

Sistem Pendukung Keputusan Perdagangan Cryptocurrency Menggunakan Pembobotan Kombinasi Indikator EMA, RSI, MACD, dan Bollinger Bands

M. Zaky Pria Maulana¹, Rizky Parluka*², Firza Prima Aditiawan³

Program Studi Informatika, UPN “Veteran” Jawa Timur

e-mail: ¹zakymaulana363@email.com, ²rizkyparlika.if@upnjatim.ac.id, ³firzaprima.if@upnjatim.ac.id

*Penulis Korespondensi

Diterima: 3 Februari 2026; Direvisi: 8 Mei 2026; Disetujui: 13 Mei 2026

Abstrak

Perdagangan cryptocurrency mempunyai perubahan harga yang cepat dan besar yang menyebabkan pengambilan keputusan investor ketika membeli aset hanya mengandalkan intuisi sehingga berpotensi menimbulkan risiko kerugian. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah SPK perdagangan cryptocurrency dengan memanfaatkan kombinasi indikator teknikal EMA, RSI, MACD, dan Bollinger Bands. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam mengambil keputusan perdagangan secara lebih objektif berdasarkan data historis. Penelitian ini menggunakan pembobotan kombinasi indikator dengan rentang 0 sampai 4, sehingga diperoleh 625 kombinasi bobot. Evaluasi metode tersebut dilakukan menggunakan backtesting dengan metrik ROI, Win Rate, dan MDD. Berdasarkan hasil pengujian, kombinasi indikator berbobot terbukti lebih baik dibandingkan penggunaan indikator tunggal. Dimana mampu menghasilkan peningkatan ROI mencapai 2222,35% pada aset SOLUSDT. Selain itu mampu meningkatkan akurasi sinyal yang ditunjukkan melalui kenaikan nilai Win Rate pada aset ETHUSDT dari 35,21% menjadi 47,28% dan SOLUSDT dari 32,84% menjadi 58,11%. Di samping itu, pendekatan ini juga efektif dalam memitigasi risiko kerugian yang dibuktikan melalui penurunan tingkat MDD, di mana tingkat risiko pada aset ETHUSDT berhasil ditekan dari 50,04% menjadi 41,35%. Sistem juga berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis website yang terintegrasi dengan notifikasi Telegram sebagai media penyampaian hasil analisis kepada pengguna.

Kata kunci: cryptocurrency, sistem pendukung keputusan, indikator teknikal, pembobotan kombinasi indikator, backtesting, return on investment (ROI)

Abstract

Cryptocurrency trading has rapid and significant price changes that cause investors to make decisions based solely on intuition when buying assets, potentially leading to a risk of loss. Therefore, this research aims to develop a cryptocurrency trading decision support system (DSS) using a combination of technical indicators, namely EMA, RSI, MACD, and Bollinger Bands. The system is designed to assist users in making more objective trading decisions based on historical data. This study applies weighted indicator combinations ranging from 0 to 4, resulting in 625 weight combinations evaluated thru backtesting using ROI, Win Rate, and MDD metrics. Based on the test results, the weighted indicator combination outperformed single indicators by achieving an ROI increase of up to 2222.35% on the SOLUSDT asset. In addition, the approach improved signal accuracy, as shown by the increase in Win Rate on ETHUSDT from 35.21% to 47.28% and on SOLUSDT from 32.84% to 58.11%. Furthermore, the method was effective in mitigating risk, indicated by the reduction of MDD on ETHUSDT from 50.04% to 41.35%. The system was successfully implemented as a web-based application integrated with Telegram notifications to deliver analysis results to users.

Keywords: cryptocurrency, decision support system, technical indicators, indicator combination weighting, backtesting, return on investment (ROI)

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi pada beberapa dekade terakhir telah memberikan inovasi yang cukup signifikan terhadap pasar keuangan, salah satunya yaitu munculnya penerapan algoritma komputer untuk menghasilkan sinyal serta aturan perdagangan sebagai pendukung keputusan investasi [1]. Salah satu instrumen keuangan di Indonesia yang mengalami perkembangan sangat pesat adalah *cryptocurrency*, dimana salah satu koin kripto pertama kali diciptakan pada tahun 2009 dan telah menjadi bagian dari ekosistem keuangan digital dengan karakteristik volatilitas harga yang tinggi [2].

Volatilitas harga *cryptocurrency* yang cukup ekstrem membuat investor pasar tertarik untuk membeli aset ini karena mempunyai peluang untuk mendapatkan keuntungan yang tinggi, tetapi juga mempunyai risiko yang sangat tinggi [3]. Dengan risiko dan tingkat volatilitas harga yang tinggi, membuat para investor harus mempunyai kemampuan analisis yang kuat agar dapat mengambil keputusan dengan tepat. Tanpa adanya analisis yang kuat, investor berisiko mendapatkan kerugian karena salah dalam menentukan waktu pembelian dan penjualan aset.

Seiring dengan risiko yang dihadapi para investor karena harga *cryptocurrency* yang berfluktuatif, Indonesia menunjukkan tren kenaikan jumlah investor kripto yang cukup signifikan di setiap tahunnya [4]. Dengan populasi yang besar serta penggunaan teknologi yang terus meningkat, Indonesia memiliki potensi pasar kripto yang sangat cerah. Namun karena rendahnya tingkat literasi terhadap pasar, masyarakat belum sepenuhnya diikuti dengan kemampuan analisis yang kuat, sehingga aktivitas perdagangan masih sering dilakukan secara spekulatif dan mempunyai risiko kerugian tinggi [5].

Volatilitas harga harian pasar *cryptocurrency* yang beroperasi setiap hari dan tanpa penutupan seperti pasar modal tradisional, dapat memperlihatkan dinamika pasar yang terus bergerak sehingga menuntut pemantauan secara berkala bagi investor untuk menentukan peluang beli di harga rendah dan jual di harga tinggi, karakteristik ini menyebabkan fluktuasi harga dapat terjadi secara cepat dan tidak terduga [6], [7]. Dengan kondisi pasar yang fluktuatif, pengambilan keputusan yang mengandalkan intuisi manusia dan emosional hanya akan menurunkan kualitas pengambilan keputusan serta meningkatkan risiko terjadinya kerugian [8].

Beberapa penelitian sebelumnya memanfaatkan data historis untuk mengevaluasi potensi keuntungan yang diperoleh dari pasar *cryptocurrency*. Penelitian [9] menjelaskan bahwa analisis pola pergerakan harga dapat membantu pengambilan keputusan menjadi lebih objektif serta meningkatkan potensi *Return on Investment*. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan data historis dapat dijadikan dasar yang kuat dalam membangun sistem pendukung keputusan perdagangan yang lebih objektif dan sistematis.

