

**Analisis Perbandingan Sinyal Perdagangan Cryptocurrency Menggunakan  
Indikator SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator,  
Stochastic RSI, Parabolic SAR dengan Multi Indikator pada 100 coin teratas  
Coinmarketcap**



**Oleh:**

**M. ZAKY PRIA MAULANA**

**NPM. 22081010006**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL  
“VETERAN” JAWA TIMUR  
SURABAYA**

**2025**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan sistem keuangan modern. Jika sebelumnya aktivitas finansial dilakukan secara manual melalui lembaga keuangan konvensional, kini manusia dapat melakukan transaksi, investasi, dan analisis pasar secara digital melalui sistem otomatis. Fenomena *financial technology* menjadi pendorong utama transformasi ini, memungkinkan munculnya berbagai inovasi di bidang keuangan, seperti pembayaran digital, pinjaman daring, dan perdagangan algoritmik yang memanfaatkan kecerdasan komputasi untuk membantu pengambilan keputusan investasi (Sukma & Namahoot, 2025, hlm. 3808–3809).

Salah satu inovasi penting dalam perkembangan *financial technology* adalah kemunculan cryptocurrency, aset digital yang menggunakan kriptografi untuk menjaga keamanan transaksi dan mengatur penciptaan unit baru secara terdesentralisasi. Aset ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 2009 oleh seseorang dengan nama samaran Satoshi Nakamoto (Nurfalah, Baturohmah, & Ayuningsih, 2023). Keunggulan seperti desentralisasi, transparansi, dan aksesibilitas 24 jam menjadikan cryptocurrency menarik bagi investor ritel maupun institusional. Namun, karakteristik tersebut juga menghadirkan tantangan baru berupa volatilitas harga yang tinggi dan ketidakpastian pasar yang ekstrem (Cohen, 2023; Romo et al., 2025). Fluktuasi tajam pada aset kripto menuntut metode analisis yang mampu memberikan sinyal perdagangan secara cepat dan objektif berbasis data historis.

Dalam menghadapi volatilitas harga yang tinggi, analisis teknikal menjadi salah satu pendekatan utama untuk memahami perilaku dan momentum pasar. Pendekatan ini memanfaatkan indikator-indikator matematis yang dihitung dari data harga dan volume guna menghasilkan sinyal beli atau jual. Menurut Zatwarnicki et al. (2023) dan Ependi et al. (2025), indikator teknikal seperti Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Bollinger Bands, serta Stochastic Oscillator banyak digunakan untuk mengidentifikasi tren, volatilitas, dan momentum pergerakan harga di pasar keuangan.

Masing-masing indikator teknikal memiliki keunggulan dan keterbatasannya sendiri. Indikator berbasis tren seperti *Simple Moving Average* (SMA) dan *Exponential Moving Average* (EMA) berfungsi untuk mengidentifikasi arah pergerakan harga dan menentukan sinyal beli maupun jual berdasarkan perpotongan antara garis rata-rata dan harga (Resta et al., 2020; Nurfalalah et al., 2023). Sementara itu, indikator berbasis momentum seperti *Relative Strength Index* (RSI) dan *Stochastic Oscillator* lebih sensitif terhadap perubahan cepat harga serta digunakan untuk mendeteksi kondisi *overbought* dan *oversold* yang menandai potensi pembalikan arah pasar (Resta et al., 2020). Karena setiap indikator hanya merepresentasikan sebagian aspek perilaku pasar, penggunaan satu indikator secara tunggal sering kali menghasilkan sinyal yang tidak konsisten. Oleh karena itu, pendekatan multi-indikator menjadi strategi penting untuk meningkatkan akurasi sinyal dengan mengombinasikan keunggulan indikator tren dan momentum (Sukma & Namahoot, 2025, hlm. 3816).

Penelitian Sukma & Namahoot (2025) menunjukkan bahwa strategi berbasis multi-indikator memberikan hasil yang lebih stabil dan menguntungkan dibandingkan indikator tunggal. Pendekatan gabungan antara RSI, EMA, dan MACD menghasilkan tingkat pengembalian (total return) yang lebih tinggi serta volatilitas yang lebih terkendali. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis antar-indikator dalam menciptakan sinyal perdagangan yang lebih konsisten dan efisien terhadap risiko. Selain itu, mereka juga menyoroti pentingnya aspek interpretabilitas dan skalabilitas sistem perdagangan algoritmik agar dapat diterapkan secara nyata dalam lingkungan real-time (Sukma & Namahoot, 2025, hlm. 3809–3810).

Meskipun kombinasi multi-indikator dapat meningkatkan keandalan sinyal, penerapannya secara manual akan sulit dilakukan pada pasar kripto yang aktif setiap saat. Sejalan dengan pandangan Dakalbab et al. (2024), otomatisasi proses analisis perdagangan melalui sistem komputasi memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien. Dalam penelitian ini, perhitungan indikator dilakukan secara berkala setiap kali candle satu jam (*H1*) berakhir, sehingga hasil analisis dapat diperbarui secara teratur tanpa intervensi manual. Pendekatan ini memberikan keseimbangan antara efisiensi komputasi dan kestabilan sinyal, sekaligus meminimalkan potensi bias emosional dalam pengambilan keputusan perdagangan.

Infrastruktur digital yang berkembang pesat juga mendukung penerapan sistem analisis perdagangan berbasis data. Bursa kripto global seperti Coinbase menyediakan *Application Programming Interface* (API) yang dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu *Trading API* untuk

aktivitas perdagangan dan *Market Data API* untuk akses data pasar publik. Melalui layanan ini, pengguna dapat memperoleh data harga, volume, dan waktu transaksi secara otomatis serta terstruktur menggunakan koneksi REST maupun WebSocket (Coinbase Developer Docs, 2024) <https://docs.cdp.coinbase.com/exchange/introduction/welcome>. Sistem yang memanfaatkan API ini dapat memperbarui data pasar secara berkala, melakukan perhitungan indikator teknikal, serta menampilkan sinyal beli, jual, dan *hold* berdasarkan kondisi harga terkini. Dengan demikian, sistem analisis dapat bekerja secara konsisten, adaptif, dan efisien terhadap perubahan data historis maupun data terbaru.

Dalam pengembangan sistem monitoring sinyal perdagangan berbasis data, dua aspek utama yang harus diperhatikan adalah akurasi dan interpretabilitas. Akurasi penting untuk memastikan bahwa sinyal yang dihasilkan benar-benar mencerminkan kondisi pasar aktual, sedangkan interpretabilitas memungkinkan pengguna memahami dasar logika di balik sinyal yang dihasilkan sistem. Karena indikator teknikal dihitung dari data harga dan volume masa lalu, proses analisis dapat dijelaskan secara rasional dan mudah diverifikasi. Sistem yang memiliki perhitungan akurat sekaligus logika yang jelas akan lebih dipercaya pengguna serta membantu mengurangi kesalahan dalam pengambilan keputusan perdagangan (Zatwarnicki, Zatwarnicki, & Stolarski, 2023).

Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency berbasis multi-indikator teknikal menjadi solusi yang relevan untuk menjawab kebutuhan analisis pasar yang cepat, objektif, dan dapat diandalkan. Sistem ini dirancang untuk menghitung sinyal setiap penutupan *candle* satu jam (H1) serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram ketika muncul sinyal beli (*buy*) atau jual (*sell*). Dengan kemampuan tersebut, pengguna dapat memantau perubahan tren dan momentum harga secara otomatis tanpa harus melakukan analisis manual. Pendekatan ini tidak hanya menitikberatkan pada akurasi perhitungan, tetapi juga pada interpretabilitas dan efisiensi komputasi, sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem analisis kripto yang lebih adaptif dan responsif di masa mendatang.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency berbasis delapan indikator teknikal, yaitu Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average

Convergence Divergence (MACD), Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR?

