai untuk menerapkan *windowing* pada data, seperti "*Time Series to ExampleSet*" dan "*Windowing*". Operator "*Time Series to ExampleSet*" digunakan untuk mengubah deret waktu menjadi kumpulan contoh (*example set*), sementara operator "*Windowing*" dimanfaatkan untuk memecah data menjadi jendela waktu yang lebih kecil.



Gambar 5. Proses Menggunakan Operator *Windowing*

Teknik *windowing* digunakan dengan tujuan mempertahankan urutan waktu data dan memungkinkan analisis atau pemodelan yang lebih terfokus pada tren atau pola yang mungkin muncul dalam jendela waktu tertentu.

Langkah berikutnya melibatkan beberapa percobaan yang dapat dijalankan. Data akan dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan operator pemisahan data dalam perbandingan 90:10. Setelah itu, validasi akan dilakukan melalui proses *Cross Validation*.

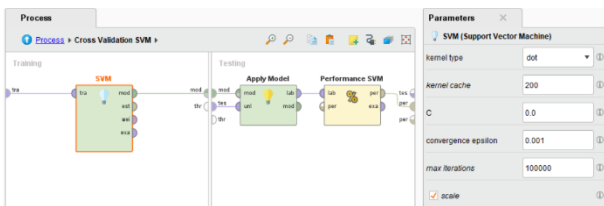


Gambar 6. Operator *Split* Data

Setelah data training dan testing dipisahkan, langkah berikutnya adalah melakukan validasi menggunakan metode *10 K-Fold Cross Validation*. Metode ini sering

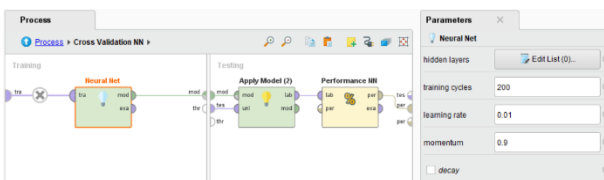
digunakan dalam analisis data dan pemodelan untuk mengevaluasi kinerja suatu model atau algoritma. Pendekatan ini melibatkan pembagian data menjadi 10 bagian dengan ukuran yang sama, yang disebut "fold". 10 *K-Fold Cross Validation* digunakan secara luas dalam praktek untuk memilih model terbaik, menyetel parameter, dan membandingkan kinerja di antara beberapa model atau algoritma yang berbeda.

Pada Gambar 7, 8, 9, dan 10, terlihat bahwa dilakukan pengolahan data dengan menerapkan proses validasi menggunakan model 10 *K-Fold Cross Validation*, di mana data dipisahkan dalam perbandingan 90:10 untuk setiap algoritma yang digunakan seperti yang dijelaskan berikut:



Gambar 7. Cross Validation Algoritma Support Vector Machine (SVM)

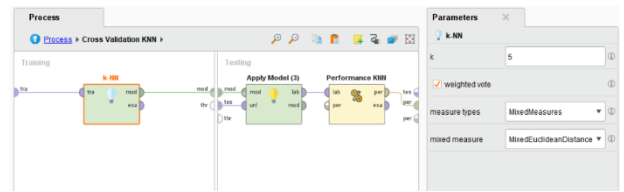
Penggunaan algoritma *Support Vector Machine* dalam pengolahan data dengan metode *Cross Validation* melibatkan pengaturan parameter sebagai berikut: tipe *kernel* digunakan adalah "dot," jumlah *cache kernel* diatur menjadi 200, nilai *epsilon* untuk *konvergensi* adalah 0,001, dan jumlah iterasi maksimum adalah 100000.



Gambar 8. Cross Validation Algoritma Neural Network (NN)

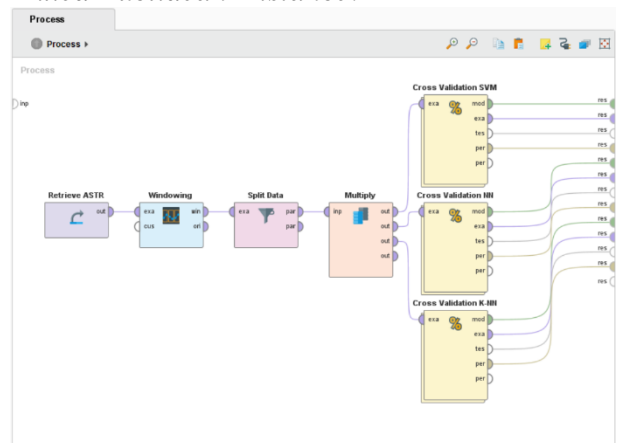
Dalam algoritma *Neural Network*, data default digunakan dengan melakukan 200

siklus pelatihan, tingkat pembelajaran 0,01, dan menggunakan nilai momentum sebesar 0,9.



Gambar 9. Cross Validation Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN)

Pada algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN), menggunakan data default dengan K 5, *measure type* *Mixed Measures*, *mixed measure* *Mixed Euclidean Distance*.



Gambar 10. Proses Pengolahan Data dengan RapidMiner

Pada Gambar 10, dilakukan pengujian dataset melalui *RapidMiner*. Data dipecah menjadi 90% data uji dan 10% data latih, kemudian dilakukan validasi menggunakan model *cross-validation* pada berbagai model yang dibandingkan, seperti Algoritma SVM, NN, dan K-NN.

4.3. Evaluasi model

Setelah penyelesaian tahap pemodelan, langkah selanjutnya adalah memasuki fase evaluasi. Pada tahap ini, peneliti melakukan evaluasi komprehensif terhadap model atau solusi yang telah dikembangkan. Evaluasi dilaksanakan untuk memverifikasi bahwa model tersebut memenuhi persyaratan bisnis

yang telah ditetapkan serta menghasilkan hasil yang bernilai.

