



Prediksi Harga Saham Dengan Menggunakan Algoritma *Decision Tree*

Agung Perdananto¹, Yudi Kurniawan^{2*}

^{1, 2*} Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: 1dosen00287@unpam.ac.id , ^{2*} dosen00298@unpam.ac.id

Abstrak- Saham merupakan salah satu bentuk investasi yang paling umum dan digunakan oleh investor individu, institusi keuangan, dan berbagai entitas lainnya untuk berpartisipasi dalam kepemilikan perusahaan dan berpotensi memberikan keuntungan. Dalam investasi saham umumnya para investor sering mencari cara untuk membuat keputusan berdasarkan informasi yang lebih baik dalam membeli atau menjual saham, akan tetapi banyaknya indikator keuangan yang rumit dan juga fluktuasi pasar saham yang cukup tinggi membuat sulitnya menganalisa dan memprediksi arah dan trend dari perubahan harga saham. Prediksi nilai pasar sangat penting untuk membantu dalam memaksimalkan keuntungan dari pembelian saham dengan meminimalisir risiko kerugian, dalam beberapa tahun terakhir, dengan kemajuan teknologi dan ketersediaan data yang semakin banyak, analisis harga saham berbasis data telah menjadi semakin relevan dan banyak digunakan. Salah satu bentuk analisa harga saham yang sering digunakan adalah analisis teknikal, teknik analisa ini melibatkan pemahaman pola dan tren harga saham dengan menggunakan grafik dan data historis harga, analisis teknikal mencoba mengidentifikasi pola-pola yang mengindikasikan perubahan harga di masa depan. *Decision tree* merupakan metode yang umum digunakan untuk melakukan klasifikasi pada *data mining* (Ardhiansyah, Nurjaya, & Rizaldi, 2022), algoritma ini memiliki kelebihan mudah dipahami dan diinterpretasikan karena berbentuk struktur hierarkis dengan cabang-cabang yang merepresentasikan, aturan-aturan keputusan dan dapat mengatasi dataset yang mengandung kombinasi data numerik dan kategorikal tanpa perlu transformasi khusus. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menerapkan *decision tree* untuk prediksi harga saham pada model *machine learning* sehingga dapat mempermudah dalam menganalisa dan memprediksi arah dan trend dari perubahan harga saham.

Kata Kunci: Saham, prediksi harga, *Decision Tree*

Abstract*Stocks are one of the most common forms of investment used by individual investors, financial institutions, and various other entities to participate in company ownership and potentially generate profit. In stock investments, investors often seek ways to make more informed decisions when buying or selling stocks. However, the complexity of financial indicators and the high fluctuations of the stock market make it difficult to analyze and predict the direction and trends of stock price changes. Market value prediction is essential to help maximize profits from stock purchases while minimizing the risk of losses. In recent years, with technological advancements and the increasing availability of data, data-driven stock price analysis has become more relevant and widely used. One of the commonly used forms of stock price analysis is technical analysis, which involves understanding stock price patterns and trends using charts and historical price data. Technical analysis attempts to identify patterns that indicate future price changes. The decision tree is a commonly used method for classification in data mining (Ardhiansyah, Nurjaya, & Rizaldi, 2022). This algorithm has the advantage of being easy to understand and interpret because it is structured hierarchically, with branches representing decision rules. Additionally, it can handle datasets containing combinations of numerical and categorical data without requiring special transformations. Therefore, this study will apply a decision tree for stock price prediction in a machine learning model to facilitate the analysis and prediction of the direction and trends of stock price changes.*

Keywords: *Stocks, price predictions, Decision Tree*

1. PENDAHULUAN

Saham adalah instrumen keuangan yang mewakili kepemilikan bagian kecil dalam suatu perusahaan (Bastian, Rahayudi, & Ratnawati, 2021), saham diperdagangkan di pasar saham dan merupakan salah satu cara perusahaan memperoleh dana. Saham merupakan salah satu bentuk investasi yang paling umum dan digunakan oleh investor individu, institusi keuangan (Fitriani, Ernastuti, & Swedia, 2019), dan berbagai entitas lainnya untuk berpartisipasi dalam kepemilikan perusahaan dan berpotensi memberikan keuntungan. Dalam investasi saham umumnya para investor



