

ALGORITHMIC TRADING DENGAN STRATEGI MENGIKUTI TREND MENGUNAKAN EXPONENTIAL MOVING AVERAGE DAN STOCHASTIC OSCILLATOR

Ahmad Juniar^{1,2*}; Asep Juarna¹

Program Studi Magister Manajemen Sistem Informasi¹
Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia¹
<http://www.gunadarma.ac.id>¹

Program Studi Sistem Informasi Industri Otomotif²
Politeknik STMI Jakarta, Indonesia²
<http://www.stmi.ac.id>²
ahmadjuniar@stmi.ac.id^{2*}

(*) Corresponding Author



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional.

Abstract— The restrictions on social interactions during the COVID-19 pandemic encouraged many individuals to seek alternative sources of income. Advances in information technology have enabled investors to participate in financial markets through online platforms. According to data from the Indonesian Central Securities Depository (KSEI), the number of capital market investors in Indonesia increased significantly between 2000 and 2022. Algorithmic trading refers to a systematic trading approach in which computer algorithms are utilized to generate trading signals and execute market orders automatically according to predefined trading rules. This approach employs technical analysis to forecast asset or commodity prices using historical price and trading volume data. This study develops an algorithmic trading system for cocoa futures, a commodity traded on the Intercontinental Exchange (ICE) New York and ICE London. The proposed model incorporates two technical indicators, namely the Exponential Moving Average (EMA) and the Stochastic Oscillator. The trading system was implemented using the MQL5 programming language on the MetaTrader 5 platform. Historical cocoa price data covering the period from 2024 to 2025 were obtained from Dukascopy Bank SA, a Swiss banking institution. The experimental results show that the proposed system achieved a win rate of 42.59% and a profit factor of 1.63, while maintaining a maximum drawdown of only 8.52%, indicating a relatively low level of risk. Furthermore, the equity curve exhibited consistent growth and the histogram analysis demonstrated stable performance across most trading days. Based on established performance metrics, the proposed system is considered viable and sufficiently robust, as it successfully withstands multiple market cycles.

Keywords: Algorithmic Trading, Cocoa Commodity Trading, Exponential Moving Average, Stochastic Oscillator, Technical Analysis.

Abstrak— Pembatasan interaksi selama pandemi COVID-19, membuat banyak orang mencari alternatif tambahan penghasilan. Kemajuan teknologi informasi memungkinkan seseorang berinvestasi secara *online*. Menurut data KSEI, terjadi lonjakan investor pasar modal di Indonesia secara signifikan antara tahun 2000 sampai 2022. *Algorithmic trading* merupakan pendekatan perdagangan yang memanfaatkan algoritma komputer untuk menghasilkan sinyal dan mengeksekusi transaksi secara otomatis berdasarkan aturan yang telah ditetapkan. *Algorithmic trading* memanfaatkan *technical analysis* untuk memprediksi harga aset atau komoditas berdasarkan data harga dan volume perdagangan masa lalu. Komoditas kakao diperdagangkan di bursa berjangka *Intercontinental Exchange* (ICE) New York dan ICE London. Dua indikator yang digunakan pada penelitian ini adalah *exponential moving average* (EMA) dan *stochastic oscillator*. *Algorithmic trading* dikembangkan dengan bahasa MQL5 pada *platform* Metatrader 5. Untuk

menguji model dari tahun 2024 sampai 2025, data harga kakao diperoleh dari Dukascopy Bank SA, sebuah institusi perbankan di Swiss. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memperoleh *win rate* sebesar 42.59%, *profit factor* sebesar 1.63. Sedangkan *maximum drawdown* sebesar 8.52 % yang menunjukkan sistem memiliki tingkat risiko yang rendah. Grafik *equity* menunjukkan pertumbuhan yang konsisten serta grafik histogram menunjukkan kinerja yang stabil pada hampir semua hari. Berdasarkan standar ukuran kinerja, sistem dinyatakan layak dan cukup tangguh karena mampu melewati beberapa siklus pasar yang ada.

