

PERBANDINGAN ALGORITMA RANDOM FOREST DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) UNTUK PREDIKSI TREND PASAR CRYPTOCURRENCY BERBASIS WEBSITE

M. Zidni Ilman¹, Santi Rahayu²

¹Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: 1imzdni58@gmail.com 2dosen02367@unpam.ac.id

ABSTRAK: Pasar *cryptocurrency* memiliki karakteristik yang sangat fluktuatif dan sulit diprediksi secara manual, sehingga dibutuhkan pendekatan berbasis *machine learning* untuk membantu dalam menganalisis tren harga. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa algoritma *random forest* dan *support vector machine* (SVM) dalam memprediksi tren pasar *cryptocurrency*, serta mengembangkan sistem prediksi berbasis *website* yang dapat diakses oleh pengguna. Penelitian menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *waterfall* dan data historis *bitcoin* dan *ethereum* yang diperoleh dari CoinGecko. Proses pengolahan data mencakup pembersihan, pelabelan tren, serta pelatihan model dengan algoritma *random forest* dan SVM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua algoritma menghasilkan akurasi sangat tinggi, yaitu 100% untuk *bitcoin* dan 98,61% untuk *ethereum*. Sistem berhasil dikembangkan menggunakan *framework flask* dan *Chart.js*, dengan fitur pelatihan model, prediksi otomatis, dan visualisasi grafik harga. Kesimpulannya, algoritma yang digunakan sama-sama efektif dalam memprediksi tren pasar kripto, dan sistem yang dibangun dapat dijadikan alat bantu analisis bagi pengguna.

Kata Kunci: *cryptocurrency*, prediksi tren, *random forest*, *svm*, *website*

ABSTRACT: The *cryptocurrency* market is highly volatile and difficult to predict manually, making *machine learning*-based approaches necessary for analyzing price trends. This study aims to compare the performance of *Random Forest* and *Support Vector Machine* (SVM) algorithms in predicting *cryptocurrency* market trends and to develop a user-accessible, web-based prediction system. The research employed the *Waterfall* development method and used historical *Bitcoin* and *Ethereum* data sourced from CoinGecko. Data preprocessing included cleaning, trend labeling, and model training using both *Random Forest* and *SVM* algorithms. The evaluation results show very high accuracy, with both algorithms achieving 100% for *Bitcoin* and 98.61% for *Ethereum*. The system was successfully developed using *Flask* and *Chart.js* frameworks, featuring model training, automatic prediction, and price chart visualization. In conclusion, both algorithms are effective for crypto trend prediction, and the developed system can serve as a practical tool for users in analyzing the market.

Keywords: *cryptocurrency*, trend prediction, *random forest*, *svm*, *website*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi besar di berbagai bidang, termasuk sektor keuangan. Salah satu dampak signifikan dari transformasi ini adalah munculnya *cryptocurrency* sebagai bentuk mata uang digital yang berbasis *blockchain*. Namun, volatilitas harga *cryptocurrency* yang sangat tinggi menjadikannya sulit untuk diprediksi secara manual. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis teknologi seperti *machine learning* untuk membantu menganalisis dan memprediksi tren pasar. Dalam penelitian ini, digunakan dua algoritma populer yaitu *Random Forest* dan *Support Vector Machine (SVM)* untuk membandingkan kinerjanya dalam memprediksi tren pasar *cryptocurrency*. Kedua algoritma ini dipilih karena masing-masing memiliki keunggulan dalam mengolah data non-linear serta menghasilkan akurasi tinggi. Penelitian ini juga mengembangkan sistem berbasis website agar pengguna dapat mengakses hasil prediksi dengan mudah.