sering mencari cara untuk membuat keputusan berdasarkan informasi yang lebih baik dalam membeli atau menjual saham (Halimi & Kusuma, 2018), akan tetapi banyaknya indikator keuangan yang rumit dan juga fluktuasi pasar saham yang cukup tinggi membuat sulitnya menganalisa dan memprediksi arah dan trend dari perubahan harga saham. Prediksi nilai pasar sangat penting untuk membantu dalam memaksimalkan keuntungan dari pembelian saham dengan meminimalisir risiko kerugian (Anwar & Habibi, 2020), dalam beberapa tahun terakhir, dengan kemajuan teknologi dan ketersediaan data yang semakin banyak, analisis harga saham berbasis data telah menjadi semakin relevan dan banyak digunakan.

Salah satu bentuk analisa harga saham yang sering digunakan adalah analisis teknikal, teknik analisa ini melibatkan pemahaman pola dan tren harga saham dengan menggunakan grafik dan data historis harga (Hutauruk, 2022), analisis teknikal mencoba mengidentifikasi pola-pola yang mengindikasikan perubahan harga di masa depan. Metode-metode yang sering digunakan dalam analisis teknikal pada prediksi harga saham yaitu *convolutional Neural Network* (CNN) (Anggara & Supandi, 2021), Metode *Random Forest* (Bastian, Rahayudi, & Ratnawati, 2021), metode *decision tree* (Asadel. R,2021), algoritma *backpropagation* (Untoro, 2020), Metode ARIMA (Rusyida & Pratama, 2020), Metode *Moving Average* (MA) (Pangaribuan & Lestari, 2020).

Metode convolutional neural network (CNN) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang dirancang untuk memanipulasi data dengan tata letak yang khas (Hutauruk, 2022), seperti matriks piksel dalam gambar, metode ini umumnya digunakan untuk tugas pengenalan gambar, klasifikasi objek, dan analisis citra. Kelemahan metode ini adalah kurang cocok dan tidak tepat digunakan untuk melakukan prediksi harga saham dan data keuangan dalam pengaturan perdagangan (Untoro, 2020), hal ini disebabkan karena data yang tidak memiliki struktur spasial seperti gambar. Algoritma Backpropagation adalah metode yang digunakan untuk melatih jaringan saraf tiruan. Ini bekerja dengan menghitung gradien kesalahan (error) jaringan terhadap bobot dan bias jaringan (Untoro, 2020), dan kemudian menggunakan gradien ini untuk memperbarui parameter-parameter tersebut sehingga kesalahan jaringan dapat diminimalkan. Pelatihan jaringan saraf tiruan dengan backpropagation ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan komputasi yang intensif dan dapat memakan banyak waktu (Falah, Rini, & Pahendra, 2021), terutama jika Anda bekerja dengan dataset besar (Swamynathan, 2017).

Metode *Moving Average* merupakan metode peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan untuk mencari nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan periode yang akan datang (Kumila, Sholihah, Evizia, Safitri, & Fitri, 2019). *Moving Average* tidak bisa mendeteksi *trend* atau pola yang ada di pasar dan juga membutuhkan data historis yang cukup dan semua data diberi bobot yang sama (Izzah, et al., 2021). Metode ARIMA adalah metode peramalan yang menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang tidak stasioner. Kelemahan metode ARIMA adalah membutuhkan pemilihan parameter yang tepat untuk mendapatkan model terbaik dan membutuhkan proses diferensiasi untuk membuat data stasioner (Ainiyah & Bansori, 2021). Metode *Random Forest* adalah metode dalam pembelajaran mesin yang termasuk dalam kategori Ensemble Learning, yang menggabungkan beberapa model pembelajaran mesin untuk meningkatkan kinerja dan ketepatan prediksi (Jatmiko, Padmadisastra, & Chadidjah, 2019), metode ini juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu cenderung bias saat berhadapan dengan variabel kategorikal dan waktu komputasi pada *dataset* berskala besar relatif lambat.