2. Sejauh mana kombinasi beberapa indikator (multi-indikator berbobot) dapat meningkatkan keakuratan dan konsistensi sinyal dibandingkan penggunaan indikator tunggal?
3. Bagaimana penerapan sistem monitoring ini pada 100 aset kripto teratas melalui integrasi API Coinbase secara otomatis setiap penutupan candle satu jam (H1) untuk pembaruan data harga dan perhitungan sinyal?
4. Bagaimana hasil evaluasi performa sistem, baik indikator tunggal maupun multi-indikator, jika diuji melalui backtesting dengan metrik kinerja seperti Sharpe Ratio, Win Rate, dan Maximum Drawdown?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency berbasis multi-indikator berbobot yang dapat memperbarui hasil analisis secara otomatis setiap penutupan candle satu jam (H1). Adapun tujuan khususnya adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring sinyal perdagangan berbasis delapan indikator teknikal, yaitu Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR.
2. Menganalisis efektivitas kombinasi multi indikator dalam meningkatkan akurasi dan konsistensi sinyal dibandingkan dengan penggunaan indikator tunggal.
3. Menerapkan sistem monitoring otomatis pada 100 aset kripto teratas di Coinbase melalui integrasi API untuk pembaruan data harga dan perhitungan sinyal setiap penutupan candle H1.
4. Mengevaluasi performa sistem, baik indikator tunggal maupun kombinasi berbobot, menggunakan metode backtesting dengan metrik kinerja seperti Sharpe Ratio, Win Rate, dan Maximum Drawdown.
5. Menghasilkan prototipe sistem yang mampu menampilkan hasil analisis sinyal beli, jual, dan hold, serta mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram agar pengguna dapat menerima informasi perubahan sinyal secara cepat dan efisien.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency, tanpa mencakup pengembangan model prediktif berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence).
2. Sumber data yang digunakan berasal dari API Coinbase dengan fokus pada 100 aset kripto teratas berdasarkan peringkat di CoinMarketCap. Data dari bursa lain tidak dibahas dalam penelitian ini.
3. Indikator teknikal yang digunakan terbatas pada delapan jenis, yaitu Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR.
4. Pengujian sistem dilakukan melalui metode backtesting dan simulasi data historis tanpa melibatkan eksekusi transaksi secara langsung (live trading).
5. Sistem dikembangkan dalam bentuk web dashboard untuk visualisasi data dan bot Telegram sebagai media notifikasi sinyal otomatis, tanpa pengembangan ke bentuk aplikasi mobile penuh.
6. Perhitungan indikator dilakukan secara otomatis setiap penutupan candle satu jam (H1) sehingga analisis bersifat near real-time, bukan tick-by-tick real-time trading system.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara akademis maupun praktis. Secara umum, penelitian ini dapat memperkaya literatur mengenai analisis teknikal pada aset kripto dengan pendekatan perbandingan antar-indikator klasik. Selain itu, hasilnya juga dapat membantu investor dan peneliti memahami efektivitas indikator tunggal dan kombinasi multi-indikator dalam menghasilkan sinyal beli dan jual yang lebih akurat dan konsisten di pasar yang berisiko tinggi seperti kripto.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang penerapan analisis teknikal dan pengembangan sistem perdagangan otomatis telah banyak dilakukan, baik pada pasar saham maupun aset digital. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih terbatas pada penggunaan satu atau dua indikator teknikal saja, sehingga sinyal yang dihasilkan belum cukup akurat. Selain itu, sebagian penelitian masih berbasis data historis dan belum mengembangkan sistem pemantauan (monitoring system) yang bekerja secara otomatis dan terhubung langsung dengan sumber data pasar digital. Oleh karena itu, bagian ini mengulas beberapa penelitian penting yang menjadi landasan teori sekaligus pembeda utama penelitian ini.

Penelitian oleh Sukma dan Namahoot (2025) menjadi acuan utama dalam penelitian ini karena membahas strategi perdagangan berbasis kombinasi beberapa indikator teknikal untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi sinyal dalam sistem algorithmic trading. Mereka menggunakan enam indikator populer, yaitu Moving Average (MA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), On-Balance Volume (OBV), Bollinger Bands, dan Ichimoku Cloud. Masing-masing indikator diberi bobot sesuai karakteristik pasar, lalu digabungkan menggunakan metode weighted signal aggregation untuk menghasilkan sinyal beli (buy), jual (sell), atau tahan (hold) secara otomatis dari data historis harga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi multi-indikator ini memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan indikator tunggal. Total pengembalian meningkat hingga 837,23%, sementara strategi tunggal hanya sekitar 330%. Selain itu, false signal turun sebesar 22%, dan stabilitas hasil perdagangan meningkat dengan risiko yang lebih terkendali. Namun, penelitian ini masih terbatas pada pasar saham dengan volatilitas rendah dan belum menggunakan integrasi data real-time. Oleh karena itu, penelitian ini dijadikan dasar utama dalam pengembangan sistem saat ini yang berfokus pada aset kripto yang lebih volatil dan beroperasi 24 jam, dengan otomatisasi penuh melalui API Coinbase serta penambahan fitur notifikasi Telegram setiap penutupan candle satu jam (H1).

Penelitian oleh Tudor dan Sova (2025) berjudul “An Automated Adaptive Trading System for Enhanced Performance of Emerging Market Portfolios” membahas pengembangan sistem perdagangan otomatis adaptif yang mampu menyesuaikan strategi secara dinamis terhadap

perubahan pasar. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti pengambilan data, pembangkitan sinyal, evaluasi risiko, dan eksekusi transaksi, yang seluruhnya dijalankan secara otomatis melalui integrasi API. Dengan rancangan ini, sistem dapat memantau pergerakan pasar secara real-time dan melakukan simulasi perdagangan tanpa campur tangan manual. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem otomatis adaptif ini lebih stabil dibandingkan strategi manual karena dapat merespons perubahan tren dengan lebih cepat. Walaupun penelitian ini diterapkan pada pasar saham, konsep otomatisasi dan pemantauan real-time yang digunakan sangat relevan dengan pengembangan sistem monitoring sinyal perdagangan kripto dalam penelitian ini.

Selanjutnya, penelitian oleh Siti Zainab dkk. (2023) yang berjudul “Network Metadata (NetTa): Sistem Monitoring Jaringan dan Metadata UPT BMKG dengan Notifikasi Berbasis Telegram” membahas pengembangan sistem monitoring jaringan otomatis yang dapat memberikan notifikasi langsung melalui Telegram. Sistem ini digunakan untuk memantau kondisi jaringan di berbagai kantor BMKG dan memberikan peringatan jika terjadi gangguan. Telegram dimanfaatkan sebagai media pengingat otomatis yang mengirim pesan setiap kali ada perubahan status jaringan, sehingga pengguna dapat mengetahui masalah lebih cepat tanpa harus selalu memantau dashboard komputer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitur notifikasi Telegram sangat membantu pengguna karena pesan dapat diterima dengan cepat melalui ponsel. Konsep notifikasi otomatis ini relevan dengan penelitian yang dilakukan, di mana fitur serupa akan diterapkan untuk mengirimkan notifikasi sinyal buy, sell, atau hold secara otomatis setiap kali sistem mendeteksi sinyal baru berdasarkan hasil perhitungan indikator teknikal pada penutupan candle satu jam (H1) menggunakan data dari API Coinbase.

## **2.2 Cryptocurrency**

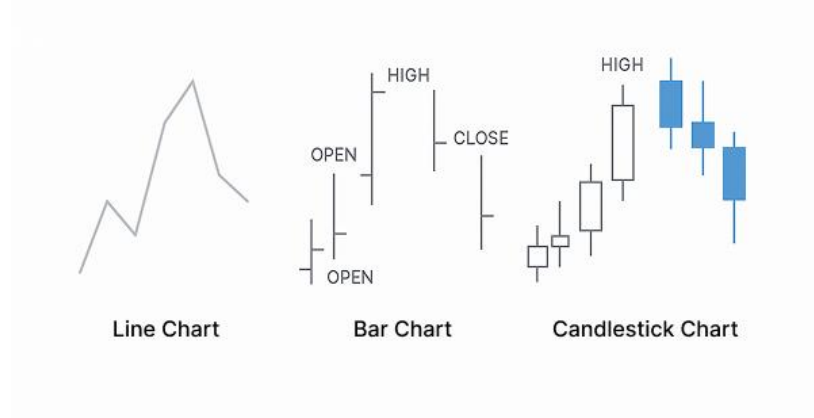
Cryptocurrency merupakan mata uang digital yang diciptakan dan diperdagangkan melalui proses kriptografi, di mana sistemnya bersifat terdesentralisasi dan tidak bergantung pada otoritas pusat seperti bank atau lembaga keuangan lainnya. Teknologi ini berjalan di atas jaringan komputer berbasis peer-to-peer dan bersifat open source, sehingga setiap transaksi dapat diverifikasi secara transparan di blockchain. Menurut Ilham, Sinta, dan Sinurat (2022), karakteristik utama cryptocurrency adalah sifatnya yang fluktuatif dan aktif diperdagangkan selama 24 jam tanpa henti, menjadikannya menarik bagi investor yang mencari peluang jangka pendek. Berdasarkan data CoinMarketCap, kapitalisasi pasar total aset kripto secara global pernah



mencapai lebih dari USD 752 miliar, yang menunjukkan besarnya minat dan potensi ekonomi di sektor ini. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada 100 aset kripto teratas berdasarkan kapitalisasi pasar (top 100 CMC) karena kelompok tersebut dianggap paling likuid dan berpengaruh terhadap pergerakan pasar kripto global.