METODA

Penelitian ini menggunakan kumpulan data harga *cryptocurrency*, terutama *Bitcoin*, yang dikumpulkan dari repositori pembelajaran mesin *coingecko.com*. Data ini mengandung informasi tentang berbagai transaksi, termasuk harga pembukaan (*open*), harga penutupan (*close/price*), volume transaksi, harga tertinggi (*high*), harga terendah (*low*), dan persentase perubahan harga (*change %*) selama periode waktu tertentu. Dataset ini sangat relevan untuk dianalisis dengan metode klasifikasi dan prediksi berbasis pembelajaran mesin karena mereka menunjukkan tren pasar yang berubah-ubah dalam rentang waktu.

Tabel 3. 1 Variabel dataset

No	Variabel	Keterangan
1.	<i>Open</i>	Harga pembukaan koin kripto pada awal hari
2.	<i>High</i>	Harga tertinggi dalam periode tersebut
3.	<i>Low</i>	Harga terendah dalam periode tersebut
4.	<i>Close</i>	Harga penutupan pada akhir hari
5.	<i>Change%</i>	Persentase perubahan harga dari hari sebelumnya.

Kemampuan untuk menangani data yang kompleks dan tidak linier adalah dasar pemilihan algoritma dalam penelitian ini. Akibatnya, algoritma *Random Forest* dan *Support Vector Machine (SVM)* digunakan untuk membandingkan kinerja mereka dalam memprediksi tren pasar *cryptocurrency*. Agar hasil klasifikasi tidak bias, distribusi kelas dalam dataset harus seimbang, misalnya antara tren naik dan tren turun. Jika ada ketidakseimbangan kelas, metrik evaluasi seperti *error rate* ($1 - \text{akurasi}$) mungkin tidak cukup untuk menunjukkan kinerja model secara menyeluruh. Untuk memberikan gambaran evaluasi yang lebih akurat terhadap hasil prediksi dari masing-masing algoritma dalam hal ini, metrik tambahan seperti ketepatan, *recall*, dan skor *F1* juga diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preprocessing merupakan tahap penting dalam siklus pengembangan sistem berbasis *machine learning*, karena untuk menentukan kualitas data sebelum digunakan untuk pelatihan model. Aplikasi *backend* berbasis *Flask* yang telah dibangun memungkinkan untuk mempermudah proses *preprocessing* dilakukan. Dataset yang digunakan adalah data historis dari berbagai *cryptocurrency*, termasuk *Bitcoin* dan *Ethereum*, yang dikumpulkan dari situs *CoinGecko* dan disimpan dalam file *crypto.csv*.

Lima langkah utama terdiri dari tahapan preprocessing yaitu: pemeriksaan data awal, pembersihan data, normalisasi, pelabelan tren, dan pembagian data latihan-uji.

Pengumpulan dan Pemeriksaan Data

CoinGecko adalah layanan API yang menawarkan data harga aset kripto yang lengkap dan terstruktur, ini adalah sumber data historis *cryptocurrency* yang digunakan. Data yang diambil dari sistem ini diambil melalui endpoint `/market_chart` dengan `interval=harian` dan `jangka waktu=360`.

Source code diatas menjelaskan proses pengambilan data dari API coingecko, kemudian diproses dan menghasilkan data yang berisi dua kolom *timestamp* dan *price*. Data ini kemudian diubah menjadi format *datetime*, yang selanjutnya digunakan untuk membentuk fitur lain.

Pembentukan Fitur Prediktor

Sistem menghasilkan sejumlah fitur penting yang akan dimasukkan ke dalam model pembelajaran mesin melalui harga harian yang diperoleh. Pembentukan fitur dilakukan menggunakan metode yang bergantung pada analisis teknis sederhana:

```
1 df["date"] = pd.to_datetime(df["timestamp"], unit="ms")
2 df["open"] = df["price"]
3 df["close"] = df["price"].shift(-1)
4 df["high"] = df[["open", "close"]].max(axis=1)
5 df["low"] = df[["open", "close"]].min(axis=1)
6 df["change_pct"] = ((df["close"] - df["open"]) / df["open"]) * 100
7 df = df.dropna()
8 df["trend"] = (df["close"] > df["open"]).astype(int)
```

Keterangan:

- open* merepresentasikan harga saat ini (hari ke-n).
- close* merupakan harga hari berikutnya (n+1), sehingga sistem belajar mengenali perubahan antar hari.
- high* dan *low* digunakan untuk menunjukkan volatilitas relatif antar dua titik waktu.
- change_pct* dihitung sebagai perubahan persentase harian.