Analisis teknikal merupakan salah satu metode prediksi pergerakan harga berbasis data historis yang sering digunakan sebagai alat bantu untuk menganalisa aset *cryptocurrency* [10]. Indikator teknikal seperti *Exponential Moving Average* (EMA), *Relative Strength Index* (RSI), *Moving Average Convergence Divergence* (MACD), dan *Bollinger Bands* memiliki fungsi khusus dalam membantu investor menginterpretasi tren, momentum, dan volatilitas pasar untuk pengambilan keputusan investasi. Kombinasi *Moving Average Convergence Divergence* (MACD) dan *Bollinger Bands* terbukti memberikan sinyal beli/jual yang lebih akurat dibandingkan penggunaan indikator tunggal [11], [12], [13]. Menurut penelitian [14], menyarankan untuk tidak mengandalkan satu indikator saja karena berpotensi *false signal*. Hal ini sejalan dengan penelitian [15], yang menyatakan bahwa penggabungan indikator teknikal dapat meningkatkan validitas sinyal serta mengurangi risiko kesalahan analisis. Namun, penelitian yang mengintegrasikan kombinasi indikator ke dalam SPK masih terbatas, terutama pada pasar *cryptocurrency* di Indonesia seperti pada platform Pintu. Oleh karena itu, kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan metode pembobotan terhadap kombinasi empat indikator teknikal yaitu *Exponential Moving Average* (EMA), *Relative Strength Index* (RSI), *Moving Average Convergence Divergence* (MACD), dan *Bollinger Bands* yang diintegrasikan ke dalam sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis *website* yang dilengkapi dengan dukungan fitur notifikasi *Telegram*. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi yang praktis bagi investor dalam menganalisis dinamika pasar dan mengambil keputusan secara sistematis di tengah tingginya volatilitas *cryptocurrency*, tanpa mengharuskan pengguna melakukan pemantauan harga secara terus-menerus.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan perdagangan *cryptocurrency* dengan menerapkan pembobotan kombinasi indikator teknikal *Exponential Moving Average* (EMA), *Relative Strength Index* (RSI), *Moving Average Convergence Divergence* (MACD), dan *Bollinger Bands*. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *model-driven decision support system*, yaitu pendekatan yang menekankan penggunaan model matematis dan aturan analisis dalam mendukung proses pengambilan keputusan, tanpa melibatkan proses *machine learning*. Sistem yang dikembangkan berfungsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang bersifat objektif, dan bukan sebagai sistem transaksi otomatis. Dengan demikian, keputusan akhir tetap berada pada pengguna, sementara sistem berperan dalam menyediakan analisis berbasis data historis untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih sistematis dan rasional.

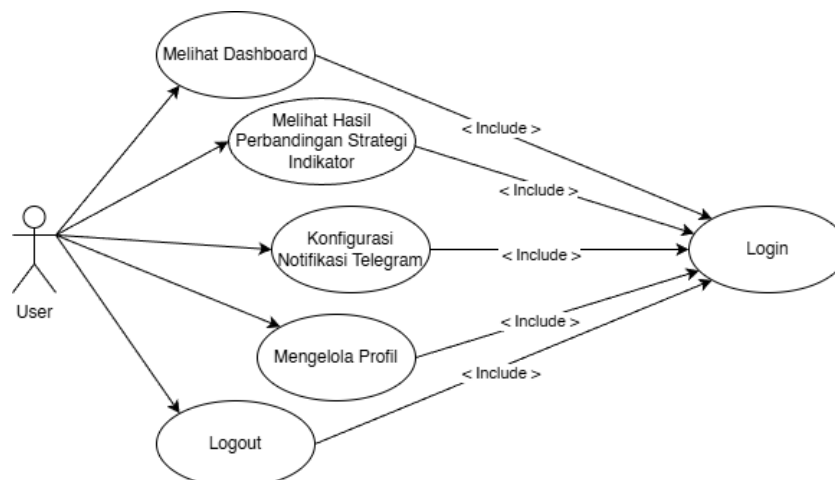
A. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan berupa data harga historis *cryptocurrency* yang diambil dari *Binance Public API Dataset* yang digunakan mulai dari 1 Desember 2022 sampai periode terkini (*real-time*) dan digunakan sebagai sumber utama dalam pengembangan serta pengujian sistem pendukung keputusan perdagangan *cryptocurrency*. Dimana, data yang digunakan meliputi informasi harga *Open, High, Low, Close*, dan *Volume* (OHLCV) dengan *timeframe* 1 jam (1H). Pemilihan *timeframe* tersebut dilakukan untuk memperoleh keseimbangan antara sensitivitas terhadap perubahan harga dengan kestabilan pola pergerakan tren pasar. Kemudian untuk aset yang dianalisis terdiri dari 10 *cryptocurrency* mayor pada *Binance* yang memiliki tingkat likuiditas tinggi, volume perdagangan besar, serta aktivitas pasar yang relatif stabil. Pemilihan aset tersebut bertujuan agar data yang digunakan lebih representatif dalam menggambarkan kondisi pasar *cryptocurrency* secara umum dan mendukung proses evaluasi performa strategi indikator teknikal yang diterapkan pada sistem.

B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem bertujuan untuk menggambarkan struktur, alur proses, serta interaksi antar komponen pada SPK perdagangan *cryptocurrency* yang dikembangkan. Tahapan perancangan dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai mekanisme kerja sistem secara menyeluruh, mulai dari proses pengambilan data *cryptocurrency*, perhitungan indikator teknikal, proses analisis menggunakan kombinasi indikator berbobot, hingga pengiriman notifikasi hasil rekomendasi kepada pengguna. Selain itu, perancangan sistem juga berfungsi sebagai acuan dalam proses implementasi sistem agar setiap fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Berikut merupakan diagram pemodelan sistem yang digunakan pada penelitian ini.

- 1). *Use Case Diagram*: Kebutuhan fungsional sistem serta interaksi antara pengguna dan sistem dalam proses analisis serta pengambilan keputusan perdagangan *cryptocurrency* dimodelkan menggunakan *use case diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 1.