## 2.3 Chart

Dalam analisis teknikal, grafik harga atau chart menjadi alat utama bagi trader untuk memahami pergerakan pasar dan menentukan keputusan jual maupun beli. Grafik ini menampilkan perubahan harga aset dari waktu ke waktu dalam bentuk visual, sehingga memudahkan pengguna untuk melihat tren, pola, serta momentum pasar. Secara umum, terdapat tiga jenis grafik yang paling sering digunakan, yaitu Line Chart, Bar Chart, dan Candlestick Chart. Ketiga jenis grafik tersebut memiliki fungsi yang sama, namun cara penyajiannya berbeda—mulai dari garis sederhana pada Line Chart, batang harga dengan informasi lengkap pada Bar Chart, hingga bentuk lilin berwarna yang mudah dibaca pada Candlestick Chart.



Gambar 2.1 memperlihatkan perbandingan tiga jenis grafik utama dalam analisis teknikal. *Line Chart* menampilkan tren harga secara sederhana dengan menghubungkan harga penutupan setiap periode. *Bar Chart* memberikan informasi lebih lengkap karena menunjukkan harga pembukaan (*open*), tertinggi (*high*), terendah (*low*), dan penutupan (*close*). Sementara itu, *Candlestick Chart* memiliki tampilan visual yang lebih informatif dengan warna hijau untuk pergerakan harga naik (*bullish*) dan merah untuk harga turun (*bearish*). Dalam penelitian ini, *Candlestick Chart* digunakan karena dianggap paling representatif dalam menampilkan data harga dan menjadi dasar dalam perhitungan berbagai indikator teknikal seperti SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR.

## **2.4 Analisis Teknikal**

Analisis teknikal merupakan metode yang digunakan untuk mempelajari dan memprediksi pergerakan harga suatu aset berdasarkan data historis seperti harga pembukaan, penutupan, volume transaksi, dan volatilitas pasar. Pendekatan ini didasari oleh tiga asumsi utama, yaitu bahwa seluruh faktor ekonomi dan psikologis telah tercermin dalam harga, bahwa harga bergerak mengikuti pola atau tren tertentu, dan bahwa pola pergerakan harga cenderung berulang karena perilaku pelaku pasar memiliki kecenderungan yang sama. Dengan memahami pola tersebut, seorang trader dapat mengenali potensi sinyal beli dan jual secara lebih objektif berdasarkan data pergerakan harga yang telah terjadi.

Menurut Sukma dan Namahoot (2025), indikator teknikal berperan penting dalam meningkatkan akurasi sistem perdagangan karena mampu menggambarkan arah tren, kekuatan momentum, serta potensi pembalikan harga. Mereka menekankan bahwa kombinasi beberapa indikator akan memberikan hasil yang lebih stabil dibandingkan hanya mengandalkan satu indikator saja. Melalui pendekatan ini, sinyal perdagangan dapat dihasilkan secara lebih konsisten dan mampu mengurangi risiko kesalahan keputusan, terutama di pasar yang memiliki fluktuasi tinggi.

Dalam konteks aset digital seperti cryptocurrency, analisis teknikal menjadi pendekatan yang sangat relevan karena pasar kripto memiliki volatilitas yang tinggi dan tidak memiliki nilai fundamental yang pasti seperti saham atau obligasi. Penelitian ini menggunakan delapan indikator teknikal utama, yaitu Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Bollinger Bands (BB), Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR. Kombinasi dari kedelapan indikator ini diharapkan mampu memberikan sinyal perdagangan yang lebih akurat dan adaptif, serta menjadi dasar bagi sistem monitoring otomatis untuk menghasilkan sinyal beli (buy), jual (sell), atau tahan (hold) secara real-time setiap penutupan candle satu jam (H1).

### **2.2.1 Simple Moving Average (SMA)**

Simple Moving Average (SMA) merupakan salah satu indikator tren paling dasar yang berfungsi untuk melihat arah pergerakan harga dengan menghitung rata-rata harga penutupan selama periode tertentu. Indikator ini digunakan untuk menghaluskan fluktuasi harga jangka pendek agar tren utama pasar lebih mudah diamati. SMA dihitung dengan cara menjumlahkan seluruh harga penutupan dalam suatu rentang waktu, kemudian dibagi dengan jumlah periode

tersebut. Hasilnya memberikan gambaran umum mengenai arah pergerakan harga suatu aset, apakah sedang berada dalam tren naik (uptrend) atau tren turun (downtrend).

Rumus untuk menghitung indikator Simple Moving Average adalah sebagai berikut(Sukma dan Namahoot (2025):

$$SMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Close_i$$

Dimana :

$Close_i$  = Harga penutupan pada periode ke-i

n = Jumlah periode pengamatan

Rumus tersebut menunjukkan bahwa SMA memberikan rata-rata aritmetika dari harga penutupan dalam rentang waktu tertentu.

Evaluasi pergerakan harga menggunakan *moving average* dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Apabila garis SMA memotong garis harga dari bawah ke atas, hal ini mengindikasikan potensi pergerakan harga naik (*bullish signal*).
2. Sebaliknya, apabila garis SMA memotong garis harga dari atas ke bawah, hal ini mengindikasikan potensi penurunan harga (*bearish signal*).

### 2.2.2 Exponential Moving Average (EMA)

Exponential Moving Average (EMA) merupakan pengembangan dari *Simple Moving Average* (SMA) yang memberikan bobot lebih besar pada harga terkini sehingga dapat merespons perubahan harga pasar dengan lebih cepat. Menurut Sukma dan Namahoot (2025), EMA dirancang untuk mengurangi keterlambatan (lag) yang biasanya terjadi pada SMA, sehingga indikator ini lebih efektif digunakan untuk mendeteksi perubahan tren jangka pendek pada aset dengan volatilitas tinggi seperti cryptocurrency.

Rumus untuk menghitung indikator Simple Moving Average adalah sebagai berikut(Sukma dan Namahoot (2025):

$$EMA_t = \alpha \cdot Close_t + (1 - \alpha) \cdot EMA_{(t-1)}, \quad \text{where } \alpha = \frac{2}{(n + 1)}$$

Dimana :

$EMA_t$  = nilai Exponential Moving Average pada waktu ke-t

$Close_t$  = harga penutupan saat ini

$EMA_{t-1}$  = nilai EMA periode sebelumnya

n = jumlah periode pengamatan

Evaluasi pergerakan harga menggunakan *moving average* dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Apabila garis EMA memotong garis EMA dari bawah ke atas, hal ini mengindikasikan potensi pergerakan harga naik (*bullish signal*).
2. Sebaliknya, apabila garis EMA memotong garis EMA dari atas ke bawah, maka mengindikasikan potensi penurunan harga (*bearish signal*).

### 2.2.3 Relative Strength Index (RSI)

*Relative Strength Index* (RSI) merupakan indikator teknikal yang digunakan untuk mengukur kekuatan relatif pergerakan harga suatu aset dalam periode tertentu. Indikator ini dikembangkan oleh J. Welles Wilder dan banyak digunakan untuk menilai kondisi pasar apakah sedang berada pada level *overbought* (jenuh beli) atau *oversold* (jenuh jual). RSI bekerja dengan menghitung rasio antara rata-rata kenaikan dan rata-rata penurunan harga selama periode pengamatan.

Menurut Sukma dan Namahoot (2025), RSI dapat dihitung melalui beberapa tahapan, yaitu menghitung selisih harga antarperiode ( $\Delta_i$ ), menentukan nilai kenaikan ( $Gain_i$ ) dan penurunan ( $Loss_i$ ), lalu menghitung nilai *Relative Strength* ( $RS$ ). Rumus untuk menghitung indikator *Relative Strength Index* ( $RSI$ ) adalah sebagai berikut (Sukma dan Namahoot (2025):

$$Gain_i = \max(\Delta_i, 0)$$

$$Loss_i = \max(-\Delta_i, 0)$$

$$RS = \frac{average(Gain_n)}{average(Loss_n)}$$

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

Dimana :

$Close_i$  = harga penutupan saat ini

$Close_{i-1}$  = harga penutupan sebelumnya

$Gain_n$  = rata-rata kenaikan harga selama periode n

$Loss_n$  = rata-rata penurunan harga selama periode n

Evaluasi pergerakan harga menggunakan *Relative Strength Index* ( $RSI$ ) dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Apabila nilai RSI berada di atas level 70, kondisi tersebut menandakan pasar sedang *overbought*, sehingga berpotensi terjadi pembalikan arah ke tren turun (*bearish signal*).