Decision tree atau Pohon keputusan adalah struktur pohon yang mirip dengan bagan alir, di mana setiap simpul *internal* (simpul bukan daun) menunjukkan pengujian pada atribut, setiap cabang mewakili hasil dari pengujian, dan setiap simpul daun menyimpan *label* kelas (Han, Kamber, & Pei, 2012), simpul teratas dalam pohon adalah simpul akar. *Decision Tree* merupakan metode yang umum digunakan untuk melakukan klasifikasi pada *data mining* (Ardhiansyah, Nurjaya, & Rizaldi, 2022), algoritma ini mengubah fakta yang sangat besar menjadi pohon keputusan yang mempresentasikan aturan. Algoritma ini memiliki kelebihan mudah dipahami dan diinterpretasikan karena berbentuk struktur hierarkis dengan cabang-cabang yang merepresentasikan, aturan-aturan keputusan dan dapat mengatasi dataset yang mengandung kombinasi data numerik dan kategorikal tanpa perlu transformasi khusus (Asadel. R,2021). Oleh karena itu pada penelitian ini akan



menerapkan *decision tree* untuk prediksi harga saham pada model *machine learning* sehingga dapat mempermudah dalam menganalisa dan memprediksi arah dan trend dari perubahan harga saham.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Mining

Data mining adalah serangkaian proses untuk mengolah nilai menjadi informasi yang tidak dapat diketahui secara manual dari suatu data (Halimi & Kusuma, 2018). Secara analogi, data mining seharusnya lebih tepat disebut "penambangan pengetahuan dari data", yang sayangnya agak panjang. Namun, istilah yang lebih pendek, penambangan pengetahuan, mungkin tidak mencerminkan penekanan pada penambangan dari sejumlah besar data. meskipun demikian, penambangan adalah istilah yang hidup menggambarkan proses yang menemukan seperangkat kecil inti berharga dari banyak bahan mentah. Dengan demikian, kesalahan penamaan seperti itu yang membawa kedua "data" dan "penambangan" menjadi pilihan popular (Han, Kamber, & Pei, 2012).

Salah satu teknik yang dibuat dalam Data mining adalah bagaimana menelusuri data yang ada untuk membangun sebuah model, kemudian menggunakan model tersebut agar dapat mengenali pola data yang lain yang tidak berada dalam basis data yang tersimpan. Data mining dibagi menjadi beberapa kelompok menurut fungsi dan tugas masing-masing (Prabawati, Widodo, & Duskarnaen, 2019), yaitu Prediksi (Prediction), Deskripsi (Description), Klasifikasi (Classification) dan Asosiasi (Association).

Ada beberapa tahapan pada proses melakukan *Data mining* menurut (Nofriansyah, 2019), yaitu tahap

1. Seleksi Data. *Selection* (seleksi/pemilihan) data dari merupakan sekumpulan data operasional perlu dilakukan sebelum tahap penggalian informasi dalam *Knowledge Discovery Database* (KDD) dimulai. Data hasil seleksi yang akan digunakan untuk proses *data mining*, disimpan dalam suatu berkas, terpisah dari basis data operasional.
2. Pemilihan Data. Proses *preprocessing* mencakup antara lain membuang duplikasi data, memeriksa data yang inkonsisten, dan memperbaiki kesalahan pada data, seperti kesalahan cetak (tipografi). Juga dilakukan proses *enrichment*, yaitu proses "memperkaya" data yang sudah ada dengan data atau informasi lain yang relevan dan diperlukan untuk KDD, seperti data atau informasi eksternal.
3. Transformasi Data. Pada fase ini yang dilakukan adalah mentransformasi bentuk data yang belum memiliki entitas yang jelas kedalam bentuk data yang *valid* atau siap untuk dilakukan proses *Data mining*.
4. *Data mining*. Pada fase ini yang dilakukan adalah menerapkan algoritma atau metode pencarian pengetahuan.
5. Interpretasi/Evaluasi. Pada fase terakhir ini yang dilakukan adalah proses pembentukan keluaran yang mudah dimengerti yang bersumber pada proses *data mining* Pola informasi.

2.2. Machine Learning

Machine learning (ML) atau Mesin Pembelajar adalah cabang dari AI yang fokus belajar dari data (learn from data), yaitu fokus pada pengembangan sistem yang mampu belajar secara "mandiri" tanpa harus berulang kali diprogram manusia. ML membutuhkan data yang valid sebagai bahan belajar (ketika proses training) sebelum digunakan ketika testing untuk hasil output yang optimal (Cholissodin, Sutrisno, Soebroto, Hasanah, & Febiola, 2020).