Pelabelan Data

Setelah melakukan pembentukan fitur prediktor, selanjutnya yaitu pelabelan data. Fungsinya untuk mempresentasikan arah perubahan harga.

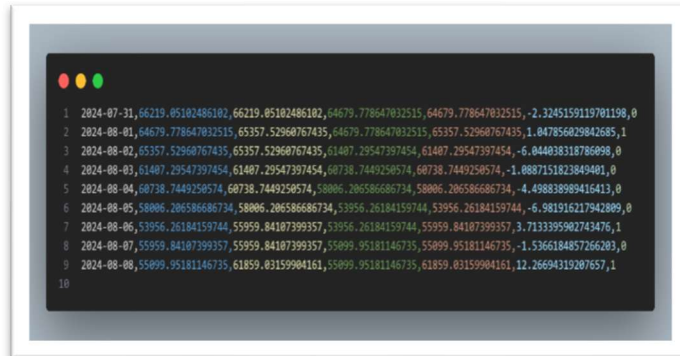
```
1 df["trend"] = (df["close"] > df["open"]).astype(int)
2
3 vs_currency : usd ,
4 "days": "360",
5
6 }
7 res = requests.get(url, params=params)
8 res.raise_for_status()
```

Gambar 4. 2 Source code pelabelan data

Logika pelabelan ini menghasilkan:

- a. Label 1 jika harga naik (*bullish signal*)
- b. Label 0 jika harga turun atau tetap (*bearish/neutral signal*)

Berikut contoh data csv dari pelabelan ini:



Gambar 4. 3 Contoh pelabelan data 0 dan 1

Dengan logika pelabelan seperti ini, masalah prediksi tren menjadi masalah klasifikasi biner yakni menentukan apakah harga akan naik atau tidak besok. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Pratama et al., 2021) menggunakan pendekatan label biner untuk prediksi harga saham berbasis *Machine Learning*.

Pembersihan Data

Seluruh proses pembentukan close (menggunakan `.shift(-1)`) maka akan menghasilkan baris terakhir menjadi NaN. Oleh karena itu, sistem secara otomatis menghapus baris yang memiliki nilai kosong:

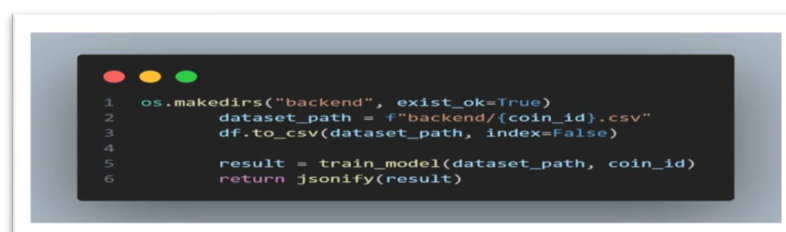


Gambar 4. 4 Source code pembersihan data

Tidak ada proses duplikasi eksplisit, dikarenakan data yang diambil dari CoinGecko bersifat unik diupdate per hari.

Penyimpanan Dataset dan Split Data

Setelah dilakukan proses pembersihan data dan siap untuk digunakan, proses selanjutnya yaitu sistem menyimpan ke dalam file csv sesuai dengan id coin (bitcoin.csv dan ethereum.csv), kemudian memanggil fungsi `train_model`.