2. Apabila nilai RSI berada di bawah level 30, kondisi tersebut menunjukkan pasar sedang *oversold*, sehingga berpotensi mengalami kenaikan harga (*bullish signal*).
3. Jika nilai RSI berada di kisaran 40–60, kondisi pasar dianggap netral atau belum menunjukkan arah tren yang kuat.

#### 2.2.4 Moving Average Convergence Divergence (MACD)

*Moving Average Convergence Divergence* (MACD) merupakan indikator teknikal yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah tren dengan membandingkan dua nilai *Exponential Moving Average* (EMA) yang memiliki periode berbeda. Indikator ini pertama kali diperkenalkan oleh Gerald Appel dan berfungsi untuk mengidentifikasi perubahan momentum serta potensi pembalikan arah (*trend reversal*).

Menurut Sukma dan Namahoot (2025), MACD terdiri atas tiga komponen utama, yaitu garis MACD, garis sinyal (*signal line*), dan histogram. Garis MACD menunjukkan selisih antara EMA periode pendek dan EMA periode panjang, sedangkan garis sinyal merupakan EMA dari garis MACD yang berfungsi sebagai acuan untuk menentukan sinyal beli (*buy*) atau jual (*sell*). Histogram menggambarkan selisih antara garis MACD dan garis sinyal, yang digunakan untuk melihat kekuatan momentum pasar.

Rumus untuk menghitung indikator MACD dapat ditulis sebagai berikut (Sukma & Namahoot, 2025):

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26}$$

$$Signal = EMA_{MACD, signal\ period}$$

$$Histogram = MACD - Signal$$

Dimana:

$EMA_{12}$  = nilai EMA dengan periode 12 (jangka pendek)

$EMA_{26}$  = nilai EMA dengan periode 26 (jangka panjang)

Signal = EMA dari garis MACD (biasanya periode 9)

Histogram = selisih antara garis MACD dan garis sinyal

Evaluasi pergerakan harga menggunakan *Moving Average Convergence Divergence* (MACD) dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Apabila garis MACD memotong garis sinyal dari bawah ke atas, kondisi ini menunjukkan potensi tren naik (*bullish signal*).

2. Apabila garis MACD memotong garis sinyal dari atas ke bawah, kondisi ini menunjukkan potensi tren turun (*bearish signal*).
3. Jika histogram bernilai positif dan semakin tinggi, berarti momentum kenaikan harga semakin kuat, sedangkan histogram negatif menandakan tekanan jual yang meningkat.

### 2.2.5 Bollinger Bands (BB)

*Bollinger Bands* merupakan indikator teknikal yang digunakan untuk mengukur volatilitas pasar serta mengidentifikasi potensi kondisi *overbought* dan *oversold*. Indikator ini dikembangkan oleh John Bollinger dan terdiri dari tiga garis utama, yaitu *middle band*, *upper band*, dan *lower band*. Garis tengah (*middle band*) merupakan nilai *Simple Moving Average (SMA)*, sedangkan *upper band* dan *lower band* dibentuk berdasarkan jarak deviasi standar dari garis tengah.

Menurut Sukma dan Namahoot (2025), *Bollinger Bands* bekerja dengan menghitung seberapa jauh harga bergerak dari nilai rata-rata dalam suatu periode. Ketika volatilitas pasar meningkat, jarak antara *upper band* dan *lower band* akan melebar, sedangkan saat volatilitas menurun, jarak kedua band tersebut akan menyempit. Hal ini membantu trader dalam mengidentifikasi kondisi pasar yang sedang tenang atau bergejolak.

Rumus untuk menghitung indikator *Bollinger Bands* dapat ditulis sebagai berikut (Sukma & Namahoot, 2025):

$$\text{Middle Band} = \text{SMA}_n$$

$$\text{Upper Band} = \text{Middle Band} + k \times \text{StdDev}$$

$$\text{Lower Band} = \text{Middle Band} - k \times \text{StdDev}$$

Dimana:

$\text{SMA}_n$  = rata-rata harga penutupan dalam periode n

StdDev = standar deviasi harga pada periode n

k = konstanta pengali deviasi standar (biasanya bernilai 2)

Evaluasi pergerakan harga menggunakan *Bollinger Bands* dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Jika harga menyentuh *upper band*, pasar dianggap berada pada kondisi *overbought* dan berpotensi mengalami koreksi harga (*sell signal*).
2. Jika harga menyentuh *lower band*, pasar dianggap berada pada kondisi *oversold* dan berpotensi mengalami kenaikan harga (*buy signal*).

3. Ketika jarak antara *upper* dan *lower band* melebar, menandakan volatilitas pasar sedang tinggi; sebaliknya, jarak yang menyempit menunjukkan pasar sedang dalam fase konsolidasi.

### 2.2.6 Stochastic Oscillator

Stochastic Oscillator merupakan indikator momentum yang digunakan untuk mengukur posisi harga penutupan relatif terhadap rentang harga tertinggi dan terendah dalam periode waktu tertentu. Indikator ini membantu trader dalam mengidentifikasi potensi pembalikan arah (reversal) dari tren harga yang sedang berlangsung. Menurut *Corporate Finance Institute (2024)*, Stochastic Oscillator bekerja berdasarkan prinsip bahwa ketika harga sedang naik, nilai penutupan cenderung mendekati batas atas rentang harga, sedangkan ketika harga sedang turun, nilai penutupan cenderung mendekati batas bawah.

Rumus untuk menghitung indikator Stochastic Oscillator dapat ditulis sebagai berikut (*Investopedia, 2024*):

$$\%K = \left( \frac{C - L_{14}}{H_{14} - L_{14}} \right) \times 100$$

Dimana:

$C$  = harga penutupan terakhir

$L_{14}$  = harga terendah selama 14 periode terakhir

$H_{14}$  = harga tertinggi selama 14 periode terakhir

$\%K$  = nilai saat ini dari Stochastic Oscillator

Evaluasi pergerakan harga menggunakan Stochastic Oscillator dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Ketika nilai  $\%K$  memotong garis sinyal  $\%D$  dari bawah ke atas dan berada di bawah level 20, hal ini menunjukkan sinyal beli (oversold).
2. Ketika nilai  $\%K$  memotong garis sinyal  $\%D$  dari atas ke bawah dan berada di atas level 80, hal ini menandakan sinyal jual (overbought).

### 2.2.7 Stochastic RSI (SRSI)

Stochastic Relative Strength Index (SRSI) merupakan pengembangan dari indikator *Relative Strength Index (RSI)* yang dikombinasikan dengan konsep *Stochastic Oscillator*. Indikator ini digunakan untuk mengukur tingkat momentum harga dengan sensitivitas yang lebih

tinggi terhadap perubahan kecil dibandingkan RSI biasa. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi kondisi *overbought* (jenuh beli) dan *oversold* (jenuh jual) dengan lebih cepat pada periode volatilitas tinggi, seperti pasar cryptocurrency.

Rumus perhitungan indikator Stochastic RSI dapat ditulis sebagai berikut (Corporate Finance Institute, 2023):

$$\text{StochRSI} = \frac{\text{max(RSI)} - \text{min(RSI)}}{\text{RSI} - \text{min(RSI)}}$$

Dimana:

RSI = Nilai RSI saat ini

min(RSI) = Nilai RSI terendah dalam periode pengamatan

max(RSI) = Nilai RSI tertinggi dalam periode pengamatan

Evaluasi kondisi pasar menggunakan indikator SRSI dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Jika nilai SRSI > 0,8, maka pasar berada dalam kondisi *overbought*, yang menandakan potensi sinyal jual.
2. Jika nilai SRSI < 0,2, maka pasar berada dalam kondisi *oversold*, yang menandakan potensi sinyal beli.

## 2.2.8 Parabolic Stop and Reverse (SAR)

Parabolic Stop and Reverse (PSAR) merupakan indikator tren yang dikembangkan oleh J. Welles Wilder Jr. pada tahun 1978 untuk membantu trader menentukan arah tren dan titik pembalikan harga (*trend reversal*). Indikator ini menampilkan titik-titik di atas atau di bawah grafik harga. Titik di bawah harga menunjukkan tren naik (*bullish*), sedangkan titik di atas harga menunjukkan tren turun (*bearish*) (Muis et al., 2021).

