

# Pendekatan Knn Regression Untuk Prediksi Saham Game Stop

<sup>1</sup>Teo Sunu Widianoro, <sup>2</sup>Risky Aswi Ramadhani, <sup>3</sup>Daniel Swanjaya

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[teosunu101@gmail.com](mailto:teosunu101@gmail.com), <sup>2</sup>[riskyaswiramadhani@gmail.com](mailto:riskyaswiramadhani@gmail.com), <sup>3</sup>[daniel@unpkediri.ac.id](mailto:daniel@unpkediri.ac.id)

*Penulis Korespondens : Risky Aswi Ramadhani*

**Abstrak**—Prediksi saham berperan penting dalam membantu investor membuat keputusan investasi yang tepat. Penelitian ini menerapkan algoritma KNN Regression (K-Nearest Neighbors Regression) untuk memprediksi pergerakan harga saham GameStop (GME). Metode ini menggunakan data historis untuk mencari tetangga terdekat yang memiliki pola serupa guna memperkirakan nilai di masa depan, sehingga efektif dalam menangani pola data non-linear. Data diambil dari sumber daring, kemudian dipreproses sebelum digunakan dalam model. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik Mean Squared Error (MSE) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ). Hasil menunjukkan bahwa nilai parameter terbaik diperoleh pada  $K = 3$ , dengan MSE sebesar 0.1 dan  $R^2$  sebesar 0.98. Nilai MSE yang rendah dan  $R^2$  yang tinggi menunjukkan akurasi prediksi yang sangat baik. Penelitian ini membuktikan bahwa KNN Regression efektif digunakan untuk analisis prediktif saham GameStop dan dapat dikembangkan lebih lanjut di masa depan.

**Kata Kunci**— KNN Regression, Machine Learning, MSE, Prediksi Saham,  $R^2$

**Abstract**—Stock prediction plays an important role in helping investors make informed investment decisions. This study applies the K-Nearest Neighbors Regression (KNN Regression) algorithm to predict the stock price movement of GameStop (GME). The method utilizes historical data to find the nearest neighbors with similar patterns to estimate future values, making it effective for handling non-linear data trends. The data was collected from online sources and preprocessed before being used in the model. The evaluation was carried out using Mean Squared Error (MSE) and the coefficient of determination ( $R^2$ ) as metrics. The results show that the best parameter value was achieved at  $K = 3$ , with an MSE of 0.1 and an  $R^2$  of 0.98. The low MSE and high  $R^2$  indicate a very high prediction accuracy. This study demonstrates that KNN Regression is effective for predictive analysis of GameStop stock and offers potential for further model improvement in the future.

**Keywords**— KNN Regression, Machine Learning, MSE, Stock Prediction,  $R^2$

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## I. PENDAHULUAN

Dalam dunia investasi modern, prediksi harga saham menjadi salah satu aspek penting yang mendukung pengambilan keputusan oleh investor, analis keuangan, hingga manajer portofolio. Ketidakpastian pasar dan fluktuasi harga saham yang dinamis menuntut metode prediksi yang tidak hanya akurat, tetapi juga adaptif terhadap pola data yang kompleks. Dalam lingkungan investasi yang semakin kompetitif, model prediksi yang akurat sangat dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat dan mengurangi risiko kerugian. Kurun beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis *machine learning* telah menjadi metode alternatif

yang banyak digunakan dalam upaya prediksi harga saham karena kemampuannya dalam mengenali pola dari data historis secara non-linear[1].

Salah satu algoritma *machine learning* yang sering digunakan dalam pemodelan data numerik adalah K-Nearest Neighbors Regression (KNN Regression). Keunggulan utama dari KNN Regression terletak pada kesederhanaan implementasinya serta fleksibilitasnya dalam menghadapi data dengan distribusi tidak teratur[2]. Metode KNN telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam penelitian finansial belakangan ini. Studi oleh Ghosh et al. (2021) menunjukkan bahwa KNN dapat digunakan secara efektif untuk memodelkan fluktuasi harga saham harian dan memberikan hasil yang kompetitif dibandingkan algoritma lain dalam konteks pasar saham India[3]