Istilah "Machine learning" kadang-kadang dianggap sebagai semacam pil ajaib: terapkan machine learning pada data Anda, dan semua masalah Anda akan terpecahkan! Seperti yang dapat Anda duga, kenyataannya jarang sesederhana itu. Meskipun metode-metode ini dapat sangat kuat, untuk efektif, mereka harus dihadapi dengan pemahaman yang kuat tentang kelebihan dan kelemahan dari setiap metode, serta pemahaman tentang konsep umum seperti bias dan variance, overfitting dan underfitting, dan lain-lain (VanderPlas, 2017).

Berdasarkan jenis data dan model yang akan dibangun, Anda dapat memisahkan masalah pembelajaran ke dalam dua kategori umum (Nelli, 2015):

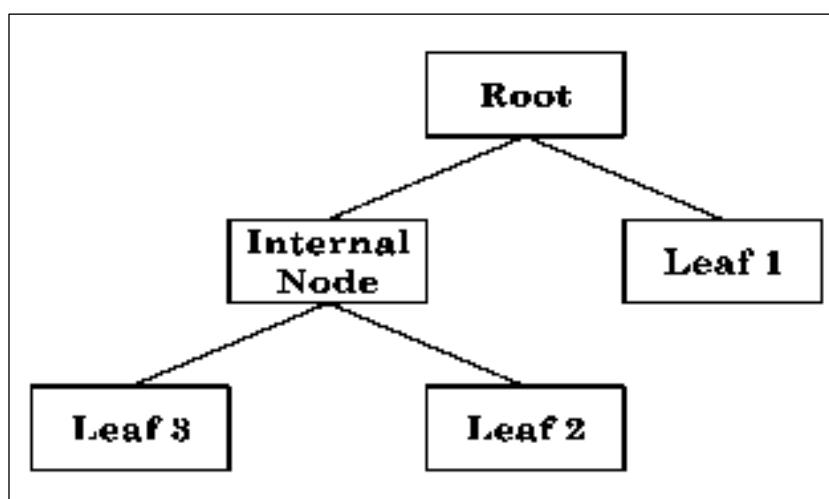
1. Supervised Learning. Merupakan model pembelajaran mesin dimana dataset yang digunakan mengandung atau mempunyai label atau target.
2. Unsupervised learning. Merupakan model pembelajaran mesin dimana dataset yang digunakan tidak mengandung atau mempunyai label atau target.

2.3. Algoritma *Decision Tree*

Decision Tree atau pohon keputusan adalah struktur pohon yang mirip dengan bagan alir, di mana setiap simpul *internal* (simpul bukan daun) menunjukkan pengujian pada atribut, setiap cabang mewakili hasil dari pengujian, dan setiap simpul daun (atau simpul terminal) menyimpan *label* kelas, simpul teratas dalam pohon adalah simpul akar (Han, Kamber, & Pei, 2012). Pada *decision tree* membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan-himpunan *record* yang lebih kecil dengan menerapkan serangkaian aturan keputusan. Setiap simpul daun pada *decision tree* menandai *label* kelas, dimana simpul yang bukan simpul akhir terdiri dari akar dan simpul *internal* yang terdiri dari kondisi tes atribut pada sebagian *record* yang mempunyai karakteristik yang berbeda. Simpul akar dan simpul *internal* ditandai dengan bentuk *oval* dan simpul daun ditandai dengan bentuk segi empat (Handayani, Nurlelah, Raharjo, & Ramdani, 2019).