Kata kunci: *Perdagangan Algoritmik, Perdagangan Komoditas Kakao, Rata-Rata Bergerak Eksponensial, Osilator Stokastik, Analisis Teknis.*

PENDAHULUAN

Keterbatasan mobilitas serta berkurangnya pengeluaran untuk konsumsi non-esensial selama pandemi Covid-19, mendorong masyarakat mengalihkan dana ke investasi. Digitalisasi juga mempermudah pembukaan rekening investasi secara *online*, sehingga akses terhadap pasar keuangan menjadi semakin luas. Menurut Data PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI), terjadi peningkatan jumlah investor saham menjadi hampir 3 kali lipat, dari 1,6 juta pada tahun 2020 menjadi 4 juta pada pertengahan 2022 (KSEI, 2022). *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC) Amerika Serikat melaporkan bahwa volume perdagangan pasar derivatif yang dilakukan oleh investor ritel pada *futures market* meningkat sekitar 50% dibandingkan periode sebelum pandemi, menunjukkan semakin besarnya minat investor individu terhadap instrumen perdagangan komoditas berjangka (*Futures Industry Association*, 2023).

Salah satu instrumen yang diperdagangkan secara aktif di *futures market* adalah komoditas kakao. Komoditas kakao adalah bahan dasar produk coklat yang diperdagangkan di dua bursa berjangka komoditas, yaitu ICE (Intercontinental Exchange) New York dan ICE London (Ice.com, 2025). Kontrak berjangka kakao di bursa ICE terbentuk berdasarkan hasil perkebunan kakao yang tersebar di berbagai negara. Indonesia dan Malaysia merupakan produsen kakao terbesar untuk wilayah Asia. Setiap 1 lot perdagangan mewakili 10 metrik metrik ton (Ice.com, 2025). Dari bulan Januari 2024 sampai Desember 2025, harga 1 lot kakao bergerak di kisaran USD 4,000 sampai USD 12,000. Adanya volatilitas harga pada komoditas kakao, memberikan peluang bagi perusahaan perkebunan kakao, produsen makanan coklat, eksportir, bahkan *trader* untuk memperoleh keuntungan dari pergerakan harga ini.

Analisis fundamental memberikan pemahaman yang dalam tentang nilai intrinsik suatu perusahaan, aset atau komoditas. Analisis fundamental sangat penting dalam strategi investasi jangka panjang. Namun demikian, analisis

teknikal menawarkan beberapa keunggulan. *Technical analysis* melakukan prediksi pergerakan pasar berdasarkan data harga dan volume perdagangan masa lalu sehingga memungkinkan pedagang mengidentifikasi tren atau pola yang mungkin berulang dari waktu ke waktu (Skott-Myhre, 2022). Studi empiris menunjukkan bahwa *technical analysis* cocok digunakan pada strategi perdagangan jangka pendek (Ding et al., 2023) (Ghanem et al., 2024).

Technical analysis dapat diimplementasikan dalam bentuk *algorithmic trading*. *Algorithmic trading* merupakan pendekatan perdagangan yang memanfaatkan algoritma komputer untuk menghasilkan sinyal dan mengeksekusi transaksi perdagangan secara otomatis. *Algorithmic trading* menggunakan berbagai pendekatan pemodelan, mulai dari strategi berbasis aturan (*rule-based*) yang menerapkan aturan berdasarkan model matematis, atau pengetahuan pakar, hingga pendekatan berbasis data seperti model statistik dan machine learning (Shavandi & Khedmati, 2022) (Loh et al., 2022). Pada pendekatan *machine learning*, algoritma memanfaatkan data historis untuk mempelajari pola dan hubungan dalam data serta mengintegrasikannya ke dalam keputusan *trading*.