Penelitian ini menggunakan saham GameStop (GME) sebagai studi kasus, yang menjadi sorotan global akibat lonjakan harga yang drastis pada awal 2021. Kenaikan ini dipicu oleh aksi kolektif investor ritel melalui forum daring seperti Reddit, menunjukkan bahwa pergerakan harga saham tidak hanya dipengaruhi oleh faktor fundamental, tetapi juga oleh dinamika sosial dan psikologis yang sulit diprediksi[4]. GameStop Corp sendiri adalah perusahaan ritel asal Amerika Serikat yang menjual video game, konsol, serta perlengkapan permainan lainnya. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1984 dan bermarkas di Texas, Amerika Serikat. Oleh karena itu, memodelkan dan memprediksi harga saham perusahaan seperti GameStop memerlukan pendekatan yang mampu menangkap hubungan non-linier serta respons terhadap dinamika pasar secara real-time.

Dalam penelitian ini, data historis saham GameStop diambil dari sumber daring dan digunakan untuk membangun model prediksi berbasis KNN Regression. Tahapan metode mencakup pemrosesan data, implementasi sistem, serta pengujian data dengan berbagai nilai parameter K untuk memperoleh hasil terbaik. Evaluasi performa model dilakukan dengan menggunakan dua metrik utama, yaitu Mean Squared Error (MSE) dan Koefisien Determinasi ( $R^2$ ). MSE digunakan untuk mengukur rata-rata kuadrat dari selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi. Semakin kecil nilai MSE, maka semakin baik model dalam melakukan prediksi. Sementara itu,  $R^2$  digunakan untuk mengukur seberapa besar variasi dalam data yang dapat dijelaskan oleh model. Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan variabilitas data dengan sangat baik[5].

Berdasarkan hasil pengujian, algoritma KNN Regression menunjukkan performa yang cukup baik dalam memprediksi harga saham GameStop. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem prediksi harga saham berbasis KNN Regression yang mampu memberikan estimasi akurat terhadap harga saham GameStop. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi sejauh mana model KNN dapat digunakan dalam konteks investasi praktis dan membantu investor dalam merancang strategi. Penelitian ini tidak hanya menunjukkan efektivitas KNN Regression dalam prediksi saham, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan model yang lebih kompleks di masa depan, seperti penggunaan pendekatan hibrida atau pemanfaatan data alternatif seperti sentimen media sosial[6]. Selain itu, penyesuaian parameter dan pengujian terhadap saham-saham lain dapat menjadi ruang eksplorasi yang menarik dalam penelitian lanjutan[7]. Metode ini juga dapat dikombinasikan dengan algoritma lain seperti *Support Vector Regression* atau *Random Forest* untuk meningkatkan akurasi prediksi[8].

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem prediksi saham berbasis machine learning, khususnya pada penggunaan KNN Regression sebagai alternatif dari model statistik konvensional. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan

referensi bagi investor dan pengembang sistem keuangan dalam merancang sistem pendukung keputusan yang berbasis data dan akurat terhadap dinamika pasar.

## II. METODE

### A. Teknik dan Pendekatan

#### 1. Teknik Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yaitu pendekatan yang memadukan analisis data numerik dengan tujuan untuk menggambarkan fenomena secara sistematis. Pendekatan kuantitatif tercermin dari penggunaan data historis saham GameStop yang bersifat numerik, seperti harga pembukaan, tertinggi, terendah, dan penutupan, yang kemudian dianalisis menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors Regression* (KNN Regression). Proses evaluasi dilakukan dengan menghitung metrik statistik seperti Mean Squared Error (MSE) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk mengukur tingkat akurasi model prediksi. Sementara itu, pendekatan deskriptif diwujudkan melalui pemaparan hasil analisis secara naratif dan visual, seperti grafik perbandingan antara nilai aktual dan prediksi, serta interpretasi hasil evaluasi model. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyajikan perhitungan numerik, tetapi juga memberikan gambaran menyeluruh tentang performa model prediksi dalam konteks analisis saham.

#### 2. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan situs web Yahoo Finance. Sehingga, data yang didapatkan berisi data historis harga saham.

### B. Metode Pengumpulan Data

#### 1. Studi Pustaka

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan fitur API (Application Programming Interface) yang ada pada situs web Yahoo Finance yang berisikan data historis harga saham Gamestop dengan frekuensi harian dari tanggal 01-04-2025 sampai dengan 30-04-2025.