Rumus perhitungan indikator Parabolic SAR dapat ditulis sebagai berikut (*Investopedia*, 2024):

$$RPSAR = PSAR_{t-1} + [AF_{t-1} \times (EP_{t-1} - PSAR_{t-1})]$$

$$FPSAR = PSAR_{t-1} - [AF_{t-1} \times (PSAR_{t-1} - EP_{t-1})]$$

Dimana:

RPSAR = Nilai PSAR saat tren naik (*Rising PSAR*)

FPSAR = Nilai PSAR saat tren turun (*Falling PSAR*)

AF (Acceleration Factor) = Faktor percepatan yang dimulai dari 0,02 dan bertambah 0,02 setiap kali harga mencapai titik ekstrem baru (maksimum 0,2)



EP (Extreme Point) = Titik ekstrem, yaitu harga tertinggi pada tren naik atau harga terendah pada tren turun

Evaluasi arah pergerakan harga menggunakan PSAR dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Jika titik PSAR berada di bawah harga pasar, maka menandakan tren naik (*bullish*).
2. Jika titik PSAR berada di atas harga pasar, maka menandakan tren turun (*bearish*).
3. Pergeseran posisi titik dari bawah ke atas grafik harga menandakan adanya pembalikan arah tren (*reversal*).

## 2.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

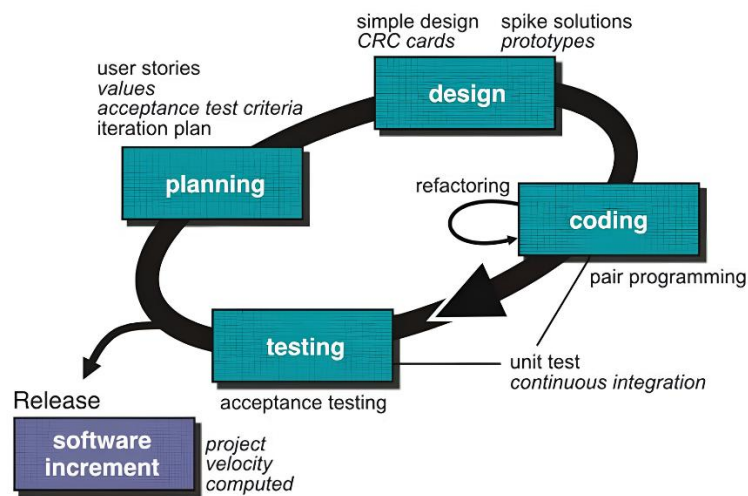
Metodologi pengembangan perangkat lunak merupakan pedoman yang digunakan sebagai acuan dalam merancang dan membangun sistem agar hasilnya sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tujuan dari metodologi ini adalah untuk mengatur alur kerja pengembangan sistem secara terstruktur, mulai dari tahap analisis kebutuhan hingga pengujian akhir. Dalam dunia rekayasa perangkat lunak, terdapat berbagai macam pendekatan seperti *Waterfall*, *Prototype*, *Rapid Application Development (RAD)*, dan *Agile Development*. Dari berbagai metode tersebut, *Agile Development* menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena bersifat fleksibel dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan sistem (Borman, Priandika, & Edison, 2020)

Salah satu cabang dari *Agile Development* yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi modern adalah Extreme Programming (XP). Metode XP dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengembangan perangkat lunak melalui iterasi singkat, komunikasi yang baik antar anggota tim, dan pengujian yang dilakukan secara berkelanjutan. Menurut Borman, Priandika, dan Edison (2020), XP merupakan metode yang cocok digunakan untuk proyek dengan kebutuhan yang cepat berubah atau tidak terdefinisi dengan jelas sejak awal. Pendekatan ini menekankan pada adaptasi yang cepat terhadap perubahan kebutuhan pengguna, tanpa mengorbankan kualitas dan kestabilan sistem. Selain itu, XP berfokus pada keterlibatan pengguna secara langsung dalam proses pengembangan agar hasil akhir benar-benar sesuai dengan kebutuhan fungsional sistem.

Dalam penelitian ini, metode XP dipilih karena karakteristiknya yang sesuai dengan sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency yang dikembangkan. Sistem ini membutuhkan proses pembaruan data yang cepat dan pengujian berulang setiap kali terjadi perubahan data atau sinyal. Dengan menggunakan metode XP, proses pengembangan sistem dapat dilakukan secara bertahap melalui siklus yang berulang (*iteratif*), di mana setiap tahap menghasilkan keluaran yang dapat segera dievaluasi dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Hal ini menjadikan XP

sangat relevan untuk pengembangan sistem berbasis data real-time seperti integrasi API Coinbase, perhitungan delapan indikator teknikal, dan pengiriman notifikasi otomatis ke Telegram.

Metode XP juga menekankan pentingnya umpan balik cepat (*rapid feedback*) dari pengguna dan tim pengembang untuk meminimalkan risiko kesalahan pada tahap akhir. Dengan iterasi yang singkat, setiap versi sistem dapat diuji dan diperbarui tanpa harus menunggu seluruh pengembangan selesai. Model ini memungkinkan peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*) dan mendukung pengembangan fitur-fitur baru berdasarkan perubahan kebutuhan atau hasil evaluasi performa sistem. Oleh karena itu, penerapan XP dalam penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan sistem yang responsif, stabil, dan akurat dalam memonitor sinyal perdagangan kripto yang sangat dinamis.



Gambar 2.2 menunjukkan tahapan utama dalam metode Extreme Programming (XP) yang terdiri atas empat fase inti, yaitu :

1. *Planning*: Tahap awal ini diawali dengan menganalisis kebutuhan bisnis yang melatarbelakangi pembuatan aplikasi. Selanjutnya, ditetapkanlah tujuan akhir (output), spesifikasi fitur-fitur, serta fungsi utama yang ingin diwujudkan dalam aplikasi. Tahap ini diakhiri dengan menyusun roadmap atau alur kerja yang jelas untuk proses pengembangan selanjutnya.
2. *Design*: Fokus pada tahap ini adalah membuat desain dasar atau blueprint untuk aplikasi. Desain ini tidak perlu rumit; cukup dengan membuat pemodelan sederhana (seperti diagram alur atau sketsa antarmuka) yang dapat menggambarkan struktur dan cara kerja aplikasi secara visual.

3. *Coding*: Pada fase ini, desain yang telah dibuat kemudian diubah menjadi sebuah program aplikasi yang nyata. Proses ini dilakukan dengan menuliskan serangkaian instruksi atau kode program menggunakan bahasa pemrograman tertentu, sehingga dapat dipahami dan dijalankan oleh komputer.
4. *Testing*: Sebelum digunakan, sistem atau aplikasi yang telah selesai dibangun harus melalui fase pengujian yang ketat. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki berbagai potensi bug, error, atau celah yang dapat mengganggu kinerja dan keandalan aplikasi.

Metode XP dinilai sesuai dengan kebutuhan penelitian ini karena mampu memfasilitasi perubahan secara cepat dan menjaga kualitas sistem. Setiap tahapan dalam metode XP dilakukan secara berulang sampai hasil yang diperoleh memenuhi standar akurasi dan performa yang diinginkan. Dengan pendekatan ini, sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency dapat dikembangkan secara efisien, adaptif terhadap perubahan data pasar, serta lebih mudah dikembangkan di masa mendatang.

## **2.6. API (Application Programming Interface)**

## **2.7. JavaScript**

## **2.8. DBMS (Database Management System)**

## **2.9. Express**

## **2.10. Cron Job**

## **2.11. Telegram**

## **2.12. Coinbase**

## **2.13. UML (Unified Modeling Language)**

## **2.14. Black Box**

## **2.15. Backtesting**

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendahuluan**

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian berjudul “*Rancang Bangun Sistem Monitoring Sinyal Perdagangan Cryptocurrency Menggunakan Kombinasi Indikator SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR pada 100 Aset Teratas di Coinbase*” disusun secara sistematis untuk menjelaskan alur perancangan dan pengembangan sistem yang dibangun. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem berbasis web yang mampu melakukan pemantauan sinyal perdagangan aset kripto secara otomatis dan real-time melalui penggabungan delapan indikator teknikal utama.