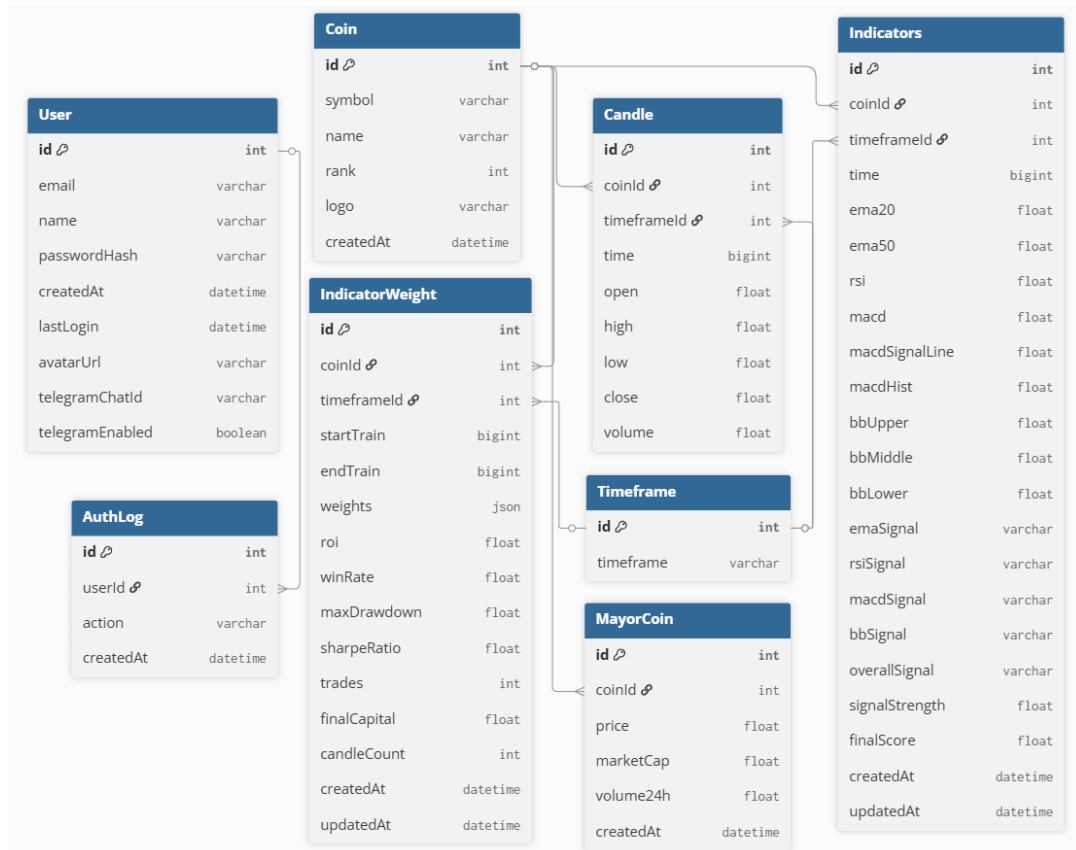


Gambar 1. *Use case diagram*

Gambar 1 menunjukkan bahwa pengguna dapat melakukan beberapa aktivitas utama, antara lain melihat *dashboard* untuk menampilkan ringkasan informasi pasar, hasil analisis indikator teknikal, serta sinyal perdagangan yang dihasilkan oleh sistem. Pengguna juga dapat melihat hasil perbandingan strategi untuk

mengetahui performa indikator teknikal tunggal maupun kombinasi indikator berbobot dalam menghasilkan sinyal perdagangan *cryptocurrency*. Fitur tersebut membantu pengguna dalam mengevaluasi strategi yang memiliki performa lebih baik berdasarkan hasil analisis dan pengujian sistem. Selain itu, sistem juga menyediakan konfigurasi notifikasi *Telegram* agar pengguna dapat mengatur penerimaan informasi hasil analisis sesuai kebutuhan, mengelola profil pengguna, serta melakukan logout untuk mengakhiri sesi penggunaan sistem secara aman. Seluruh aktivitas pada sistem memiliki hubungan *<include>* dengan proses login, yang menunjukkan pengguna harus melakukan autentikasi sebelum mengakses fitur yang tersedia. Penerapan login bertujuan untuk menjaga keamanan akses serta melindungi data pengguna dalam sistem.

- 2). *Activity Diagram*: Alur aktivitas utama di dalam sistem ini dimulai ketika pengguna mengakses sistem. Setelah pengguna berhasil mengakses sistem, sistem akan mengambil data harga historis dan indikator teknikal dari basis data, kemudian sistem akan menerapkan analisis pembobotan kombinasi indikator untuk menghasilkan sinyal keputusan perdagangan berupa beli, netral, atau jual. Proses ini dilakukan secara terstruktur agar hasil dari analisis yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.
- 3). *Sequence Diagram*: Alur interaksi antar komponen pada sistem terjadi ketika pengguna mengirimkan permintaan analisis melalui antarmuka sistem. Selanjutnya, sistem meneruskan permintaan tersebut ke sisi *backend* untuk mengambil data harga historis dan indikator teknikal yang tersimpan dalam *database* sesuai dengan aset dan *timeframe*. Data yang diperoleh kemudian diproses melalui tahapan analisis indikator tunggal dan kombinasi indikator untuk menghasilkan nilai evaluasi yang merepresentasikan kondisi pasar. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, sistem menentukan sinyal keputusan perdagangan berupa beli, netral, atau jual. Apabila pengguna telah mengisi *Telegram chat ID*, maka setiap sinyal baru yang dihasilkan akan dikirimkan secara otomatis kepada pengguna melalui aplikasi *Telegram* sebagai bentuk notifikasi *real-time*.
- 4). *Entity Relational Database*: Struktur basis data dirancang untuk mendukung proses penyimpanan serta pengolahan data yang ada di dalam sistem.



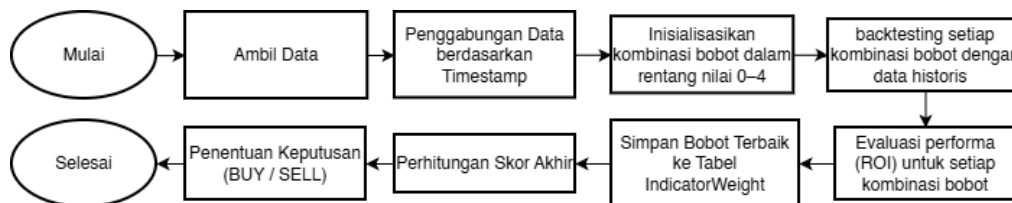
Gambar 2. Entity relationship diagram

Gambar 2 menunjukkan bahwa sistem terdiri dari beberapa entitas utama, yaitu entitas User, Coin, Candle, Indicators, Timeframe, IndicatorWeight, dan TopCoin. Relasi antar entitas dirancang untuk mendukung proses analisis indikator teknikal, proses *backtesting*, optimasi bobot, serta penyajian hasil analisis kepada pengguna secara terstruktur dan terintegrasi. Desain basis data ini secara khusus memisahkan data harga historis mentah pada tabel Candle dengan data hasil perhitungan nilai teknikal pada tabel Indicators. Pemisahan ini bertujuan untuk meningkatkan optimasi performa agar *backend* tidak terlalu berat. Dengan struktur tersebut, sistem tidak perlu melakukan perhitungan ulang terhadap rumus matematika indikator setiap kali melakukan pengujian 625 kombinasi bobot ketika menjalankan *backtesting*. Sehingga sistem cukup memanggil data sinyal yang sudah tersimpan sebelumnya pada *database*, sehingga beban pemrosesan pada memori menjadi jauh lebih ringan dan waktu pencarian bobot berjalan jauh lebih cepat.