Pada *decision tree* terdapat 3 jenis *node* (Prabawati, Widodo, & Duskarnaen, 2019), yaitu:

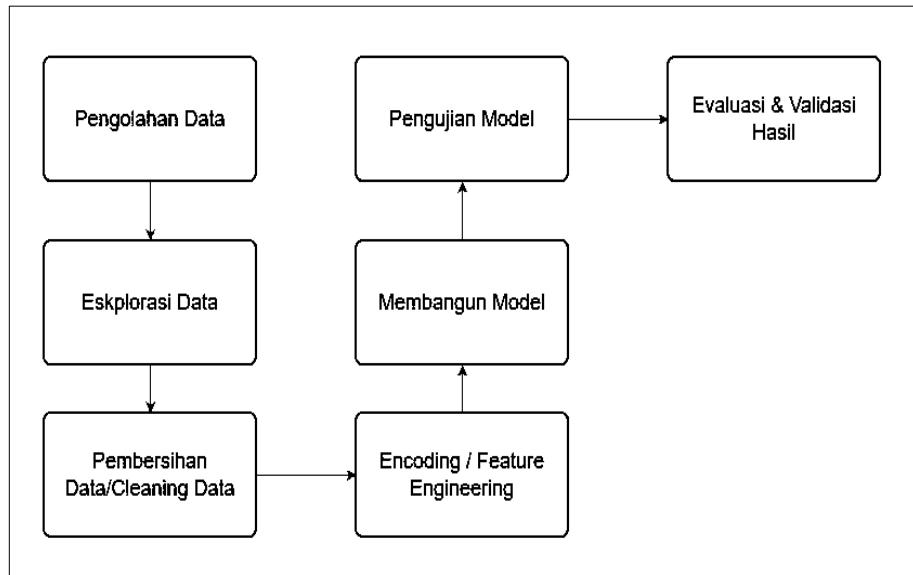
1. *Root Node*, merupakan *node* awal yang tidak memiliki *input* dan bisa tidak mempunyai *output* atau mempunyai *output* lebih dari satu.
2. *Internal Node*, merupakan *node* percabangan. *Node* ini hanya memiliki satu *input* dan memiliki minimal dua *output*.
3. *Leaf node* atau *terminal node*, merupakan *node* akhir, pada *node* ini hanya terdapat satu *input* dan tidak mempunyai *output*.



Gambar 1. Model Pohon Keputusan

2.4. Perancangan Penelitian

Dalam penelitian ini akan menggunakan algoritma *decision tree* untuk memprediksi harga saham, adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah : Pengolahan data, Eksplorasi data, *Cleaning* data, *Encoding*, kemudian Membangun model, lalu pengujian model dan terakhir evaluasi & validasi hasil seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