Tabel 1 Data Histori Saham Gamestop

Date	Open	High	Low	Close	Volume
2025-04-01	22.76	23.5	21.95	22.61	14435300
2025-04-02	22.48	23	22.25	22.69	10965100
2025-04-03	21.6	21.78	21	21.1	11141900
2025-04-04	21.42	23.85	20.78	23.48	20608200
2025-04-07	22.6	25	22.39	24.29	17191900
2025-04-08	24.81	24.93	22.96	23.38	12062300
2025-04-09	23	25.45	23	25.39	17695900
2025-04-10	25	26.2	24.4	25	11545400
2025-04-11	25.5	26.4	25.25	26.39	10984100
2025-04-14	26.65	27.18	25.68	26.97	10628400
2025-04-15	26.87	27.37	26.62	26.7	6738100

2025-04-16	26.45	26.65	25.71	26.25	6292800
2025-04-17	26.2	27.19	26.17	26.78	7360800
2025-04-21	26.7	27	25.79	25.77	7690000
2025-04-22	26.98	27.94	26.87	27.79	11065900
2025-04-23	28.2	28.25	26.95	27.12	8862700
2025-04-24	27.1	27.57	26.84	27	6212100
2025-04-25	27.12	27.79	27.12	27.45	5853400

## 2. Prediksi

Prediksi pada dasarnya mengacu pada suatu rangkaian “proses” yang bertujuan untuk memperkirakan kondisi di masa depan. Proses ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan penting, mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pemilihan metode dan model prediksi yang tepat, hingga tahap evaluasi untuk menilai sejauh mana model tersebut efektif. Penekanan utama dalam prediksi terletak pada tahapan proses itu sendiri, karena keberhasilan prediksi sangat bergantung pada ketepatan dan kesesuaian langkah-langkah yang dijalankan.

### C. Algoritma KNN Regresi

KNN Regression merupakan metode non-parametrik yang bekerja dengan prinsip mencari sejumlah tetangga terdekat dari data baru berdasarkan jarak tertentu, lalu memprediksi nilai berdasarkan rata-rata nilai dari tetangga tersebut[9]

Algoritma KNN Regresi memprediksi nilai berdasarkan rata – rata dari K tetangga terdekat. Jarak antar data dihitung menggunakan rumus Euclidien :

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Prediksi dihitung sebagai rata-rata dari nilai *Close* tetangga :

$$\hat{y} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_i \quad (2)$$

### D. Evaluasi Model

Model di Evaluasi menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan R<sup>2</sup> Score :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

(4)

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Keterangan :

$y_i$  : nilai aktual ke-i

$\hat{y}_i$  : nilai prediksi ke-i

$\bar{y}$  : rata – rata dari seluruh nilai aktual

$R^2$  : bernilai antara 0 sampai 1

MSE : ukuran rata-rata dari kuadrat selisih antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi

Penjelasan dari MSE dan  $R^2$

1. Mean Squared Error (MSE)

MSE mengukur rata-rata selisih kuadrat antara nilai aktual dan prediksi yang dihasilkan oleh model. Metrik ini selalu bernilai positif, dan semakin kecil nilainya, berarti prediksi model semakin mendekati nilai aktual.

Interpretasi Hasil :

- a. Nilai MSE rendah menunjukkan bahwa prediksi harga saham cukup akurat.
- b. Sebaliknya jika MSE yang tinggi menunjukkan kesalahan prediksi cukup besar, dan model kurang baik dalam menangkap pola data

Contoh Interpretasi:

Jika didapatkan nilai MSE = 0,35 artinya rata-rata kuadrat kesalahan prediksi adalah sebesar 0.35 satuan harga saham (USD), yang bisa dibilang cukup kecil jika harga saham berkisar puluhan hingga ratusan dolar.

2. Coefficient of Determination ( $R^2$ )

$R^2$  adalah metrik yang menunjukkan seberapa besar proporsi variansi dari target (close price) yang dapat dijelaskan oleh fitur input dalam fitur input (High, Open, Low) dalam model.

Interpretasi Hasil

- a.  $R^2 = 1$  : model menjelaskan 100% variansi data ( prediksi sempurna)
- b.  $R^2 = 0$  : model tidak lebih baik dari prediksi rata - rata
- c.  $R^2 < 0$  : model lebih buruk dari model sederhana yang hanya memprediksi nilai rata – rata target.