C. Perancangan Metode

Perancangan metode bertujuan untuk menjelaskan proses analisis yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan perdagangan *cryptocurrency*. Metode yang digunakan yaitu mengombinasikan empat indikator teknikal, yaitu EMA, RSI, MACD, dan *Bollinger Bands*, melalui mekanisme pembobotan. Pemilihan keempat indikator tersebut didasarkan pada kebutuhan untuk memitigasi risiko kemunculan sinyal palsu (*false signal*) yang sering terjadi karena mengandalkan satu indikator tunggal. Secara fungsional, keempat indikator ini saling melengkapi untuk melakukan validasi pergerakan pasar secara komprehensif. Indikator EMA dan MACD berperan dalam mengidentifikasi arah serta momentum tren yang sedang berlangsung, RSI berfungsi sebagai indikator *oscillator* untuk mendeteksi area jenuh beli maupun jenuh jual, sedangkan *Bollinger Bands* digunakan untuk mengukur tingkat volatilitas harga. Berdasarkan penelitian [15], Penggunaan beberapa indikator dengan fungsi yang berbeda mampu menutupi kelemahan setiap indikator, sehingga sistem dirancang untuk dapat menghasilkan rekomendasi sinyal yang lebih objektif dibandingkan dengan penggunaan satu indikator.

Adapun implementasi metode pembobotan pada kombinasi indikator, dengan rentang bobot 0 hingga 4, diadaptasi dari pendekatan yang diusulkan oleh [15]. Meskipun penelitian tersebut mengimplementasikan metode pembobotannya pada instrumen pasar saham, pendekatan ini dinilai sangat relevan untuk diaplikasikan pada penelitian ini untuk merespons karakteristik pergerakan harga setiap aset *cryptocurrency* yang memiliki tingkat volatilitas dan pola historis yang sangat bervariasi.



Gambar 3. Alur kombinasi indikator teknikal

Gambar 3 menunjukkan alur metode kombinasi indikator teknikal yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah pertama, proses dimulai dengan mengambil data dari tabel Indicator dan Candle. Data yang diambil dari kedua tabel kemudian digabungkan sesuai *timestamp* agar setiap nilai dari indikator teknikal sesuai dengan data historis yang sesuai. Selanjutnya, sistem akan melakukan optimasi pembobotan untuk empat indikator teknikal dengan rentang nilai bobot sebagai berikut [15]. $W_i = \{0, 1, 2, 3, 4\}$, Interpretasi nilai bobot indikator dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi bobot indikator

Bobot	Kegunaan
0	Indikator tidak digunakan dalam pembentukan sinyal perdagangan
1	Indikator digunakan dengan tingkat kontribusi sangat rendah
2	Indikator digunakan dengan tingkat kontribusi rendah
3	Indikator digunakan dengan tingkat kontribusi sedang
4	Indikator digunakan dengan tingkat kontribusi tinggi

Dengan adanya empat indikator, maka rentang pencarian bobot didefinisikan sebagai $W = \{(w_1, \dots, w_4) \mid w_i \in \{0, 1, 2, 3, 4\}\}$ Sehingga total kombinasi bobot yang mungkin adalah $5^4 = 625$. Setiap

kombinasi bobot merepresentasikan satu konfigurasi strategi perdagangan yang berbeda untuk setiap aset *cryptocurrency*.

Seluruh kombinasi bobot akan diuji satu per satu melalui proses *backtesting* menggunakan data historis yang relevan, tanpa perlu menghitung ulang indikator karena nilai sinyal dasar sudah tersedia di *database*. Bobot terbaik ditentukan berdasarkan nilai *Return on Investment* (ROI) tertinggi, kemudian disimpan ke tabel yang nantinya akan digunakan sistem untuk menentukan sinyal yang akan dikirimkan ke pengguna. Pendekatan ini membuat sistem lebih adaptif terhadap karakteristik volatilitas masing-masing aset, karena perilaku harga *Bitcoin* tentu berbeda dengan *Ethereum*, *Solana*, atau aset lainnya

Setelah bobot ditentukan, proses perhitungan sinyal akhir dilakukan dengan mengalikan setiap sinyal dasar indikator dengan bobotnya. Nilai-nilai tersebut dijumlahkan sesuai dengan Persamaan (1):

$$Score = \sum_{i=1}^4 \omega_i \cdot Signal_i \quad (1)$$

Kemudian nilai skor tersebut dinormalisasi agar tidak bergantung pada jumlah indikator aktif maupun skala bobot. Normalisasi yang digunakan pada nilai skor dapat dilihat pada Persamaan (2):

$$FinalScore = \frac{\sum_{i=1}^4 \omega_i \cdot Signal_i}{\sum_{i=1}^4 \omega_i} \quad (2)$$

Normalisasi pada Persamaan (2) memastikan bahwa nilai skor tidak bergantung pada jumlah indikator yang aktif maupun skala bobot, serta tetap berada pada rentang -1 hingga $+1$. Sehingga, analisis sinyal menjadi lebih konsisten dan memungkinkan perbandingan yang adil diantara konfigurasi bobot maupun antar aset *cryptocurrency* yang dianalisis.

Selanjutnya pada penelitian ini digunakan nilai *threshold* 0 sebagai batas pemisah antara sinyal beli dan jual. Pemilihan *threshold* ini mengacu pada pendekatan yang digunakan dalam penelitian [15], di mana keputusan beli atau jual ditentukan berdasarkan apakah nilai skor berada di atas atau di bawah nol.

Evaluasi performa strategi tersebut dilakukan sepenuhnya melalui proses *backtesting* dengan pendekatan *rule-based*, sehingga pemisahan data *training* dan *testing* tidak diterapkan. Karena metode yang digunakan tidak melibatkan proses pembelajaran model prediktif, melainkan evaluasi performa strategi berdasarkan aturan teknikal yang telah ditentukan.