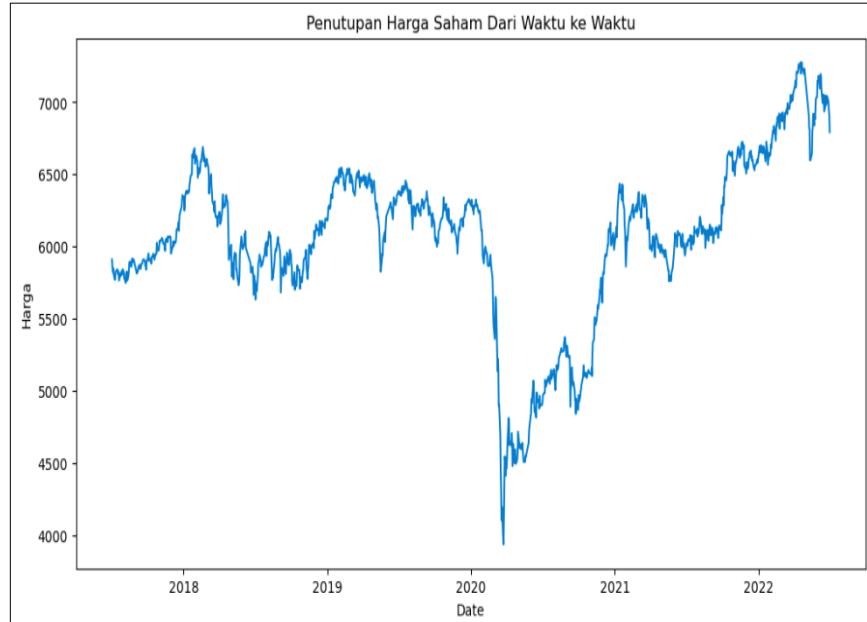
Gambar 2. Perancangan Penelitian

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa dan Eksplorasi Data

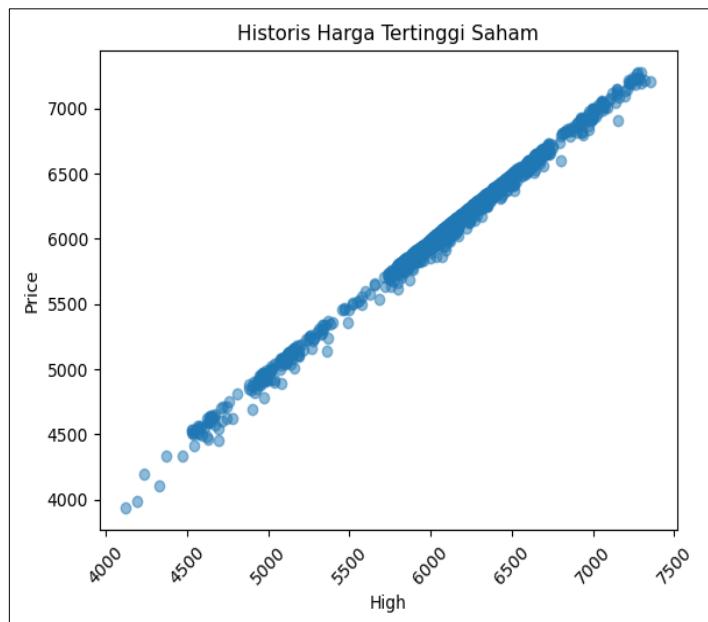
Sebagai disebutkan sebelumnya bahwa data yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah data penjualan saham pada pasar saham Jakarta Stock Exchange yang didownload di url <https://www.Investing.com/indices/idx-composite-historical-data>, Dataset ini berisi data harian harga saham IDX Composite. dataset ini diambil dengan rentang waktu dari bulan januari 2013 sampai dengan bulan juli 2024, dataset ini memiliki dimensi 2670 baris data dengan 7 kolom yang terdiri dari kolom *Date, Price, Open, High, Low, Vol dan Change*.

Tahap selanjutnya adalah eksplorasi data menggunakan grafik atau diagram untuk memberikan gambaran terhadap trend atau pola sebuah data. Pada kolom *price* " mengacu pada harga terakhir (penutupan) saham pada suatu periode perdagangan tertentu. Dibawah ini merupakan visualisasi distribusi data price atau harga.



Gambar 3 Visualisasi Data Price (Harga Penutupan)

Harga tertinggi (high) menunjukkan harga paling tinggi yang pernah dicapai oleh saham tersebut dalam satu sesi perdagangan. Adapun distribusi harga tertinggi terhadap harga penutupan (price) adalah seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Distribusi Harga Tertinggi (High) Terhadap Harga Penutupan (Price)

3.2. Model Machine Learning

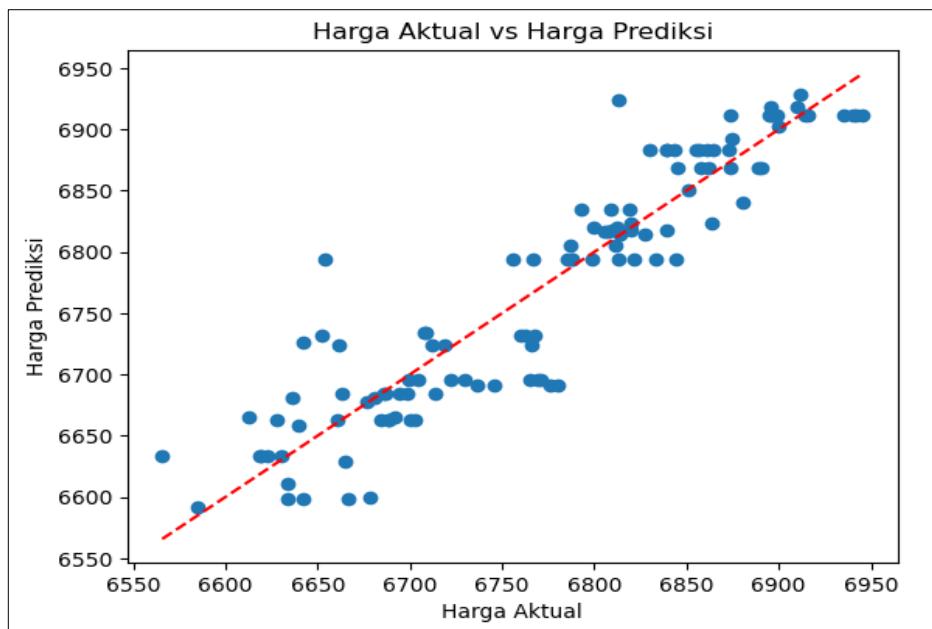
seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa dataset yang digunakan untuk membangun model mesin learning ini berasal dari pasar saham jakarta stock exchange, dan setelah melewati