Contoh Interpretasi

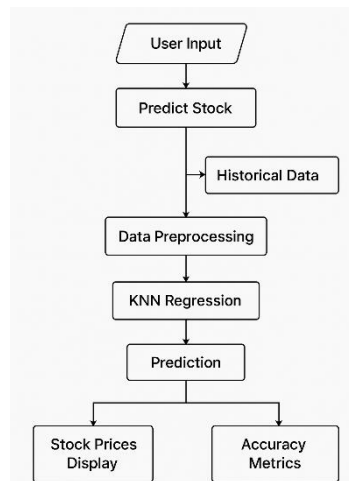
Jika didapatkan nilai  $R^2 = 0.91$ , artinya 91% variansi harga saham berhasil dijelaskan oleh mode dan hanya 9% yang merupakan kesalahan atau noise.

*Tabel 2 Interpretasi MSE dan  $R^2$*

Kondisi Hasil Evaluasi	Interprestasi
MSE rendah, $R^2$ tinggi	Model sangat baik mempresiksi; hasil prediksi akurat
MSE tinggi, $R^2$ rendah	Model buruk; hasil menyimpang dari nilai aktual
MSE sedang, $R^2$ sedang	Model cukup baik; bisa digunakan tapi perlu perbaikan
$R^2$ negatif	Model tidak cocok sama sekali; harus ditinjau kembali

### E. Alur Sistem

Flowchart adalah representasi visual dari suatu proses atau algoritma yang menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menggambarkan alur dan urutan langkah-langkahnya. Menurut Sofwan Hanief, flowchart adalah teknik untuk menggambarkan urutan logika dari suatu prosedur penyelesaian masalah. Dr. James Martin, ahli teknologi informasi, menambahkan bahwa flowchart adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur logika sistem atau proses, menggunakan simbol-simbol standar untuk menunjukkan aktivitas, kondisi, dan alur logika proses.[10] Pada gambar 1 merupakan gambaran alur dari aplikasi prediksi harga saham Gamestop menggunakan algoritma KNN Regression berbasis web dengan framework Stremalit. Diawali dengan menginputkan tanggal awal dan akhir serta memilih nilai dari K. Jika sudah, maka dilakukan pemrosesan data dan muncul hasil grafik prediksi dan akurasi dari matrik MSE dan  $R^2$ .