Gambar 4. 5 Source code penyimpanan dataset

```

1 fitur = ['open', 'high', 'low', 'close', 'change_pct']
2 X = df[fitur]
3 y = df['trend']
4
5 # Pisahkan data training dan testing secara acak
6 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

```

Gambar 4. 6 Source code split data

Evaluasi model

Tujuan dari tahap evaluasi model adalah untuk mengetahui seberapa baik algoritma klasifikasi berfungsi dengan data uji, atau data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Untuk memprediksi tren pasar dua *cryptocurrency* utama yaitu *Bitcoin* dan *Ethereum*, evaluasi dilakukan pada dua algoritma *Random Forest* dan *Support Vector Machine* (SVM). Hasil evaluasi didasarkan pada data historis yang dikumpulkan dari 4 Agustus 2024 hingga 29 Juli 2025, sebanyak 72 sampel data uji digunakan yang merupakan 20% dari total data.

Untuk melakukan evaluasi model, maka digunakan empat metrik utama klasifikasi yaitu:

- Accuracy* adalah proporsi prediksi yang benar dibanding total data uji.
- Precision* fokus pada ketepatan model dalam mengklasifikasikan tren naik (1).
- Recall* adalah kemampuan model dalam menemukan semua tren naik (1) yang benar.
- F1-Score* menyeimbangkan antara *precision* dan *recall*.

Semua metrik dihitung dengan menggunakan fungsi *classification_report* dari pustaka *Scikit-learn*, yang kemudian akan ditampilkan di terminal serta divisualisasi antarmuka web dengan menggunakan *Chart.js*.

Hasil Evaluasi Random Forest

Random Forest menunjukkan kinerja yang sangat tinggi, terutama pada data Bitcoin. Dengan menggunakan model yang telah dilatih pada 80% data, hasil evaluasi terhadap 20% data uji untuk Bitcoin. Berikut hasil dari pelatihan model dengan data *bitcoin*:

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	36
1	1.00	1.00	1.00	36
accuracy			1.00	72
macro avg	1.00	1.00	1.00	72
weighted avg	1.00	1.00	1.00	72

Gambar 4. 7 Hasil evaluasi random forest bitcoin

Dengan kata lain, model dapat dengan akurat memprediksi setiap instance tren "naik" dan "turun". Performa ini menunjukkan bahwa model ini sangat cocok untuk digunakan sebagai model utama dalam sistem prediksi tren Bitcoin. Model *Random Forest* menunjukkan kinerja yang luar biasa untuk *ethereum*, meskipun sedikit di bawah *bitcoin*:

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	0.97	0.99	37
1	0.97	1.00	0.99	35
accuracy			0.99	72
macro avg	0.99	0.99	0.99	72
weighted avg	0.99	0.99	0.99	72

Gambar 4. 8 Hasil evaluasi random forest ethereum

Dengan akurasi 98,61%, dengan hanya 1 sampai 2 kasus yang dianggap tidak tepat, Kedua kelas memiliki tingkat *precision* dan *recall* yang tinggi. Dengan nilai *F1-score* sebesar 0.99 menunjukkan bahwa model ini sangat konsisten dan responsif terhadap tren pasar riil. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fadillah et al., 2022) menunjukkan bahwa *Random Forest* berhasil menangani dataset keuangan yang fluktuatif dan non-linier. Hal ini disebabkan oleh mekanisme pembelajaran kelompok dan sampling fitur acak yang berhasil dalam mengurangi overfitting sekaligus menemukan pola kompleks yang tersembunyi di balik data kripto sebelumnya.

Hasil Evaluasi Support Vector Machine (SVM)

Model *support vector machine* (SVM) diuji dengan data yang sama seperti model *random forest*. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian yang telah dilakukan, berikut hasil yang didapatkan:

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	36
1	1.00	1.00	1.00	36
accuracy			1.00	72
macro avg	1.00	1.00	1.00	72
weighted avg	1.00	1.00	1.00	72

Gambar 4. 9 Hasil SVM bitcoin

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	0.97	0.99	37
1	0.97	1.00	0.99	35
accuracy			0.99	72
macro avg	0.99	0.99	0.99	72
weighted avg	0.99	0.99	0.99	72