tahap pra-pemrosesan data, dimensi dari dataset ini berkurang menjadi 1214 baris data dan 7 kolom data yang sudah dibersihkan. Dari data tersebut kemudian dilakukan split data sebanyak 80% (2136 baris data) untuk data training (data latih) dan 20% (534 baris data) untuk data uji (data testing).

Pembuatan model mesin learning menggunakan algoritma decision regresi sehingga menghasilkan model yang akan digunakan untuk melakukan prediksi harga saham, dalam pembuatan model dengan algoritma decision tree ini tercipta sebanyak 4261 jumlah node dan sebanyak 2131 jumlah daun. Selanjutnya dilakukan pengujian model tersebut untuk memastikan bahwa model dapat memberikan prediksi yang akurat dan dapat diandalkan dalam mengklasifikasikan data baru. Dalam pengujian ini, beberapa metrik evaluasi seperti *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *R-Squared* digunakan untuk mengukur sejauh mana model dapat mengklasifikasikan data dengan benar. Hasil dari proses pengujian model dengan akurasi mencapai angka 98%, dengan MSE mencapai 2130.09 dan MAE 28.53.

3.3. Evaluasi & Validasi Hasil

Tahap evaluasi dan validasi dilakukan dengan pengujian model machine learning dengan menggunakan pola *dataset* yang baru, yang diambil dari rentang waktu bulan januari 2024 sampai dengan bulan juli 2024. Adapun *dataset* yang digunakan dapat dilihat memiliki dimensi data 134 baris data dan 7 kolom. Hasil dari model yang ditentukan terjadi penurunan dengan akurasi menjadi 92%, dengan MSE mencapai 1598.15 dan MAE 30.80 karena data yang dipakai adalah data yang berbeda dari data sebelumnya dan selisih 6 % penurunan tingkat akurasi masih dalam batas kewajaran dan dapat di terima.