Proses evaluasi dimulai dengan mengujikan model atau solusi terhadap dataset yang tidak digunakan dalam proses pembangunan, biasanya dikenal sebagai dataset validasi atau pengujian. Dataset validasi digunakan untuk menguji performa model dengan menghitung metrik evaluasi yang relevan, seperti penghitungan RMSE untuk setiap algoritma yang dibandingkan dari hasil pengujian.

Setelah input dimasukkan dan operator serta parameter yang cocok ditentukan, hasil terbaik diperoleh, sebagaimana terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perbandingan RMSE tiap Algoritma

Algoritma	RMSE	Rata-rata Mikro
<i>Support Vector Machine</i>	0.075 +/- 0.099	0.119 +/- 0.000
<i>Neural Network</i>	0.048 +/- 0.015	0.050 +/- 0.000
<i>K-Nearest Neighbors</i>	0.037 +/- 0.018	0.041 +/- 0.000

Tabel ini menunjukkan hasil evaluasi untuk masing-masing algoritma, termasuk nilai RMSE dan nilai rata-rata mikro.

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan meliputi tahap awal hingga evaluasi dengan parameter optimal pada ketiga algoritma yang dibandingkan menunjukkan bahwa model prediksi *K-Nearest Neighbors* (K-NN) memiliki nilai RMSE paling rendah, yaitu 0.037. Hal ini mengindikasikan bahwa model K-NN memiliki akurasi prediksi tertinggi dalam mengestimasi harga saham PT Astra International Tbk (ASII.JK). Model ini memiliki kemampuan yang lebih unggul dalam mengenali pola dan hubungan yang kompleks dalam data saham. Sementara itu, model prediksi *Neural*

Network (NN) memiliki RMSE sebesar 0.048, yang meskipun lebih tinggi dari K-NN, tetap memberikan prediksi yang cukup akurat. Di sisi lain, model prediksi *Support Vector Machine* (SVM) memiliki RMSE sebesar 0.075, menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih tinggi dalam prediksinya dibandingkan dengan model K-NN dan NN. Dari hasil ini, rekomendasi untuk model prediksi terbaik dalam menganalisis harga saham PT Astra International Tbk (ASII.JK) adalah model K-NN. Namun, penting untuk diingat bahwa evaluasi dan pemilihan model bergantung pada konteks bisnis atau penelitian yang relevan. Terus dilakukan perbaikan dan validasi model prediksi menggunakan data aktual serta melibatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik pasar saham.

REFERENSI

- [1] R. Agustina, "Analisis Fundamental, Acuan Investasi Saham Jangka Panjang," *DINAMIS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.33752/dinamis.v1i1.360.
- [2] Muhamad Aldin Hidayat, "Analisis Teknikal Pergerakan Harga Saham dengan Indikator Candlestick, Moving Average, dan Stochastic Oscillator," *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis*, 2022, doi: 10.29313/jrmb.v2i1.906.
- [3] M. H. Lee, S. Kim, H. Kim, and J. Lee, "Technology Opportunity Discovery using Deep Learning-based Text Mining and a Knowledge Graph," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 180, 2022, doi: 10.1016/j.techfore.2022.121718.
- [4] I. K. A. Enriko, F. N. Gustiyana, and R. H. Putra, "Komparasi Hasil Optimasi Pada Prediksi Harga Saham PT. Telkom Indonesia Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [5] F. Sembiring *et al.*, "Komparasi Pergerakan Saham Apple Dan Samsung Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM)," *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [6] O. Aprilia and W. M. Daryanto, "Analysis Financial Performance of PT Astra International Tbk Before and After Economy Crisis in 2020," *International Journal of Business, Economics and Law*, vol. 24, no. 2, 2021.
- [7] C. Janiesch, P. Zschech, and K. Heinrich, "Machine learning and deep learning," *Electronic Markets*, vol. 31, no. 3, 2021, doi: 10.1007/s12525-021-00475-2.
- [8] A. O. Indarso and A. B. Pangaribuan, "Penggunaan Metode Multilayer Perceptron Pada Prediksi Indeks Saham LQ45," *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 17, no. 1, 2021, doi: 10.52958/iftk.v17i1.2225.

- [9] G. Budiprasetyo, M. Hani'ah, and D. Z. Aflah, "Prediksi Harga Saham Syariah Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, 2023, doi: 10.25077/teknosi.v8i3.2022.164-172.
- [10] K. M. Hindrayani, I. Diyasa, P. Aji, and T. Maulana, "Studi Literatur Mengenai Prediksi Harga Saham Menggunakan Machine Learning," *Prosiding Seminar*, vol. 1, 2020.
- [11] R. Rizaldi and M. Ainun Rofiq Hariri, "Implementasi Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Optimisasi Algoritma Naive Bayes dalam Memprediksi Mahasiswa Lulus Tepat Waktu," vol. 2, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/core>
- [12] R. Hidayad, R. A. Ronaldo, R. A. Prasetyo, and S. A. Edho Wicaksono, "Optimasi Parameter Support Vector Machine Menggunakan Algoritma Genetika untuk Meningkatkan Prediksi Pergerakan Harga Saham," *COREAI: Jurnal Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.33650/coreai.v3i1.3859.
- [13] 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," 2019.
- [14] P. Cunningham and S. J. Delany, "K-Nearest Neighbour Classifiers-A Tutorial," *ACM Computing Surveys*, vol. 54, no. 6. 2021. doi: 10.1145/3459665.