D. Modul Pendukung Keputusan

Modul pendukung keputusan pada sistem ini berfungsi untuk menampilkan hasil analisis pembobotan kombinasi indikator teknikal dalam bentuk saran terkait keputusan perdagangan yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan oleh pengguna. Rekomendasi ditentukan berdasarkan nilai *FinalScore* yang dihasilkan dari kombinasi indikator teknikal, dengan *threshold* 0 sebagai batas penentuan sinyal Beli, Jual, dan Netral.

Selain itu, ditambahkan juga sebuah *threshold* tambahan untuk menunjukkan tingkat keyakinan sinyal, dimana jika nilai *FinalScore* $> 0,6$ akan dikategorikan sebagai Sinyal Beli Kuat. Jika nilai *FinalScore* $> 0 \ \&\& \ < 0,6$ dikategorikan sebagai Sinyal Beli, lalu nilai *FinalScore* $< 0 \ \&\& \ > -0,6$ dikategorikan sebagai Sinyal Jual, dan jika nilai *FinalScore* $< -0,6$ dikategorikan sebagai Sinyal Jual Kuat. Penggunaan *threshold* tambahan dengan nilai pembeda 0,6 bertujuan untuk membedakan sinyal dengan tingkat keyakinan yang lebih kuat tanpa membuat sistem menjadi terlalu agresif.

Selain itu, sistem juga menampilkan *category score* yang diperoleh dari agregasi sinyal indikator teknikal berdasarkan kategori tren, momentum, dan volatilitas. *Category score* ini digunakan sebagai informasi pendukung untuk menjelaskan kondisi pasar yang paling dominan memengaruhi sinyal akhir agar pengguna dapat memahami alasan analisis kenapa menghasilkan sinyal tersebut, sehingga dapat dijadikan dasar pertimbangan oleh pengguna dalam pengambilan keputusan agar tidak hanya berdasarkan intuitif dan emosi pengguna.

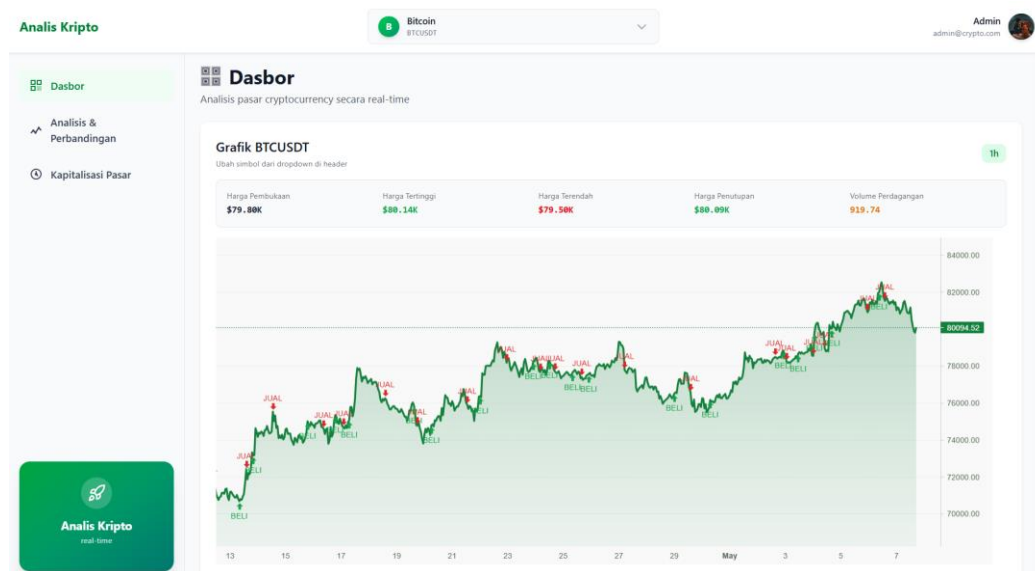
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini merupakan hasil implementasi beserta pembahasan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini. Pembahasan akan difokuskan pada hasil implementasi, evaluasi kinerja melalui *backtesting*, serta hasil analisis terhadap performa sistem dalam menghasilkan sinyal perdagangan.

A. Implementasi Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan SPK perdagangan *cryptocurrency* berbasis *website* yang dilengkapi dengan fitur notifikasi *Telegram*. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna memantau kondisi pasar serta memperoleh rekomendasi keputusan perdagangan. Hasil implementasi sistem yang telah dikembangkan dapat dilihat pada pembahasan berikut.

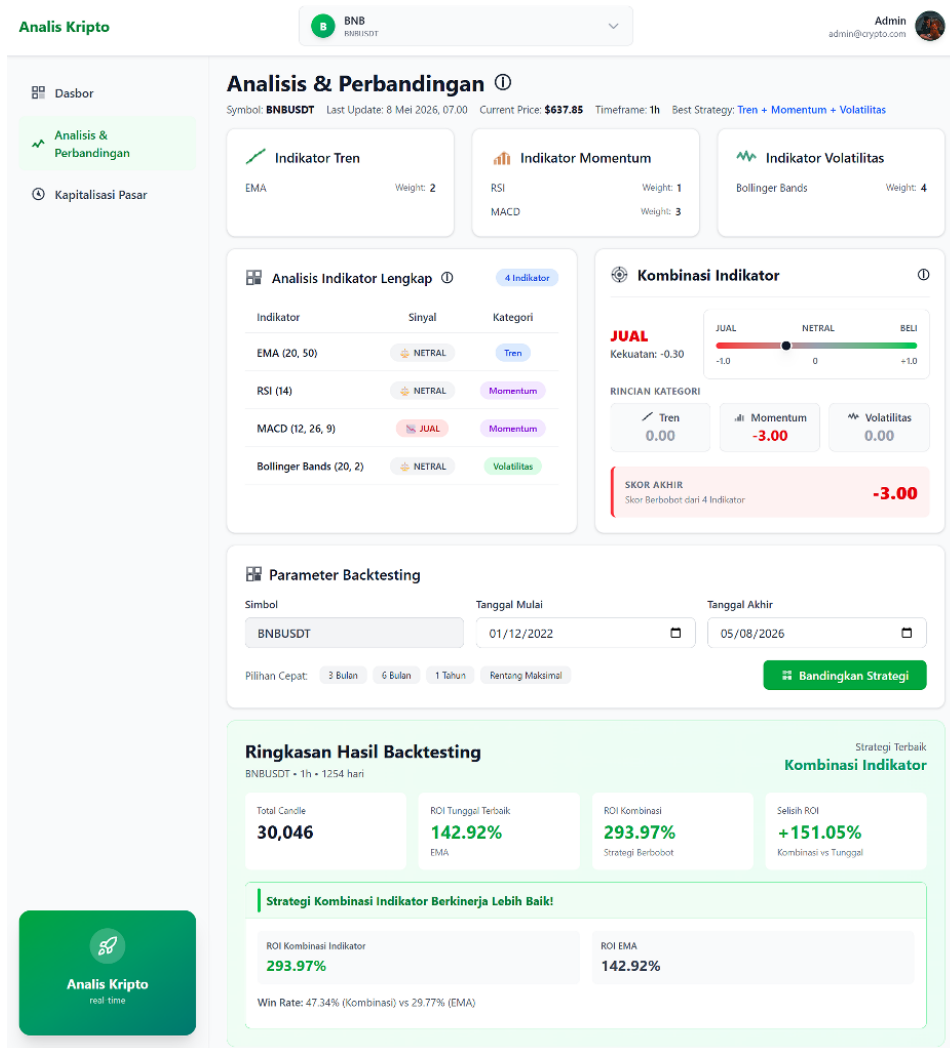
- 1) Dasbor: merupakan halaman utama yang menampilkan ringkasan kondisi pasar secara visual untuk membantu pengguna memantau kondisi pasar dengan lebih mudah.