Gambar 4. 10 Hasil SVM ethereum

Sama seperti *Random Forest*, SVM mendapatkan akurasi 100% pada Bitcoin dan 98.61% pada Ethereum dengan metrik *precision* dan *recall* yang sama. Ini menunjukkan bahwa model SVM juga mampu menangkap pola tren secara akurat dan dapat menjadi alternatif yang kuat untuk sistem ini. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Saputra & Lestari, 2020) menunjukkan bahwa model SVM sangat kompetitif untuk klasifikasi data pasar dalam kondisi stabil dan juga memiliki kemampuan untuk menghindari kesalahan klasifikasi pada data dimensi rendah. Hal ini cocok dan bekerja dengan baik karena struktur dataset *cryptocurrency* yang digunakan hanya menggunakan fitur numerik seperti harga dan volume.

Perbandingan Kinerja Model

Pada pembahasan ini akan membuat tabel perbandingan kinerja di kedua model yang digunakan, berikut tabel perbandingan nya:

Tabel 4. 1 Perbandingan kinerja model

Bitcoin

Metrik	Random Forest	SVM
Akurasi	1.00	1.00
Precision	1.00	1.00
Recall	1.00	1.00
F1-Score	1.00	1.00
Ethereum		
Metrik	Random Forest	SVM
Akurasi	0.99	0.99
Precision	0.99	0.99
Recall	0.99	0.99
F1-Score	0.99	0.99

Hasil perbandingan di atas menunjukkan bahwa kedua model memiliki kinerja yang sangat baik dan setara pada Bitcoin dan Ethereum, masing-masing dengan akurasi yang sangat kecil (kurang dari 1%). Namun, penggunaan kedua model terus dilakukan untuk memberikan fleksibilitas dan validasi silang terhadap hasil prediksi. Karena kekuatannya terhadap noise dan outlier, Random Forest dapat digunakan sebagai model default dalam praktik implementasi. Namun, jika pengguna ingin hasil pemrosesan yang cepat dan efisien, SVM masih relevan untuk digunakan.

Pembahasan Hasil

Hasil evaluasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa baik algoritma *Random Forest* maupun *Support Vector Machine* (SVM) memiliki performa klasifikasi yang sangat baik dalam memprediksi tren pergerakan harga *Bitcoin* dan *Ethereum*. Akurasi kedua model pada data Bitcoin adalah 100%, dan akurasi pada data Ethereum adalah 98,61%. Kesimpulan ini perlu dianalisis lebih lanjut untuk memahami peran masing-masing model, kondisi data, dan konsekuensi yang terkait dengannya. Secara umum, pencapaian akurasi tinggi menunjukkan bahwa fitur yang digunakan seperti harga *open*, *close*, *high*, *low* dan *change* memiliki korelasi yang kuat terhadap arah pergerakan harga berikutnya. Dengan kata lain, pola tren pasar dapat dengan akurat digambarkan dari informasi harga sebelumnya.

Beberapa poin penting yang dapat disimpulkan dari hasil pelatihan kedua model, yaitu:

- Model Random Forest menunjukkan kinerja yang stabil dan konsisten
Dalam klasifikasi kedua jenis koin pada *Bitcoin*, hasilnya sempurna (*f1-score* 1.00). Keunggulan ini berasal dari pendekatan ansambel yang digunakan, yang menggabungkan metode voting dengan berbagai pohon keputusan *Random Forest*. Metode ini terbukti berhasil dalam mengurangi variasi model dan mencegah overfitting, terutama untuk data keuangan yang cenderung fluktuatif dan non-linier. Seperti yang ditunjukkan oleh (Fadillah et al., 2022), kemampuan Random Forest untuk melakukan feature bagging dan bootstrap sampling memungkinkannya mempertahankan kinerja yang konsisten terhadap data historis saham dan kripto.
- Kemampuan SVM dalam Margin Maksimal dan Efisiensi Komputasi
Model SVM yang digunakan dalam sistem ini menggunakan kernel linier dan memiliki kemampuan dalam Margin Maksimal dan Efisiensi Komputasi. Pada data *Bitcoin*, sistem melakukan hal yang sama dengan *Random Forest*, tetapi sedikit berbeda pada *Ethereum*. Kesuksesan ini menunjukkan bahwa pemisahan kelas tren naik dan turun dalam ruang fitur dapat digambarkan secara linier. Karena hanya mempertimbangkan *support vector* selama proses