Tujuan dari metodologi ini adalah menghasilkan sistem monitoring sinyal perdagangan yang dapat membantu pengguna dalam menganalisis kondisi pasar cryptocurrency secara objektif, akurat, dan efisien. Dengan memanfaatkan kombinasi indikator SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR, sistem dirancang untuk meminimalkan potensi kesalahan analisis yang sering terjadi jika hanya mengandalkan satu indikator tunggal.

Pendekatan yang digunakan bersifat rekayasa perangkat lunak berbasis data (data-driven system development), yang menitikberatkan pada integrasi antara pengumpulan data real-time, perhitungan matematis indikator teknikal, dan penyajian hasil analisis secara visual dalam bentuk dashboard interaktif. Setiap tahap dalam penelitian ini dilakukan secara berurutan mulai dari pengumpulan dataset melalui Coinbase API, pembersihan dan penyimpanan data ke basis data PostgreSQL, perhitungan delapan indikator teknikal menggunakan algoritma numerik, penggabungan sinyal multiindikator dengan metode *majority voting*, hingga penyajian hasil dalam bentuk visualisasi grafik candlestick yang diperbarui secara real-time.

Dengan metodologi ini, sistem yang dikembangkan diharapkan tidak hanya mampu menghasilkan sinyal perdagangan yang akurat dan transparan, tetapi juga dapat digunakan secara praktis oleh pengguna sebagai alat bantu analisis teknikal dalam proses pengambilan keputusan investasi di pasar cryptocurrency.

#### **3.2 Alur Umum Penelitian**

Secara garis besar, penelitian ini terdiri atas lima tahapan utama yang saling berkaitan dan membentuk satu siklus sistem yang berjalan secara otomatis. Tahapan pertama adalah

pengumpulan dataset harga aset kripto yang diperoleh secara langsung dari Coinbase API. Data yang dikumpulkan mencakup informasi *candlestick* yang terdiri atas waktu, harga pembukaan, harga tertinggi, harga terendah, harga penutupan, serta volume transaksi. Proses ini dilakukan secara terjadwal setiap satu jam untuk memastikan sistem selalu menggunakan data terbaru yang sesuai dengan kondisi pasar terkini.

Tahap kedua adalah pembersihan dan penyimpanan data ke dalam basis data PostgreSQL. Data yang diperoleh dari API terlebih dahulu melalui proses *data preprocessing* untuk menghilangkan duplikasi, menyesuaikan format waktu, dan memastikan konsistensi nilai harga sebelum disimpan ke dalam database menggunakan Prisma ORM. Proses ini penting agar data yang digunakan dalam perhitungan indikator memiliki kualitas yang baik dan bebas dari kesalahan.

Tahap berikutnya adalah perhitungan delapan indikator teknikal berdasarkan data historis harga yang telah disimpan sebelumnya. Masing-masing indikator dihitung menggunakan algoritma matematis sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada Bab II. Hasil perhitungan indikator ini kemudian digunakan untuk menghasilkan sinyal awal yang merepresentasikan kondisi pasar, seperti tren naik, tren turun, atau kondisi jenuh beli maupun jenuh jual.

Setelah semua indikator selesai dihitung, sistem melanjutkan ke tahap keempat, yaitu penggabungan hasil indikator menjadi satu sinyal akhir menggunakan metode *majority voting*. Dalam tahap ini, setiap indikator memberikan satu keputusan berupa sinyal beli, jual, atau netral. Sinyal akhir ditentukan berdasarkan hasil suara terbanyak dari delapan indikator yang digunakan. Pendekatan ini dipilih karena mudah diinterpretasikan dan memberikan transparansi dalam proses pengambilan keputusan.

Tahapan terakhir adalah visualisasi sinyal perdagangan secara real-time melalui dashboard berbasis React.js. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik *candlestick* dan tabel sinyal, sehingga pengguna dapat memantau pergerakan harga serta sinyal perdagangan dengan mudah. Dashboard ini terhubung langsung dengan server backend melalui REST API, yang diperbarui secara otomatis setiap lima detik menggunakan *polling* data dari TanStack Query, sehingga pengguna selalu mendapatkan informasi terkini tanpa perlu melakukan pemuatan ulang halaman. Secara keseluruhan, alur penelitian ini membentuk satu siklus pemrosesan yang berjalan secara kontinu setiap kali candle baru terbentuk. Proses tersebut memungkinkan sistem untuk memantau

pasar cryptocurrency secara real-time dan menghasilkan sinyal perdagangan yang selalu diperbarui sesuai dinamika pasar.



Gambar 3.1 menjelaskan tentang tahapan proses yang dilakukan oleh sistem mulai dari pengambilan data aset kripto melalui API Coinbase, dilanjutkan dengan proses pembersihan dan penyimpanan data ke dalam basis data PostgreSQL, hingga perhitungan delapan indikator teknikal. Selanjutnya, sistem menggabungkan hasil indikator menggunakan metode *majority voting* untuk menghasilkan sinyal akhir yang kemudian divisualisasikan ke dalam dashboard berbasis React.js. Alur tersebut menunjukkan bahwa sistem bekerja secara otomatis dan terstruktur dalam satu siklus analisis yang berulang setiap satu jam, menyesuaikan pembentukan *candlestick* baru pada data pasar kripto.

### 3.3 Pengumpulan Dataset

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan Coinbase REST API yang menyediakan akses terbuka terhadap data harga aset kripto dalam bentuk *candlestick (OHLCV)*, meliputi nilai pembukaan (*open*), penutupan (*close*), tertinggi (*high*), terendah (*low*), dan volume transaksi (*volume*). Setiap aset direpresentasikan sebagai pasangan terhadap USD, misalnya BTC-USD, ETH-USD, hingga 100 aset teratas berdasarkan kapitalisasi pasar.

Data diambil menggunakan *endpoint* `/products/{symbol}/candles?granularity=3600`, yang berarti sistem mengambil data per satu jam untuk setiap aset. Pengambilan dilakukan menggunakan pustaka Axios dalam lingkungan Node.js, dengan hasil respon disimpan sementara dalam format JSON sebelum dimasukkan ke basis data. Dataset dikumpulkan mulai 1 Oktober

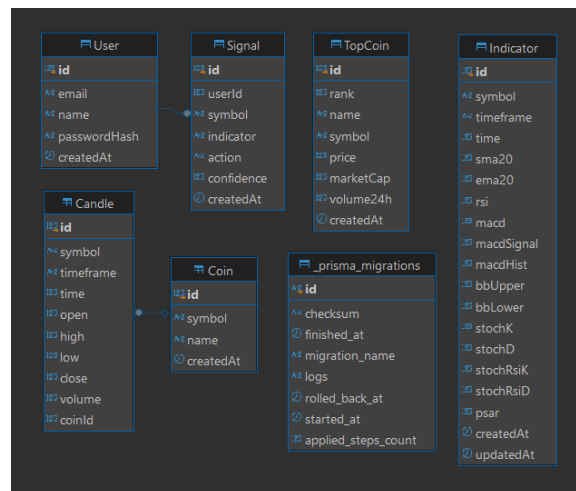
2020 hingga periode berjalan, sehingga penelitian mencakup lebih dari empat tahun data harga aset kripto untuk memastikan kestabilan hasil analisis.

Proses pengumpulan dilakukan secara otomatis melalui scheduler (cron job) agar data selalu diperbarui setiap kali candle baru terbentuk. Pendekatan ini memastikan sistem mampu melakukan analisis secara real-time, menyesuaikan dinamika pasar yang terus berubah setiap jamnya.

### 3.4 Pembersihan dan Penyimpanan Data

Data hasil pengambilan dari API sering kali mengandung nilai kosong, duplikasi, atau perbedaan format. Oleh karena itu, dilakukan tahap data preprocessing untuk memastikan kualitas dan keakuratan dataset sebelum digunakan dalam perhitungan indikator. Proses pembersihan meliputi validasi struktur data, penghapusan duplikasi, serta normalisasi nilai harga ke format desimal dua digit. Selain itu, zona waktu seluruh data dikonversi dari UTC ke WIB agar konsisten dengan konteks pengguna di Indonesia.

Data yang telah bersih disimpan ke dalam PostgreSQL melalui Prisma ORM. Dua tabel utama digunakan dalam penyimpanan data, yaitu tabel coin untuk menyimpan identitas aset kripto (nama, simbol, status perdagangan) dan tabel candle untuk menyimpan data harga per jam (time, open, high, low, close, volume). Penyimpanan ini dirancang agar efisien dan mudah diakses untuk pemrosesan lanjutan oleh sistem.