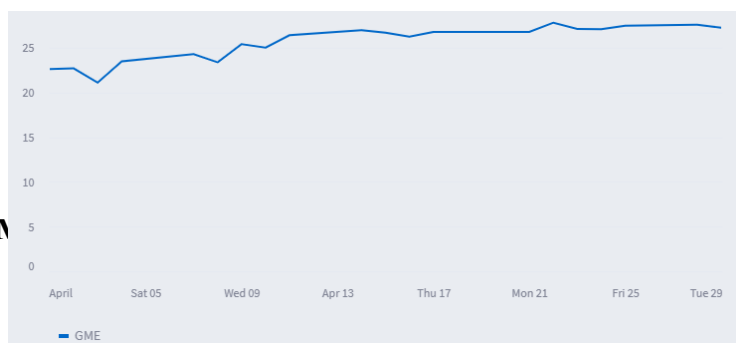
Gambar 1 Alur sistem

### F. Fitur Sistem

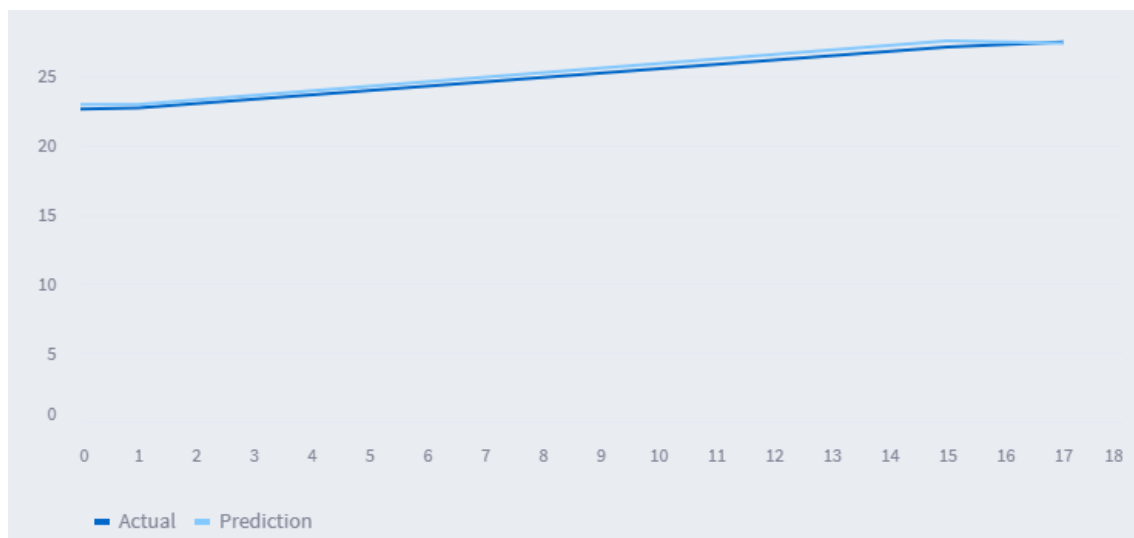
Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa fitur utama untuk mendukung proses prediksi saham secara interaktif. Salah satu fitur utamanya adalah kemampuan untuk menerima input parameter berupa periode prediksi, yang dapat disesuaikan oleh pengguna berdasarkan kebutuhan, baik secara harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Selain itu, sistem juga menyediakan visualisasi data historis dan hasil prediksi dalam bentuk grafik yang informatif, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami tren pergerakan harga saham. Tidak hanya itu, sistem menampilkan nilai Mean Squared Error (MSE) dan Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) sebagai indikator tingkat akurasi model, disertai grafik perbandingan antara nilai aktual dan hasil prediksi yang dihasilkan oleh algoritma.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar dibawah ditunjukkann dari perolehan hasil Grafik Saham Histori (Close) yang di ambil dari data histori pada tabel 1.



Grafik Gambar 2 menunjukkan pergerakan historis harga penutupan (Close) saham GME (GameStop) selama bulan April. Pada awal bulan, harga saham berada di kisaran 22 dolar dan sempat mengalami penurunan singkat sebelum kemudian mengalami kenaikan yang cukup stabil. Sekitar pertengahan bulan, harga saham mencapai puncaknya di atas 26 dolar dan setelah itu cenderung stabil hingga akhir bulan. Pergerakan ini mengindikasikan adanya tren kenaikan pada paruh pertama bulan April, yang kemudian diikuti oleh konsolidasi atau stabilisasi harga pada paruh kedua. Grafik ini menggambarkan bagaimana harga saham GME meningkat secara bertahap dan mempertahankan nilai tinggi menjelang akhir bulan, kemungkinan dipengaruhi oleh sentimen pasar atau faktor eksternal lainnya. Kemudian pada gambar berikutnya merupakan tampilan perolehan dari Grafik Saham Actual dan Predicted



*Gambar 3 Grafik Saham Actual dan Predicted*

Grafik Gambar 3 menunjukkan perbandingan antara harga saham aktual (Actual) dan harga saham hasil prediksi (Prediction) untuk saham GME. Sumbu X merepresentasikan indeks data (kemungkinan waktu atau urutan hari), sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai harga saham dalam satuan dolar. Garis berwarna biru muda mewakili data aktual, sedangkan garis biru tua menunjukkan hasil prediksi. Dari grafik terlihat bahwa kedua garis memiliki pola yang sangat mirip, dengan garis prediksi mengikuti tren kenaikan harga aktual secara konsisten dari awal hingga akhir data. Hal ini menunjukkan bahwa model prediksi yang digunakan, kemungkinan besar KNN, mampu memberikan hasil yang mendekati nilai aktual, dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Grafik ini mengindikasikan bahwa metode prediksi yang diterapkan cukup efektif dalam memperkirakan pergerakan harga saham GME dalam rentang data yang ditampilkan.

Hasil dari pengujian *tabel 1 Data Histori* di atas pertama dilakukan dengan mencari nilai K yang menunjukkan performa terbaik. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap model KNN Regression dengan variasi nilai K, diperoleh hasil yang menunjukkan perbedaan tingkat akurasi yang terdapat pada tabel di bawah ini.