Analisis tren merupakan teknik dalam analisis teknikal yang digunakan untuk memprediksi arah pergerakan harga berdasarkan data historis. Secara umum, terdapat tiga jenis tren pasar yaitu *uptrend* (tren naik), *downtrend* (tren turun) serta *sideways*. Salah satu prinsip *dow theory* menyatakan bahwa tren akan berlanjut sampai ada bukti pembalikan arah yang jelas. Sejarah menunjukkan bahwa pasar umumnya mempertahankan pergerakan arah yang konsisten dalam jangka panjang, baik tren naik atau tren turun. Penelitian menunjukkan bahwa *trading* dengan cara mengikuti tren akan menghasilkan menguntungkan (Takada & Kitajima, 2022) (Zakamulin & Giner, 2022).

Tren harga sebenarnya tidak bergerak dalam garis lurus, namun bergerak zig-zag dan berhenti sejenak untuk konsolidasi. Indikator *moving average* (MA) dapat menjadi alat untuk menyaring

noise dan mengabaikan pembalikan harga yang sifatnya kecil dan sementara (Rink, 2023). MA adalah salah satu indikator populer untuk memprediksi arah tren. Jika harga pasar di atas MA maka hal tersebut menjadi tanda area pembelian karena kondisi pasar dalam posisi *uptrend*, begitu juga sebaliknya. Terdapat beberapa versi dari metode *moving average*. SMA (*simple moving average*) banyak digunakan karena kesederhanaan. SMA dihitung dengan cara mengambil rata-rata sejumlah harga masa lalu. EMA (*exponential moving average*) juga populer karena kemampuannya untuk bereaksi lebih cepat terhadap perubahan harga, yang bermanfaat dalam pasar yang bergejolak atau digunakan pada timeframe yang lebih pendek (Ojha & Saxena, 2023).

Moving average adalah *lagging indicator*, artinya indikator mengikuti harga berdasarkan data historis dan cenderung lambat merespon perubahan harga yang cepat atau tiba-tiba (Takada & Kitajima, 2022). *Moving average* juga tidak efektif untuk digunakan pada pasar yang sedang *sideways* karena harga beresilasi naik turun di sekitar garis *moving average*. Hal ini menyebabkan frekuensi *trading* meningkat yang dapat menambah biaya komisi atau bahkan menghasilkan kerugian dalam *trading* (Takada & Kitajima, 2022). Stochastic Oscillator merupakan indikator momentum yang dapat memberikan indikasi awal terhadap perubahan momentum dan potensi pembalikan arah harga. Perubahan momentum yang teridentifikasi melalui oscillator dapat terjadi sebelum perubahan arah harga menjadi lebih jelas (Kaufman, 2019). Indikator ini beresilasi di kisaran nilai antara 0 sampai 100. *Stochastic oscillator* mengasumsikan bahwa pasar bersifat siklus yaitu naik turun dan bergerak di antara kondisi *overbought* (jenuh beli) dan *oversold* (jenuh jual) (Paik et al., 2024). Ambang batas *overbought* terjadi, jika nilai di atas 80 dan *oversold* terjadi, jika nilai di bawah 20. Sinyal yang dihasilkan oleh *stochastic oscillator* cenderung muncul dengan frekuensi yang tinggi. Kondisi ini dapat meningkatkan kemungkinan terbentuknya *false signal*, yang berpotensi menimbulkan kerugian dalam aktivitas *trading*. (Islam & Kapinchev, 2024) (George et al., 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan penggunaan metode *moving average* dan *stochastic oscillator* dalam *algorithmic trading*. (Zulkifli et al., 2024) menggunakan metode gabungan *linear weighted moving average* (LWMA) dan *stochastic oscillator* pada perancangan *strategi algorithmic trading* untuk pasar *gold* di platform Meta Trader 5. (Aycel & Santur, 2022) menerapkan metode *hybrid moving average* dalam *algorithmic*