klasifikasinya, SVM unggul dalam kecepatan pelatihan dan efisiensi memori. Menurut (Saputra & Lestari, 2020), SVM ideal untuk digunakan pada dataset berdimensi rendah dengan pola distribusi terstruktur, seperti tren harga kripto harian.

- c. **Konsistensi Hasil Prediksi Terhadap Data Real-Time**
Sistem memungkinkan pengguna untuk melakukan prediksi otomatis berbasis data terbaru dari API CoinGecko, selain melatih model secara offline. Hasil pengujian data aktual per 29 Juli 2025 menunjukkan bahwa prediksi tren yang diberikan model sangat konsisten dengan kondisi pasar yang sebenarnya. Ini menunjukkan bahwa model tidak hanya memiliki kemampuan yang baik untuk mengklasifikasikan data historis tetapi juga dapat generalisasi ke data baru. Oleh karena itu, sistem ini memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan (*decision support system*) secara dinamis.
- d. **Keseimbangan dalam Klasifikasi Dua Kelas (Naik/Turun)**
Setelah melakukan evaluasi terhadap metrik *precision* dan *recall* pada kedua kelas (tren naik dan turun), hasilnya menunjukkan bahwa model tidak bias terhadap satu kelas saja. Sementara *Ethereum* hanya memiliki perbedaan kecil, kedua model *Bitcoin* dapat mengkategorikan setiap instance dengan tepat. Dalam dunia keuangan, keseimbangan ini sangat penting karena salah klasifikasi tren, seperti memprediksi turun padahal naik, dapat menyebabkan keputusan investasi yang salah.
- e. **Perbandingan Umum dan Implikasi Pemilihan Model**
Meskipun kedua model memiliki kinerja yang hampir identik, pilihan model utama dapat dipertimbangkan dari sudut pandang lain, seperti interpretabilitas, efisiensi komputasi, dan kebutuhan untuk memperluas sistem. *Random Forest* cocok untuk digunakan ketika stabilitas dan akurasi sangat penting, terutama karena ia tahan terhadap data yang bising. Karena sifatnya yang lebih mudah dan cepat dilatih, SVM dapat menjadi pilihan yang lebih baik. Dengan demikian, penggunaan kedua model dalam sistem ini memberikan pengguna fleksibilitas penuh untuk memilih model sesuai kebutuhan.
- f. **Potensi Pengembangan dan Peringatan Overfitting**
Meskipun model sangat akurat, kondisi ini harus dipantau secara berkala agar sistem tidak overfitting terhadap pola tertentu. Model yang terlalu spesifik terhadap data pelatihan dapat gagal mengenali pola baru apabila ada perubahan besar di pasar. Oleh karena itu, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan pendekatan hybrid atau stacking model dan menambahkan fitur indikator teknikal seperti moving average, RSI, atau MACD. Agar hasil prediksi tetap akurat dan relevan, evaluasi harus diperbarui secara berkala.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan yaitu:

- a. Dengan menggunakan data historis Bitcoin dan Ethereum, penelitian ini berhasil membandingkan algoritma *Random Forest* dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk memprediksi tren pasar *cryptocurrency*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kedua algoritma memberikan performa yang sangat baik, dengan nilai akurasi 100% pada *Bitcoin* dan 98.61% pada *Ethereum*, serta nilai *precision*, *recall*, dan *f1-skornya* hampir sempurna. SVM memiliki keunggulan dalam hal efisiensi komputasi, sementara *Random Forest* memiliki keunggulan dalam hal stabilitas dan ketahanan terhadap *overfitting*. Hal ini menunjukkan bahwa, tergantung pada konteks dan kebutuhan penggunaannya, kedua algoritma sama-sama layak digunakan untuk mengklasifikasikan tren pasar kripto jangka pendek. Penelitian ini mengembangkan sistem prediksi tren *cryptocurrency* berbasis *web* yang menggunakan *Flask* untuk *backend* dan *Chart.js* untuk *frontend*. Pengguna dapat melatih model, melakukan prediksi otomatis berdasarkan data real-time, dan melihat visualisasi akurasi dan grafik harga dengan sistem ini. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana namun fungsional, sistem ini dapat diakses secara fleksibel oleh pengguna sebagai alat bantu untuk memahami arah tren pasar, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan secara data-driven.

Saran

Adapun saran berdasarkan penemuan ataupun opini dari penulis pada saat melakukan penelitian, berikut ada beberapa saran yang dapat diberikan:

- a. Untuk membuat sistem prediksi ini tetap relevan terhadap perubahan tren pasar, evaluasi berkala terhadap performa model diperlukan agar sistem tetap relevan. Penambahan fitur indikator teknikal dan pengayaan data pasar memungkinkan model untuk mengenali pola yang lebih kompleks.
- b. Sistem dapat disesuaikan untuk mendukung penggunaan yang lebih luas dengan menerapkan pengujian pengguna langsung untuk menilai fitur antarmuka dan kinerja aplikasi secara keseluruhan. Selain itu, sistem dapat dibuat menjadi versi yang ramah ponsel atau terintegrasi dengan fitur notifikasi prediksi

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Rismayadi, A., Wahyudi Febrianto, R., Rachmat Raharja, A., & Hariyanti, I. (2024). *Ifani Hariyanti Perbandingan Kinerja Metode Machine Learning SVM, Random Forest, dan KNN dalam Prediksi Harga Saham Apple*.
- Fahrezi, K., Mulana, A. R., Melinda, S., Nurhaliza, N., & Mulyati, S. (2021). Penerapan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web sebagai Sistem Pengolahan Nilai Siswa. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 4(2), 98. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v4i2.10196>
- Filemon, B., Mawardi, V. C., & Perdana, N. J. (2022). PENGGUNAAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK KLASIFIKASI SENTIMEN E-WALLET. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 10(1). <https://doi.org/10.24912/jiksi.v10i1.17824>
- Karim, A. A., Ary Prasetyo, M., & Saputro, M. R. (2023). *Perbandingan Metode Random Forest, K-Nearest Neighbor, dan SVM Dalam Prediksi Akurasi Pertandingan Liga Italia* (Vol. 2). <http://www.football-data.co.uk>.
- Kencana Putri, A., & Ichsanuddin Nur, D. (2023). PENGGUNAAN BAHASA PYTHON UNTUK ANALISIS DAN VISUALISASI DATA PENDUDUK DI DESA SUMBERJO, NGANJUK. In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 3, Issue 3). https://jurnal.fkip.samawa-university.ac.id/karya_jpm/index
- Miftahusalam, A., Febby Nuraini, A., Khoirunisa, A. A., & Pratiwi, H. (2024). *Perbandingan Algoritma Random Forest, Naive Bayes, dan Support Vector Machine Pada Analisis Sentimen Twitter Mengenai Opini Masyarakat Terhadap Penghapusan Tenaga Honorer*.
- Moch Farryz Rizkillah, & Sri Widiyanesti. (2022). Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 6(1), 25–31. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i1.3630>
- Nalatissifa, H., Gata, W., Diantika, S., & Nisa, K. (2021a). Perbandingan Kinerja Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM), dan Random Forest untuk Prediksi Ketidakhadiran di Tempat Kerja. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 578. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i4.7575>
- Naufal Hasani, M., Ramadhan, M., Mariyani, K., Setiawan, R., & Sucidha, I. (2022). *JURNAL ILMIAH EKONOMI BISNIS ANALISIS CRYPTOCURRENCY SEBAGAI ALAT ALTERNATIF DALAM BERINVESTASI DI INDONESIA PADA MATA UANG DIGITAL BITCOIN*. <http://ejournal.stiepancasetia.ac.id/index.php/jiebJilid>
- Novianto, E., Suhirman, S., & Prasetyo, D. (2024). PERBANDINGAN METODE KLASIFIKASI RANDOM FOREST DAN SUPPORT VECTOR MACHINE DALAM MEMPREDIKSI CAPAIAN