Gambar 3.2 menjelaskan tentang hubungan antar tabel utama yang membentuk basis data sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency. Basis data ini terdiri atas tujuh entitas utama, yaitu Coin, Candle, Indicator, TopCoin, Signal, User, dan \_prisma\_migrations\_. Tabel Coin berfungsi sebagai tabel induk yang menyimpan informasi dasar aset kripto, seperti id,

symbol, dan name. Setiap data pada tabel ini memiliki relasi one-to-many (1-∞) terhadap tabel Candle, karena satu aset kripto dapat memiliki banyak data harga (*candlestick*) untuk setiap periode waktu. Tabel Candle menyimpan informasi harga pembukaan (*open*), tertinggi (*high*), terendah (*low*), penutupan (*close*), volume transaksi, serta waktu (*time* dan *timeframe*) yang direlasikan ke Coin melalui kolom coinId.

Selanjutnya, tabel Indicator menyimpan hasil perhitungan dari delapan indikator teknikal utama, yaitu SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR. Kolom seperti sma20, ema20, rsi, macd, macdSignal, bbUpper, bbLower, stochK, stochD, stochRsiK, stochRsiD, dan psar merepresentasikan nilai dari setiap indikator yang dihitung berdasarkan data harga pada tabel Candle. Tabel ini memiliki relasi tidak langsung dengan Coin melalui atribut symbol, karena setiap indikator dihasilkan dari data harga aset tertentu.

Tabel TopCoin digunakan untuk menyimpan data 100 aset kripto dengan kapitalisasi pasar tertinggi berdasarkan hasil *fetch* dari Coinbase API, meliputi kolom rank, name, symbol, price, marketCap, dan volume24h. Data ini mendukung proses pemilihan aset yang akan dimonitor oleh sistem. Tabel Signal menyimpan hasil akhir dari proses kombinasi multiindikator dalam bentuk sinyal perdagangan, yang terdiri atas kolom indicator, action, dan confidence. Relasi dengan tabel User dibangun melalui atribut userId, yang menunjukkan bahwa setiap sinyal dapat dikaitkan dengan pengguna tertentu jika sistem dikembangkan ke arah multiuser atau integrasi notifikasi.

Tabel User sendiri menyimpan data pengguna seperti email, name, dan passwordHash, serta tanggal pembuatan akun (createdAt). Sedangkan tabel `_prisma_migrations_` merupakan tabel internal yang otomatis dihasilkan oleh Prisma ORM untuk mencatat riwayat migrasi skema database selama proses pengembangan sistem.

Struktur basis data ini dirancang agar fleksibel, terintegrasi, dan efisien dalam menangani data real-time yang diperoleh dari API. Relasi yang jelas antara tabel-tabel utama memastikan bahwa setiap data harga, indikator, dan sinyal perdagangan dapat diakses dan dianalisis secara cepat serta terstruktur, sehingga mendukung keseluruhan proses sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency secara otomatis.

### **3.5 Perhitungan Indikator Teknikal**

Tahap berikutnya adalah perhitungan delapan indikator teknikal yang digunakan untuk menganalisis tren, momentum, dan volatilitas harga. Setiap indikator dihitung berdasarkan rumus



matematis yang telah dibahas pada Bab II dan diimplementasikan dalam modul JavaScript tersendiri agar lebih modular dan terpisah secara logis.

Modul-modul yang digunakan antara lain:

- sma.js untuk menghitung rata-rata harga sederhana,
- ema.js untuk perhitungan rata-rata eksponensial,
- rsi.js untuk mengukur kekuatan momentum harga,
- macd.js untuk mendeteksi konvergensi dan divergensi tren,
- bollinger.js untuk mengukur volatilitas pasar,
- stochastic.js untuk mendeteksi area jenuh beli/jual,
- stochrsi.js untuk meningkatkan sensitivitas momentum,
- parabolic.js untuk menentukan titik pembalikan tren (reversal).

Perhitungan indikator dilakukan setiap kali candle baru terbentuk dan disimpan kembali ke tabel indicators. Sistem menggunakan algoritma asinkron agar semua indikator dapat dihitung secara paralel, meningkatkan efisiensi pemrosesan.

### **3.6 Kombinasi Multiindikator**

Delapan indikator teknikal yang telah dihitung selanjutnya digabung untuk menghasilkan sinyal perdagangan akhir. Penggabungan dilakukan dengan pendekatan majority voting, di mana setiap indikator memberikan satu sinyal: BUY, SELL, atau NEUTRAL. Jika mayoritas indikator menunjukkan sinyal beli, maka sistem mengeluarkan keputusan BUY; jika mayoritas menunjukkan jual, maka sistem menghasilkan sinyal SELL.

Selain itu, diterapkan juga logika strong consensus, yakni ketika seluruh indikator memberikan sinyal yang sama. Kondisi ini ditandai sebagai STRONG BUY atau STRONG SELL, menandakan keyakinan yang tinggi terhadap arah pasar. Pendekatan ini lebih mudah dipahami pengguna karena berbasis aturan (*rule-based system*), bukan model *machine learning black box*, sehingga pengguna dapat melihat alasan di balik keputusan yang dihasilkan sistem.



Gambar 3.3 menggambarkan proses penggabungan delapan indikator teknikal untuk menghasilkan sinyal akhir menggunakan metode *majority voting*. Proses dimulai dari data candle yang diambil secara real-time dari API Coinbase, kemudian dilakukan perhitungan delapan indikator teknikal, yaitu SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR.

Setiap indikator menghasilkan sinyal individu berupa BUY, SELL, atau HOLD berdasarkan kondisi pasar. Seluruh sinyal ini kemudian dibandingkan pada tahap proses majority voting. Jika jumlah sinyal BUY lebih banyak daripada SELL, maka sistem menghasilkan sinyal akhir BUY. Sebaliknya, jika jumlah sinyal SELL lebih banyak daripada BUY, maka sistem menghasilkan sinyal SELL. Jika jumlah keduanya sama, maka sistem menetapkan sinyal NEUTRAL.

Pendekatan ini menjadikan sistem lebih adaptif dan transparan karena keputusan akhir diambil berdasarkan keseimbangan sinyal dari seluruh indikator yang aktif. Dengan demikian, hasil analisis yang diberikan mencerminkan kondisi pasar secara lebih realistis dan membantu pengguna dalam mengambil keputusan perdagangan secara objektif.

### 3.7 Visualisasi dan Monitoring Real-Time

Setelah sinyal akhir diperoleh, tahap selanjutnya adalah menampilkan hasil analisis ke dalam dashboard web interaktif. Antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan React.js dengan bantuan Tailwind CSS agar tampilan responsif dan mudah digunakan.

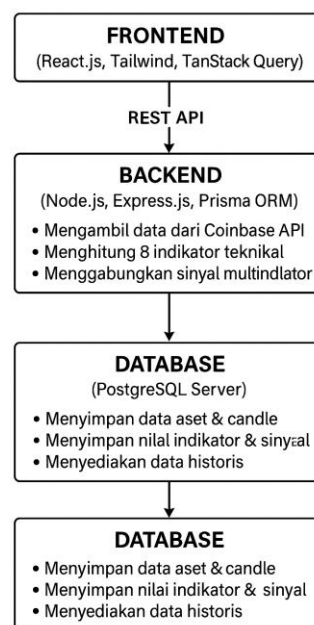
Dashboard terdiri dari tiga elemen utama:

1. Grafik Candlestick – menampilkan pergerakan harga serta overlay indikator seperti EMA, Bollinger Bands, dan Parabolic SAR menggunakan Lightweight Charts.
2. Signal Summary Table – menampilkan status terkini dari masing-masing indikator serta hasil kombinasi multiindikator.
3. Market Overview Panel – menampilkan daftar 100 aset teratas dengan sinyal terakhir dan perubahan harga 24 jam.

Komunikasi antara backend dan frontend menggunakan REST API dengan endpoint seperti `/api/marketcap`, `/api/candles`, dan `/api/signals`. Pembaruan data dilakukan otomatis setiap lima detik menggunakan TanStack Query agar pengguna selalu melihat kondisi pasar terkini tanpa perlu melakukan *refresh* halaman.

### 3.8 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem penelitian ini mengikuti model **three-tier architecture**, yang terdiri atas lapisan **frontend**, **backend**, dan **database**. Lapisan-lapisan ini berinteraksi melalui REST API sehingga sistem mudah diperluas dan dipelihara.