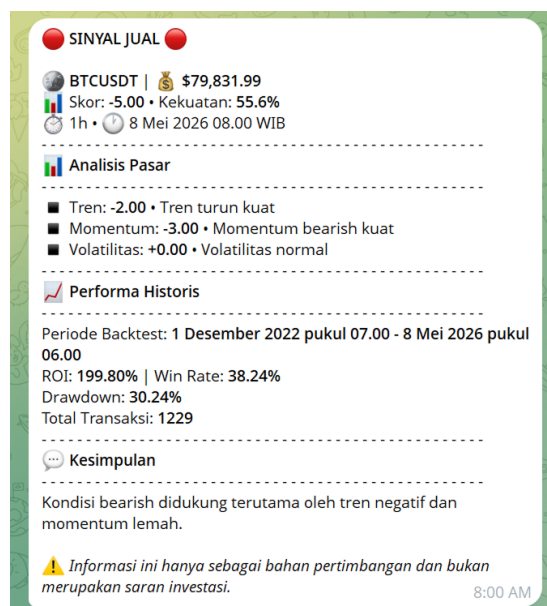
Gambar 4. Halaman dasbor

Gambar 4 merupakan halaman dasbor yang menampilkan grafik harga dan sinyal perdagangan yang dihasilkan kombinasi indikator. Informasi yang ditampilkan memungkinkan pengguna untuk memantau pergerakan serta memahami kecenderungan pasar berdasarkan hasil perhitungan indikator teknikal yang telah diproses oleh sistem.

- 2) Analisis & Perbandingan: Halaman analisis & perbandingan menyajikan hasil analisis indikator teknikal serta hasil pembobotan kombinasi indikator teknikal yang digunakan dalam penelitian. Gambar 5 menunjukkan bahwa setiap indikator menghasilkan sinyal dasar berupa beli, jual, atau netral, yang selanjutnya digabungkan melalui mekanisme pembobotan untuk menghasilkan satu sinyal keputusan akhir. Pendekatan ini bertujuan mengurangi ketergantungan pada satu indikator serta meningkatkan keandalan analisis dalam merepresentasikan kondisi pasar. Dengan menggabungkan informasi dari beberapa indikator teknikal, sistem mampu memberikan sinyal yang lebih stabil dan relevan sebagai dasar pengambilan keputusan perdagangan.
- 3) Notifikasi Telegram: Fitur ini berfungsi untuk menyampaikan hasil analisis secara langsung kepada pengguna melalui *telegram*. Notifikasi akan dikirim secara otomatis jika sistem menghasilkan sinyal berdasarkan hasil analisis kombinasi indikator dengan syarat pengguna sudah melakukan konfigurasi *chatt id telegram* pada halaman *settings*. Gambar 6 menunjukkan pesan yang dikirimkan oleh sistem kepada pengguna. Informasi yang disampaikan mencakup simbol aset, harga terkini, nilai skor, tingkat kekuatan sinyal, *timeframe* analisis, serta ringkasan interpretasi kondisi pasar seperti tren, momentum, dan volatilitas. Selain itu, notifikasi juga menampilkan performa historis yang dihasilkan metode menggunakan metrik seperti *Return on Investment (ROI)*, *Win Rate*, dan *Maximum Drawdown* sebagai informasi pendukung dalam mengevaluasi kualitas sinyal yang dihasilkan. Penyampaian informasi melalui *Telegram* memungkinkan pengguna memperoleh pembaruan secara cepat, terutama dalam kondisi pasar yang bergerak dinamis tanpa perlu memantau sistem secara terus-menerus.



Gambar 5. Halaman analisis & perbandingan



Gambar 6. Tampilan notifikasi telegram

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan sistem sudah sesuai dengan kebutuhan fungsional serta dapat menghasilkan rekomendasi keputusan yang valid. Pengujian difokuskan pada pengujian fungsional dan pengujian metode. Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada sistem.

- 1) Pengujian Fungsional: Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fitur dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian difokuskan pada interaksi pengguna dengan sistem, dengan cara memberikan berbagai skenario input dan membandingkan hasil pengujian dengan hasil yang diharapkan oleh pengembang.

Tabel 2. *Black box*

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Login Pengguna	Email dan password valid	Pengguna berhasil masuk sistem	Berhasil
2	Logout Pengguna	Klik tombol logout	Pengguna berhasil keluar sistem	Berhasil
3	Menampilkan data harga	Pilih aset	Data historis dan <i>linechart</i> dapat ditampilkan	Berhasil
4	Menampilkan indikator	Data historis	Tabel perhitungan indikator teknikal dapat ditampilkan	Berhasil
5	Menampilkan harga dan indikator	Data historis	Grafik harga beserta indikator tampil	Berhasil
6	Perbandingan Metode	Pilih aset	Grafik harga beserta indikator tampil	Berhasil
7	Kombinasi indikator	Bobot indikator	Nilai skor dan bobot terbaik dapat dihitung dan ditampilkan	Berhasil
8	<i>Backtesting</i> strategi	Periode data historis	Hasil ROI, <i>Win Rate</i> , dan MDD dapat ditampilkan	Berhasil
9	Evaluasi performa metode	Hasil <i>backtesting</i>	Ringkasan evaluasi metode dapat ditampilkan	Berhasil
10	Notifikasi <i>telegram</i>	Sinyal beli/jual	Notifikasi berhasil terkirim ke <i>telegram</i>	Berhasil

Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem, mulai dari proses login pengguna hingga integrasi notifikasi *Telegram*, telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Seluruh skenario pengujian *black box* berhasil dijalankan tanpa ditemukan kesalahan fungsional pada sistem. Fitur yang diuji meliputi autentikasi pengguna, menampilkan data harga *cryptocurrency*, visualisasi grafik dan indikator teknikal, kombinasi indikator berbobot, *backtesting*, evaluasi performa metode, hingga pengiriman notifikasi *Telegram*.