trading untuk memprediksi pergerakan index saham Turki. (Tanwar & Raboaca, 2022) menggunakan *stochastic neural networks* dalam strategi *algorithmic trading* di *market cryptocurrency*. (Paik et al., 2024) menggunakan metode *stochastic oscillator* dan *williams %R* serta indikator volume pada index saham S&P500. (Day et al., 2023) menemukan fakta bahwa penerapan *Stochastic Oscillator Indicator* (SOI) dan *Relative Strength Index* (RSI) pada indeks Dow Jones 30 dan NASDAQ 100 menghasilkan *cumulative abnormal returns* (CARs) yang lebih tinggi pada kuartal keempat dibandingkan kuartal pertama hingga ketiga. Sedangkan (Abudy et al., 2024) menunjukkan bahwa jarak antara *short-term* dan *long-term moving average* memiliki kemampuan prediktif terhadap *future returns* pada 92 pasar saham internasional dan dapat dimanfaatkan sebagai informasi dalam strategi *market timing*.

Berdasarkan *literatur review*, kombinasi indikator *exponential moving average* (EMA) dan *stochastic oscillator* diusulkan dalam perancangan *algorithmic trading* pada komoditas kakao. Strategi mengikuti tren akan digunakan dalam penelitian ini karena kemampuan indikator *moving average* untuk mendeteksi tren pasar, baik *uptrend* maupun *downtrend*. Penelitian ini menggunakan model EMA (*exponential moving average*) karena kemampuannya yang bereaksi lebih cepat pada perubahan harga. Indikator *stochastic oscillator* hanya bekerja pada kondisi *uptrend* atau *downtrend* dengan sinyal *open position* terjadi ketika garis *stochastic K* memotong garis *stochastic D*, baik ke arah atas (*cross up*) atau bawah (*cross down*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan eksperimental. Pendekatan kuantitatif diterapkan karena penelitian berfokus pada pengukuran kinerja strategi perdagangan secara numerik melalui berbagai indikator evaluasi, yaitu *win rate*, *profit factor*, dan *drawdown*. Sementara itu, pendekatan eksperimental digunakan karena penelitian melibatkan pengujian strategi perdagangan terhadap data historis untuk menganalisis pengaruh penggunaan indikator teknikal terhadap kinerja *algorithmic trading* yang dikembangkan.

Pengumpulan Data

Data perdagangan komoditas kakao diperoleh dari Dukascopy Bank SA, sebuah institusi perbankan dan broker perdagangan yang berasal dari negara Swiss. Dukascopy Bank SA dikenal di dunia keuangan internasional terutama dalam

bidang *foreign exchange*, komoditas, dan CFD (*contract for different*) (Dukascopy Bank SA, 2025). Dukascopy menyediakan *tick data* historis yang berisi ratusan pasangan mata uang dan komoditas serta instrumen keuangan lainnya. Dukascopy Bank SA telah terregulasi oleh Swiss *Financial Market Supervisory Authority* yaitu otoritas pengawas keuangan di negara Swiss. Data dari Dukascopy bersifat gratis dan terbuka untuk umum, serta dapat digunakan oleh peneliti, analis, maupun pengembang *algorithmic trading*.

Tick data adalah detail data harga yang mencatat setiap perubahan harga yang terjadi di pasar. Setiap tick mencatat: a) Waktu dalam *timestamp* dengan presisi milidetik, b) harga *bid* dan *ask*, serta c) volume jika tersedia. Tabel 1 menunjukkan *tick data* sebanyak 133 kali yang menunjukkan perubahan harga komoditas kakao pada tanggal 2 Januari 2024 mulai jam 10:01 sampai 10:15.