Gambar 3.4 menjelaskan rancangan arsitektur sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency yang dikembangkan pada penelitian ini. Sistem dirancang menggunakan model tiga lapisan (three-tier architecture) yang terdiri dari lapisan frontend, backend, dan database, di

mana setiap lapisan memiliki fungsi dan tanggung jawab yang berbeda namun saling terintegrasi melalui komunikasi berbasis REST API.

Lapisan pertama adalah Frontend, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Lapisan ini dibangun menggunakan React.js, dengan dukungan Tailwind CSS untuk tampilan yang responsif dan TanStack Query untuk mekanisme pembaruan data otomatis setiap lima detik. Frontend menampilkan data pasar dalam bentuk grafik candlestick, daftar sinyal perdagangan, serta status masing-masing indikator teknikal secara real-time. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan analisis visual terhadap kondisi pasar secara langsung tanpa perlu memuat ulang halaman.

Lapisan kedua adalah Backend, yang berperan sebagai pusat logika bisnis dan pengolahan data. Backend dikembangkan menggunakan Node.js dengan framework Express.js, serta memanfaatkan Prisma ORM untuk menghubungkan aplikasi dengan basis data PostgreSQL. Lapisan ini bertanggung jawab untuk mengambil data harga dari Coinbase API, melakukan perhitungan delapan indikator teknikal (SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands, Stochastic Oscillator, Stochastic RSI, dan Parabolic SAR), menggabungkan hasil perhitungan tersebut menjadi sinyal akhir menggunakan metode majority voting, serta menyediakan endpoint REST API yang dapat diakses oleh frontend. Backend juga memastikan agar proses pemrosesan data dilakukan secara efisien dan asinkron untuk menjaga kinerja sistem saat menerima pembaruan data berkelanjutan.

Lapisan ketiga adalah Database, yang menggunakan sistem manajemen basis data PostgreSQL Server. Basis data ini digunakan untuk menyimpan seluruh informasi penting dalam sistem, termasuk data aset kripto, data candlestick harga per jam, hasil perhitungan indikator teknikal, serta sinyal perdagangan yang dihasilkan. Struktur tabel dirancang agar relasional dan efisien, sehingga setiap data harga dapat dikaitkan langsung dengan aset kriptonya. Selain itu, database juga berfungsi sebagai repositori historis yang memungkinkan sistem untuk melakukan analisis jangka panjang terhadap pergerakan harga dan performa indikator.

Secara keseluruhan, arsitektur tiga lapisan ini memastikan sistem dapat beroperasi secara modular, terdistribusi, dan mudah dikembangkan di masa depan. Komunikasi yang jelas antar lapisan melalui REST API memungkinkan pemisahan tanggung jawab antara logika bisnis,

penyimpanan data, dan antarmuka pengguna, sehingga sistem menjadi lebih terstruktur, stabil, serta mudah dalam proses pemeliharaan dan pengembangan lanjutan.

### **3.9 Lingkungan Pengembangan**

Penelitian ini dikembangkan menggunakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk mendukung proses pengembangan sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency secara optimal. Lingkungan pengembangan dipilih berdasarkan pertimbangan efisiensi komputasi, kompatibilitas terhadap teknologi web modern, serta kemudahan integrasi antar komponen sistem.

Dari sisi perangkat keras, penelitian ini menggunakan laptop ASUS VivoBook 14 yang dilengkapi dengan prosesor AMD Ryzen 5, memori RAM sebesar 16 GB, dan penyimpanan SSD berkapasitas 512 GB. Spesifikasi tersebut mampu menunjang proses komputasi intensif seperti perhitungan matematis delapan indikator teknikal, pengolahan data real-time dari API Coinbase, serta proses rendering grafik secara simultan pada antarmuka pengguna. Kinerja prosesor multi-core juga memungkinkan eksekusi tugas asinkron dalam lingkungan Node.js berjalan dengan lancar tanpa terjadi bottleneck.

Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 11 (64-bit), dipilih karena memiliki kompatibilitas tinggi terhadap pustaka pengembangan modern seperti Node.js, PostgreSQL, dan Visual Studio Code, serta mendukung berbagai utilitas pengujian seperti Postman dan DBeaver. Dari sisi perangkat lunak, pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan full-stack JavaScript, yang memanfaatkan satu bahasa pemrograman utama untuk seluruh lapisan sistem agar pengembangan lebih efisien dan konsisten. Komponen utama yang digunakan meliputi:

1. **Node.js v22.0.0**

Digunakan sebagai lingkungan eksekusi JavaScript pada sisi server (backend). Node.js dipilih karena kemampuannya dalam menangani proses asynchronous dan event-driven, yang sangat penting untuk mengelola pengambilan data real-time dari Coinbase API.

2. **Express.js**

Framework backend yang digunakan untuk membangun RESTful API yang menghubungkan sistem dengan frontend. Express.js memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengaturan rute, middleware, serta integrasi dengan ORM (Prisma).

3. **React.js + Vite**

Digunakan pada sisi frontend untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif, dinamis, dan ringan. React.js memungkinkan pembaruan data secara efisien tanpa harus memuat ulang seluruh halaman, sementara Vite mempercepat proses *bundling* dan *hot reload* selama pengembangan.

#### 4. **Tailwind CSS**

Framework CSS yang digunakan untuk membangun desain antarmuka yang modern, responsif, dan konsisten tanpa perlu menulis banyak kode CSS manual. Tailwind mempermudah penyesuaian tampilan dashboard agar tetap ringan dan profesional.

#### 5. **PostgreSQL**

Digunakan sebagai sistem manajemen basis data relasional untuk menyimpan data aset kripto, data *candlestick*, nilai hasil perhitungan indikator teknikal, serta sinyal perdagangan. PostgreSQL dipilih karena kestabilannya, dukungan transaksi ACID, dan kemampuan menangani data berskala besar secara efisien.

#### 6. **Prisma ORM**

Digunakan untuk mempermudah interaksi antara backend dan basis data PostgreSQL. Prisma menyediakan abstraksi berbasis model skema yang memudahkan proses migrasi, pembaruan data, serta menjaga konsistensi antar tabel seperti Coin, Candle, Indicator, dan Signal.

#### 7. **Axios**

Digunakan untuk melakukan permintaan HTTP ke Coinbase API dalam pengambilan data aset kripto secara real-time. Pustaka ini dipilih karena mendukung fitur *timeout control*, *error handling*, dan kompatibel dengan sistem asynchronous Node.js.

#### 8. **Lightweight Charts**

Merupakan pustaka visualisasi yang digunakan untuk menampilkan grafik *candlestick* pada dashboard frontend. Library ini dipilih karena kemampuannya menampilkan data pasar dalam format interaktif dengan performa tinggi dan ukuran file yang ringan.

Selain komponen utama tersebut, pengembangan sistem juga menggunakan beberapa alat pendukung seperti Postman untuk pengujian endpoint API, DBeaver untuk manajemen basis data, serta Visual Studio Code sebagai *code editor utama*. Seluruh komponen ini terintegrasi dalam satu ekosistem pengembangan yang stabil, cepat, dan mudah dikonfigurasi.

Untuk proses *deployment* dan pengujian produksi, sistem dirancang agar kompatibel dengan layanan hosting modern seperti Vercel, Render, atau Railway, yang mendukung teknologi berbasis Node.js dan PostgreSQL. Dengan konfigurasi ini, sistem dapat dijalankan secara daring tanpa memerlukan infrastruktur server fisik tambahan.

Secara keseluruhan, lingkungan pengembangan yang digunakan pada penelitian ini telah dirancang agar mendukung kebutuhan sistem monitoring sinyal perdagangan yang bersifat real-time, modular, dan efisien. Integrasi penuh antara komponen perangkat keras dan perangkat lunak memungkinkan sistem berjalan stabil, meminimalkan latensi data, serta mempermudah proses pemeliharaan dan pengembangan di masa mendatang.

Berdasarkan seluruh tahapan metodologi di atas, sistem monitoring sinyal perdagangan cryptocurrency yang dibangun pada penelitian ini memanfaatkan alur pengembangan berbasis data real-time dengan integrasi API. Proses dimulai dari pengumpulan data dari Coinbase, pembersihan dan penyimpanan ke dalam database, perhitungan delapan indikator teknikal, penggabungan sinyal dengan logika mayoritas, dan penyajian hasil analisis ke dashboard web. Dengan desain arsitektur modular dan alur proses otomatis, sistem ini diharapkan mampu memberikan hasil analisis yang akurat, efisien, serta dapat menjadi fondasi pengembangan sistem perdagangan otomatis di masa depan.