Pada pengujian notifikasi *Telegram*, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat latensi sejak sistem dijalankan hingga pesan berhasil diterima pengguna. Berdasarkan tiga kali pengujian terhadap 10 aset *cryptocurrency* secara bersamaan, diperoleh latensi sebesar 18.591 ms, 4.137 ms, dan 4.105 ms. Waktu yang lebih tinggi pada percobaan pertama disebabkan oleh proses inialisasi koneksi awal (*cold start*), sedangkan pengujian berikutnya menunjukkan waktu respons yang lebih stabil. Secara keseluruhan, diperoleh rata-rata latensi sebesar 8,94 detik. Dengan penggunaan *timeframe* analisis 1 jam (1H), nilai latensi tersebut masih tergolong responsif sehingga informasi hasil analisis tetap dapat diterima pengguna dengan baik untuk mendukung pengambilan keputusan perdagangan.

- 2) Pengujian Metode: Pengujian metode dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dari kombinasi indikator dengan pembobotan dalam menghasilkan sinyal perdagangan yang dievaluasi melalui proses *backtesting*. Penelitian ini melakukan pengujian metode dengan membandingkan kinerja strategi kombinasi indikator berbobot terhadap performa strategi indikator tunggal (EMA, RSI, MACD, dan *Bollinger Bands*) menggunakan metrik ROI, *Win Rate*, dan MDD. Evaluasi komparatif ini secara spesifik bertujuan untuk menguji apakah pendekatan kombinasi indikator teknikal berbobot mampu memberikan dampak positif yang objektif terhadap kualitas keputusan perdagangan dibandingkan dengan penggunaan indikator tunggal. Hasil pengujian *backtesting* diterapkan pada 10 aset *cryptocurrency* mayor *Binance* yang dievaluasi menggunakan data pergerakan harga historis dengan periode 1 Desember 2022 hingga 8 Mei 2026 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian performa metode indikator tunggal dan kombinasi berbobot

No	Aset	Indikator Terbaik (Tunggal)	ROI (Tunggal)	Win Rate (Tunggal)	MDD (Tunggal)	ROI (Kombinasi)	Win Rate (Kombinasi)	MDD (Kombinasi)
1	<i>BTCUSDT</i>	MACD	179.65%	37.01%	30.37%	199.80%	38.24%	30.24%
2	<i>ETHUSDT</i>	MACD	228.55%	35.21%	50.04%	421.77%	47.28%	41.35%
3	<i>BNBUSDT</i>	EMA	142.92%	29.77%	29.07%	293.97%	47.34%	41.87%
4	<i>SOLUSDT</i>	EMA	1089.68%	32.84%	54.43%	2222.35%	58.11%	52.49%
5	<i>ADAUSDT</i>	EMA	73.13%	26.21%	66.58%	133.33%	62.65%	71.70%
6	<i>XRPUSDT</i>	RSI	135.47%	62.50%	38.20%	712.37%	50.59%	44.52%
7	<i>LTCUSDT</i>	BB	102.16%	66.80%	46.96%	60.92%	66.04%	40.19%
8	<i>DOTUSDT</i>	EMA	3.25%	30.69%	70.43%	15.35%	67.02%	78.91%
9	<i>AVAXUSDT</i>	EMA	265.04%	33.84%	51.47%	265.04%	33.84%	51.47%
10	<i>LINKUSDT</i>	RSI	77.84%	62.83%	46.15%	116.32%	53.60%	66.06%

Berdasarkan hasil pengujian performa pada Tabel 3 pendekatan kombinasi indikator berbobot terbukti secara konsisten lebih baik dari indikator tunggal dalam mengoptimalkan perolehan *Return on Investment* (ROI) pada mayoritas aset yang dievaluasi. Peningkatan performa paling signifikan terjadi pada pengujian aset *SOLUSDT*, di mana strategi indikator tunggal terbaik (EMA) hanya mencatatkan ROI sebesar 1089,68%, sedangkan implementasi strategi kombinasi mampu meningkatkan perolehan keuntungan hingga mencapai 2222,35%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi beberapa indikator teknikal yang bersifat komplementer, yaitu indikator tren (EMA dan MACD), momentum (RSI), serta volatilitas (*Bollinger Bands*), mampu menghasilkan keputusan perdagangan yang lebih optimal. Kombinasi indikator juga meningkatkan akurasi sinyal perdagangan pada sebagian besar aset. Seperti, pada aset *ETHUSDT* *win rate* meningkat dari 35,21% menjadi 47,28%, sedangkan pada *SOLUSDT* meningkat dari 32,84% menjadi 58,11%. Peningkatan *win rate* tersebut menunjukkan bahwa strategi kombinasi mampu menghasilkan sinyal *entry* dan *exit* yang lebih akurat dibandingkan penggunaan indikator tunggal.

Selain meningkatkan profitabilitas dan akurasi sinyal, strategi kombinasi berbobot juga menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam manajemen risiko yang direpresentasikan melalui metrik *Maximum Drawdown* (MDD). Pada aset *ETHUSDT*, strategi kombinasi tidak hanya meningkatkan ROI dari 228,55% menjadi 421,77%, tetapi juga berhasil menurunkan nilai MDD dari 50,04% menjadi 41,35%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengurangi potensi kerugian maksimum saat terjadi koreksi pasar. Meskipun pada beberapa aset tertentu seperti *ADAUSDT* dan *DOTUSDT* nilai MDD mengalami peningkatan, strategi kombinasi tetap memberikan peningkatan ROI dan *win rate* yang signifikan. Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa pendekatan kombinasi indikator berbobot mampu menghasilkan keseimbangan yang lebih baik antara profitabilitas, akurasi sinyal perdagangan, dan mitigasi risiko dibandingkan strategi indikator tunggal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pendukung keputusan (SPK) perdagangan *cryptocurrency* menggunakan pembobotan kombinasi indikator EMA, RSI, MACD, dan *Bollinger Bands* mampu membantu pengguna dalam memperoleh informasi kondisi pasar serta rekomendasi keputusan perdagangan secara lebih objektif. Penerapan tersebut menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan penggunaan indikator tunggal. Hasil *backtesting* menunjukkan bahwa strategi kombinasi indikator berbobot mampu meningkatkan nilai *Return on Investment* (ROI) pada mayoritas aset yang diuji, dengan pencapaian tertinggi sebesar 2222,35% pada aset *SOLUSDT*. Selain meningkatkan profitabilitas, pendekatan kombinasi juga mampu meningkatkan tingkat akurasi sinyal perdagangan yang tercermin dari kenaikan nilai *win rate* pada sebagian besar aset, seperti *ETHUSDT* yang meningkat dari 35,21% menjadi 47,28% dan *SOLUSDT* dari 32,84% menjadi 58,11%. Dari aspek manajemen risiko, strategi kombinasi indikator berbobot juga menunjukkan hasil yang lebih baik melalui penurunan nilai *Maximum Drawdown* (MDD), seperti pada aset *ETHUSDT* yang berhasil ditekan dari 50,04% menjadi 41,35%. Dengan

demikian, kombinasi indikator berbobot terbukti mampu memberikan keseimbangan yang lebih baik antara profitabilitas, akurasi sinyal perdagangan, dan mitigasi risiko investasi.

Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan juga berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis *website* yang terintegrasi dengan fitur notifikasi *Telegram*. Berdasarkan hasil pengujian kinerja, pengiriman notifikasi untuk pemrosesan 10 aset *cryptocurrency* secara bersamaan menghasilkan rata-rata *latency* sebesar 8,94 detik. Dengan penggunaan *timeframe* analisis 1 jam (1H), tingkat *latency* tersebut masih tergolong responsif sehingga sistem mampu mendukung penyampaian informasi hasil analisis dengan cukup cepat untuk membantu proses pengambilan keputusan perdagangan.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah variasi aset yang digunakan, penggunaan *timeframe* tunggal, serta belum menambahkan biaya transaksi dan *slippage* sehingga hasil pengujian masih berupa keuntungan kotor. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan memperluas cakupan aset *cryptocurrency* dan menambahkan variasi *timeframe* agar hasil analisis menjadi lebih beragam. Selain itu, penerapan metode *machine learning* seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM) dapat dipertimbangkan untuk memprediksi tren pasar dan menyesuaikan bobot indikator secara adaptif. Penggunaan metode optimasi seperti algoritma genetika juga berpotensi meningkatkan efisiensi proses pencarian bobot, sedangkan integrasi analisis sentimen media sosial dapat dimanfaatkan untuk memperkaya sumber informasi dalam proses pengambilan keputusan perdagangan *cryptocurrency*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Tudor dan R. Sova, "An automated adaptive trading system for enhanced performance of emerging market portfolios," *Financ. Innov.*, vol. 11, no. 1, 2025, doi: 10.1186/s40854-025-00754-3.
- [2] B. Dharma *et al.*, "Analisis pemanfaatan cryptocurrency bitcoin sebagai alat alternatif investasi," vol. 2, no. 1, hal. 175–182, 2023.
- [3] Nisrinan, H. Romli, L. Tripermata, dan J. J. Ekonomi, "Dampak Volatilitas , Perspektif Return dan Preferensi Risiko Terhadap Keputusan Investasi Saham dan Cryptocurrency Pada Kalangan Milenial di Kota Palembang Abstrak," vol. 11, no. 3, hal. 1489–1495, 2025.
- [4] M. Muhammad, D. Leniwati, A. P. N. Wicaksono, A. Juanda, E. D. Wahyuni, dan S. Setyawan, "Pengaruh Attitude Subjective Norms, dan Perceived Behavioural Control Terhadap Minat Investor Berinvestasi Cryptocurrency," *J. Akunt. dan Keuang.*, vol. 11, no. 1, hal. 47–56, 2023.
- [5] Nofrianto dan Ivalaili, "Analisis Terhadap Return Saham Syariah Melalui Empat Indikator Teknikal Di Jakarta Islamic Index," *Maqdis J. Kaji. Ekon. Islam*, vol. 6, no. 7, hal. 13–23, 2021.
- [6] Y. Rechtiawan, R. Robiyanto, F. Ekonomika, U. Kristen, S. Wacana, dan J. D. No, "Day of the Week Effect dan Volatilitas Cryptocurrency Pada Masa Pandemi Covid -19," vol. 4, no. 1, hal. 1–17, 2021.
- [7] M. Alfarizi dan D. Lestarini, "Predicting Cryptocurrency Prices Using Machine Learning: A Case Study on Bitcoin," vol. 9, no. 6, hal. 3612–3621, 2025.
- [8] N. Sukma dan C. S. Namahoot, "An Algorithmic Trading Approach Merging Machine Learning With Multi-Indicator Strategies for Optimal Performance," *IEEE Access*, vol. 12, no. December, hal. 188154–188173, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3516053.
- [9] R. Parlika, R. R. Isnanto, dan B. Rahmat, "Prediction of ROI Achievements and Potential Maximum Profit on Spot Bitcoin Rupiah Trading Using K-means Clustering and Patterned Dataset Model," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 8, no. 3–2, hal. 1987–2001, 2024, doi: 10.62527/joiv.8.3-2.3120.
- [10] I. M. Aris dan J. Puspana, "Analisis Fundamental dan Teknikal pada Cryptocurrency Stablecoin Tether," vol. 5, no. 3, hal. 499–514, 2025.
- [11] C. Java, A. Maduri, T. K. Purnamaningrum, dan P. Sihombing, "Analysis of Investment Decisions on LQ45 Stock by Using Moving Average Convergence Divergence (MACD) and Bollinger Bands," *Int. J. Econ. , Account. , Manag.*, vol. 2, no. 1, hal. 22–30, 2025.
- [12] I. Apriliani dan A. N. Hidayati, "Analisis Teknikal Sebagai Dasar Pengambilan Keputusan Dalam Jual Beli Saham Pada Jii-30 Periode 2020 – 2021," *J. Penelit. Mhs. Ilmu Sos. Ekon. dan Bisnis Islam*, vol. 3, hal. 100–114, 2023.
- [13] D. A. Daniswara, H. Widjanarko, dan K. Hikmah, "The Accuracy Test of Technical Analysis of Moving Average, Bollinger Bands, and Relative Strength Index on Stock Prices of Companies Listed In LQ45 Index," *Indikator*, vol. 6, no. 2, hal. 411842, 2022.
- [14] N. W. Murti, T. Setyaningsih, dan I. Widayastuti, "Over-Reaction Ataukah False-Signal Pada Indikator," no. 158, hal. 151–170, 2021, doi: 10.24034/j25485024.y2023.v7.i2.4746.
- [15] N. Sukma dan C. S. Namahoot, *Enhancing Trading Strategies: A Multi-indicator Analysis for Profitable Algorithmic Trading*, vol. 65, no. 6. Springer US, 2025. doi: 10.1007/s10614-024-10669-3.