Tabel 1. *Tick Data* Harga Komoditas Kakao

No.	Waktu	Bid	Ask
1	2024.01.02 10:01:01.279	4,225	4,231
2	2024.01.02 10:01:06.725	4,226	4,231
3	2024.01.02 10:01:07.878	4,226	4,232
.	.	.	.
111	2024.01.02 10:15:45.855	4,217	4,222
112	2024.01.02 10:15:48.008	4,217	4,223
113	2024.01.02 10:15:49.060	4,217	4,222

Sumber: (Dukascopy Bank SA, 2025)

Untuk mengambil data historis komoditas kakao dari Dukascopy Bank SA, digunakan *software* QuantDataManager. QuantDataManager adalah sebuah aplikasi alat bantu dari Strategy Quant, yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh, mengkonversi, dan mengeksport data historis suatu komoditas untuk kebutuhan *back testing* atau analisis kuantitatif (Strategy Quant, 2025).

Pengolahan Data

Tick data yang telah diimpor ke dalam *software* Meta Trader 5, akan diintegrasikan secara otomatis menjadi bentuk *candlestick* berdasarkan interval waktu yang dipilih (misal: 5 menit, 15 menit, 1 jam atau 1 hari). *Candlestick* per-periode atau per-*timeframe*, berisi informasi: 1) *open price* yaitu harga pada awal periode, 2) *close price* yaitu harga pada akhir periode, 3) *high price* yaitu harga tertinggi dari seluruh *tick data* di periode tersebut, serta 4) *low price* yaitu harga terendah dari seluruh *tick data* di periode tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 1, *open price*, *high price*, *low price* dan *close price* berturut-turut adalah \$4,225, \$4,226, \$4,217, \$4,211. Data *low price* pada Tabel 1 tidak

terlihat karena merupakan data yang muncul di salah satu *tick data* antara nomor 3 sampai 110.



Sumber: (Dukascopy Bank SA, 2025)

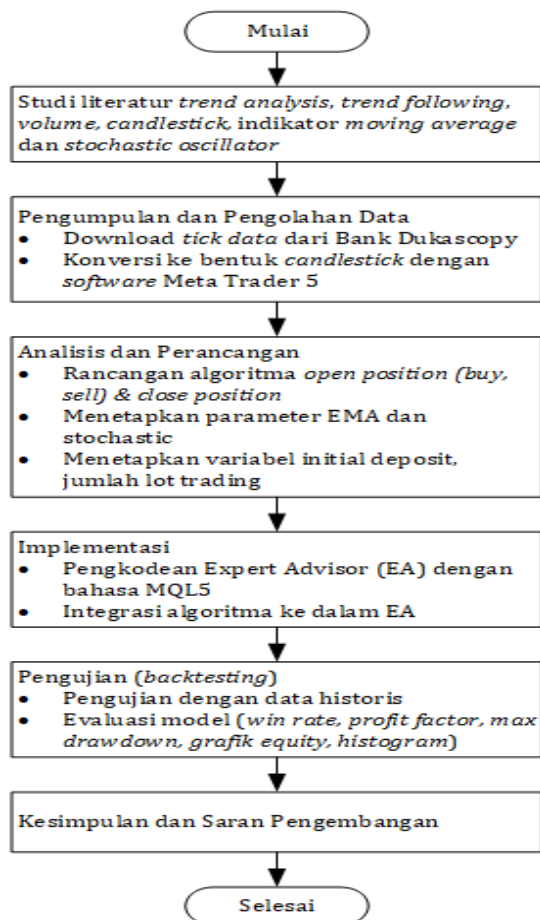
Gambar 1. *Candlestick Chart* dan *Tick Volume*

Candle body adalah jarak antara *open price* dengan *close price*. Warna hijau atau putih pada *candle* yang mengindikasikan pola *bullish* karena harga *close price* lebih tinggi dibanding *open price*. Sedangkan warna merah atau hitam pada *candlestick* mengindikasikan pola *bearish* karena harga *close price* lebih rendah dibanding *open price* (Kaufman, 2019). *Wick candle* (sumbu atau ekor dari *candlestick*) berupa garis ke atas dan ke bawah yang menempel pada *candle* menunjukkan *high price* dan *low price* pada *candle*. Beberapa deretan *candlestick* dan *tick volume* berwarna hijau pada *timeframe* 15 dapat dilihat pada *software* Meta Trader 5 seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.