Grafik Linieritas Harga Aktual dengan Harga Prediksi

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa harga aktual masih sejajar pada garis linier harga prediksi, yang dimana hanya beberapa titik yang sedikit menjauh dari garis yang menandakan harga prediksi sedikit melebar dari harga aktual.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka hasil penelitian ini membuktikan bahwa algoritma *decision tree* yang diterapkan pada model *machine learning* untuk melakukan prediksi harga saham dan dapat meminimalisir kesalahan prediksi karena memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu sebesar 92%, MSE atau rata-rata dari selisih kuadrat sebesar 1598.15 dan MAE atau rata-rata dari selisih absolut sebesar 30.80.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, Y., & Supandi, E. D. (2021). Jakarta Composite Index Model Before and During. *International Conference on Science and Engineering*, 211, 226-232.
- Anwar, M. Z., & Habibi, S. (2020). Analisis Prediksi Performasi Arah Pergerakan Saham Apple (APPL) Menggunakan Metode Recurrent Neural Networks/Long Short Term Memory Networks (RNN/LSTM). *ResearchGate*.
- Bastian, M. E., Rahayudi, B., & Ratnawati, D. E. (2021, Oktober). Prediksi Trend Harga Saham Jangka Pendek berdasarkan Fitur Technical Analysis dengan menggunakan Algoritma Random Forest. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer*, 5(10), 4536-4542.
- Bruce, P., & Bruce, A. (2017). *Practical Statistics for Data Scientists*.
- Fitriani, R. R., Ernastuti, & Swedia, E. R. (2019). Algoritma Learning Vector Quantization Dan Fuzzy K-Nn Untuk Prediksi Saham Berdasarkan Pesaing. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 24(1).
- Gorunescu, F. (2011). *Data Mining: Concepts, Models and Techniques*. Berlin: Springer.
- Halimi, I., & Kusuma, W. A. (2018). Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Algoritma Neural Network. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 4(1), 24-29.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques* (3rd ed.).
- Handoko, D. W. (2022). *Prediksi Pergerakan Tren Harga Saham Dengan Menggunakan Metode Gaussian Process*. Retrieved from Perpustakaan Digital ITB: <https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/68975>
- Hutauruk, R. (2022). Komparasi Metode Long Short Term Memory (LSTM) dan 1D CNN dalam Prediksi Harga Saham pada Salah Satu Perusahaan Sektor Consumer Goods. *Universitas Mercu Buana Jakarta*.
- Izzah, n. A., martia, d. Y., imaculata, m., hidayatullah, m. I., pradana, a. B., setiyani, d. A., et al. (2021). Analisis Teknikal Pergerakan Harga Saham Dengan Menggunakan Indikator Stochastic Oscillator Dan Weighted Moving Average. *JURNAL KEUNIS (Keuangan dan Bisnis)*, 9(6), 37-54.
- IDX. (2023, Juli 11). *Saham*. Retrieved from www.idx.co.id: <https://www.idx.co.id/id/produk/saham>
- Joseph F. Hair JR., B. J. (2011). *Multivariate Data Analysis* (5th ed.). New Jersey: New Jersey.
- Lubisa, J. K., & Kharisudin, I. (2021). Metode Long Short Term Memory dan Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity untuk Pemodelan Data Saham. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 652-658.
- Muhammad, & Sakti, D. V. (2020). Aplikasi Perbandingan Prediksi Harga Saham Dengan Algoritma Backpropagation Dan Metode Penghalusan Eksponensial Holt Berbasis Web. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)*, 512-516.
- Mutmainnah, I. (2019, Januari 6). *Mengenal Pandas Dalam Python*. Retrieved from medium.com: <https://medium.com/@16611092/mengenal-pandas-dalam-python-cc66d0c5ea40>
- Nakagawa, s., Johnson, D. P., & Schielzeth, H. (2017). The coefficient of determination R 2 and intra-class correlation coefficient from generalized linear mixed-effects models revisited and expanded. *R. Soc. Publ*, 1-11.
- Nelli, F. (2015). *Data Analysis and Science Using Pandas, matplotlib, and the Python Programming Language*.
- Nopianti, R., Panudju, A. T., & Permana, A. (2022, April). Prediksi Harga Saham Indonesia pada Masa Covid-19 Menggunakan Regresi Pohon Keputusan. *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Bisnis*, 6(1), 2528-2255.
- Pangaribuan, J. J., & Lestari, M. (2020). Perbandingan Metode Moving Average (MA) Dan Neural Network Yang Berbasis Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Harga Saham. *PSDKU Medan Jurusan Sistem Informasi*, 5(1), 27-34.
- Patriya, E. (2020). Implementasi Support Vector Machine Pada Prediksi Harga Saham Gabungan (IHSG). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 25(1).
- Porcu, V. (2018). *Python for Data Mining Quick Syntax Reference*. Nuoro, Italy.
- Ridwan, A. F., Hidayana, R. A., & Ruchjana, B. N. (2021). Simulasi Pergerakan Harga Saham Menggunakan Model Gerak Brown Geometrik Dengan R Studio. *Universitas Pattimura Ambon*, 559-564.
- Rusyida, W. Y., & Pratama, V. Y. (2020). Prediksi Harga Saham Garuda Indonesia di Tengah Pandemi Covid-19 Menggunakan Metode ARIMA. *SQUARE : Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 2(1), 73-81.
- Sofi, K., Sunge, A. S., Riady, S. R., & Kamalia, A. Z. (2021). Perbandingan Algoritma Linear Regression, LSTM, DANGRU Dalam Memprediksi Harga Saham Dengan Modeltime Series. *SEMINASTIKA*, 39 - 47.
- Swamynathan, M. (2017). *Mastering Machine Learning with Python in Six Steps*.
- Untoro, A. B. (2020). Prediksi Harga Saham Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer MH Thamrin*, 6(2), 102-111.
- VanderPlas, J. (2017). *Python Data Science Handbook*.