- STUDI MAHASISWA. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 9(4), 1821–1833. <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i4.5423>
- Nurkhaliza, A. A., & Wijayanto, A. W. (2022a). Perbandingan Algoritma Klasifikasi Support Vector Machine dan Random Forest pada Prediksi Status Indeks Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana (IMKB) Satuan Kerja BPS di Indonesia Tahun 2020. *Maret*, 7(1), 2622–4615. <https://doi.org/10.32493/informatika.v7i1.16117>
- Purbolaksono, M. D., Irvan Tantowi, M., Imam Hidayat, A., & Adiwijaya, A. (2021). Perbandingan Support Vector Machine dan Modified Balanced Random Forest dalam Deteksi Pasien Penyakit Diabetes. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 393–399. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3008>
- R. Adrian, M., P. Putra, M., H. Rafialdy, M., & A. Rakhmawati, N. (2021). *Perbandingan Metode Klasifikasi Random Forest dan SVM Pada Analisis Sentimen PSBB*.
- Regina Lo, Alfred Edbert Yunanto, Rasya Nuhafa Movia, Lambert Aditama Soehardjianto, Ferdinand Wangsa, Natalie Asdyo Lidjaja, & Rahmi Yulia Ningsih. (2023). Penggunaan Bahasa Pemrograman Python dalam Menganalisis Hubungan Kualitas Kopi dengan Lokasi Pertanian Kopi. *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, 2(2), 100–109. <https://doi.org/10.55606/jupti.v2i2.1752>
- Saadah, S., & Salsabila, H. (2021). Jurnal Politeknik Caltex Riau Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest (Studi Kasus: Data Acak Pada Awal Masa Pandemic Covid-19). In *Jurnal Komputer Terapan* (Vol. 7, Issue 1). <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>
- Samantri, M. (2024). Perbandingan Algoritma Support Vector Machine dan Random Forest untuk Analisis Sentimen Terhadap Kebijakan Pemerintah Indonesia Terkait Kenaikan Harga BBM Tahun 2022. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1), 2024. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Septiana, I., & Alita, D. (2024). Perbandingan Random Forest dan SVM dalam Analisis Sentimen Quick Count Pemilu 2024. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 9(3), 224–233. <https://doi.org/10.30591/jpit.v9i3.6640>
- Syauqi, A., Jinan, I., & Id, S. J. (2024). *Studi Literatur Penerapan Machine Learning untuk Analisis Data Konsumen pada Minat Beli Konsumen*. <https://doi.org/10.38035/jmpd.v2i4>
- Andriani, F., & Syamsuddin, I. (2021). Penerapan algoritma Random Forest untuk prediksi harga saham berbasis data historis. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(2), 127–133.
- Fadillah, F., Rahmawati, I., & Suryani, A. (2022). Analisis perbandingan algoritma Random Forest dan SVM dalam klasifikasi harga kripto. *Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasinya*, 4(1), 33–40.
- Murphy, J. J. (1999). *Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications*. New York Institute of Finance.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.
- Saputra, A. D., & Lestari, R. (2020). Klasifikasi sentimen menggunakan algoritma Support Vector Machine dan Naive Bayes. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(1), 23–29.
- Sutrisno, A., & Pratama, R. Y. (2023). Pengembangan sistem prediksi harga cryptocurrency menggunakan metode Waterfall. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 10(1), 45–52.