*Tabel 3 Hasil Nilai K*

Nilai K	MSE	R <sup>2</sup>
3	0.1	0.98
5	0.41	0.92
7	1.16	0.78
9	2.16	0.6

Pada evaluasi pertama dengan nilai  $K = 3$ , didapatkan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 0.1 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.98, yang menunjukkan performa prediksi sangat baik. Pada evaluasi kedua dengan  $K = 5$ , MSE meningkat menjadi 0.41 dan nilai  $R^2$  menurun menjadi 0.92, namun masih menunjukkan performa yang cukup baik. Evaluasi ketiga dengan  $K = 7$  menghasilkan MSE sebesar 1.16 dan  $R^2$  sebesar 0.78, menunjukkan penurunan akurasi yang cukup signifikan. Sedangkan pada evaluasi keempat dengan  $K = 9$ , MSE meningkat lebih tinggi menjadi 2.16 dan  $R^2$  turun menjadi 0.6, yang mengindikasikan bahwa model semakin kurang akurat. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa nilai  $K$  yang lebih kecil (khususnya  $K = 3$ ) memberikan hasil prediksi yang paling optimal dalam konteks data yang digunakan.

Dapat disimpulkan dari data histori diatas nilai  $K$  yang terbaik adalah 3, dan yang terburuk adalah 9. Hasil evaluasi aktual model KNN Regression adalah dari MSE yang rendah dan  $R^2$  yang tinggi menunjukkan bahwa model KNN Regression yang di bangun memiliki performasi yang baik untuk memprediksi harga penutupan saham Gamestop berdasarkan data historis. Dan Model ini layak digunakan sebagai sistem pendukung keputusan awal atau analisis dasar harga saham

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi harga saham GameStop berbasis algoritma K-Nearest Neighbors Regression (KNN Regression) dan mengevaluasi akurasinya. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem yang dikembangkan berhasil memberikan estimasi harga saham yang akurat. Nilai parameter terbaik diperoleh pada  $K = 3$ , dengan Mean Squared Error (MSE) sebesar 0.1 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.98. Nilai MSE yang rendah dan  $R^2$  yang tinggi menunjukkan bahwa model KNN Regression memiliki performa prediksi yang sangat baik. Sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan investasi berbasis data historis dan layak dikembangkan lebih lanjut untuk prediksi saham lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] dan H. D. C. I. A. A. Saputra, M. R. Sidiq, S. S. Guritno, "Stock prediction performance optimization: enhancing covariance matrix with KNN," *J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 6, 2024, doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.6.2399.
- [2] Z. Chen, "Stock price forecasts based on KNN and LSTM," *Adv. Econ. Manag. Polit. Sci.*, vol. 55, hal. 70–77, doi: 10.54254/2754-1169/56/20231064.
- [3] and A. D. S. Ghosh, R. S. Acharya, "A Comparative Study of KNN and SVR for Stock Market Forecasting," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 191, hal. 422–429, 2021, doi:



- 10.1016/j.procs.2021.07.054.
- [4] V. G. Kowti, "Stock price prediction using LSTM and KNN algorithms," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 9, doi: 10.22214/ijraset.2023.55894.
  - [5] Y. Huang, "Research on the Google stock price prediction based on SVR, random forest, and KNN models," *Highlights Business, Econ. Manag.*, 2023, doi: 10.54097/n8hxqx19.
  - [6] dan A. P. L. A. Kharis, A. H. Zili, M. Malik, W. Nuryaningrum, "Comparing machine learning models for Indonesia stock market prediction," *IJECS*, vol. 38, no. 1, hal. 508–516, 2020, doi: 10.11591/ijeecs.v38.i1.pp508-516.
  - [7] dan Y. Z. S. Yu, Q. Zhang, "S&P 500 trend prediction," *Dec. 16*, 2024. <https://arxiv.org/abs/2401.03417>
  - [8] Y. Alparslan dan E. Kim, "Extreme volatility prediction in stock market: When GameStop meets long short-term memory networks," *Mar. 1*, 2021. <https://arxiv.org/abs/2103.08608>
  - [9] dan Y. Y. Y. Wang, Y. Xie, Y. Wu, "Improved KNN-based stock price prediction," *Acad. J. Comput. Inf. Sci.*, vol. 7, no. 6, 2024, doi: 10.25236/AJCIS.2024.070606.
  - [10] Kus Indrani Listyoningrum, Danise Yunaini Fenida, dan Nurhasan Hamidi, "Inovasi Berkelanjutan dalam Bisnis: Manfaatkan Flowchart untuk Mengoptimalkan Nilai Limbah Perusahaan," *J. Inf. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 4, hal. 100–112, 2023, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v1i4.552.