Tools Pengembangan Sistem

Meta Trader 5 (MT5) adalah platform perdagangan multi-asset yang dikembangkan oleh perusahaan MetaQuotes. Metatrader 5 dirancang untuk mendukung *trading* di berbagai instrumen keuangan seperti valuta asing, komoditas, kontrak berjangka (*futures market*) dan CFD (*contract for difference*) (MetaQuotes Ltd., 2025a). *Software* MT5 digunakan oleh perusahaan perantara (broker) sebagai antarmuka dengan pengguna untuk berdagang di pasar. Metatrader 5 menyediakan aplikasi Expert Advisors (EA) yaitu fitur *algorithmic trading* dengan berbagai library atau indikator-indikator teknis yang siap digunakan dengan bahasa MQL5 (Metaquotes Language 5). Di dalam MT5, terdapat Meta Editor 5 yaitu suatu lingkungan pengembangan terintegrasi atau *Integrated Development Environment* (IDE) yang digunakan untuk membuat aplikasi dengan *expert advisor* dengan bahasa MQL5 (MetaQuotes Ltd., 2025b).

Kerangka Penelitian



Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Gambar 2. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian seperti ditunjukkan oleh Gambar 2 diawali dengan studi literatur untuk memahami konsep analisis tren, pentingnya strategi *trend following*, pengaruh volume perdagangan terhadap pergerakan harga, serta pemahaman *chart* dalam bentuk *candlestick*. Kemudian dilanjutkan dengan pemahaman penggunaan indikator *Exponential Moving Average* (EMA) dan *Stochastic Oscillator*. Kajian dilakukan melalui berbagai sumber, termasuk buku teks dan artikel ilmiah yang relevan. Selanjutnya, data historis harga kakao diperoleh dari Dukascopy Bank SA menggunakan perangkat lunak QuantDataManager. Data tersebut kemudian dikonversi ke dalam format harga saat *Open*, *High*, *Low*, dan *Close* (OHLC) pada platform MetaTrader 5 untuk keperluan pemrosesan data oleh aplikasi *expert advisor*. Tahap ketiga adalah perancangan algoritma yang memanfaatkan indikator EMA dan *Stochastic Oscillator* untuk menghasilkan sinyal *open position - buy* maupun *short sell*, serta

menentukan mekanisme *close position*. Parameter model disesuaikan dengan karakteristik komoditas kakao, sementara ukuran lot dan batas *stop loss* ditetapkan sebagai bagian dari manajemen risiko. Algoritma yang telah dirancang kemudian diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *Expert Advisor* (EA) menggunakan bahasa pemrograman MQL5 pada platform MetaTrader 5. Evaluasi kinerja sistem dilakukan melalui pengujian dengan data historis menggunakan data harga kakao selama periode 1 Januari 2024 hingga 31 Desember 2025. Kinerja sistem diukur berdasarkan beberapa metrik, yaitu *win rate*, *profit factor*, *maximum drawdown*, kurva pertumbuhan *equity*, dan histogram kinerja harian. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan, serta penyusunan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Standar Ukuran Kinerja

Kinerja dari model *algorithmic trading* perlu diukur agar dapat menghasilkan keuntungan yang konsisten dengan tingkat risiko yang rendah. Menurut (Tomasini & Jaekle, 2009), *percentage of profitable trades* atau dikenal dengan istilah *win rate* memberi gambaran tentang seberapa sering sistem, menghasilkan transaksi yang positif (*profit*). *Win rate* sebesar 50% adalah nilai yang sangat baik, namun nilai 35% tetap dikatakan layak untuk strategi *trend following* (Tomasini & Jaekle, 2009). Hal ini disebabkan rata-rata *profit* per *trade* jauh lebih besar dibandingkan rata-rata *loss*-nya. Rumus *winrate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Percentage of profitable trades} = \frac{((\text{jumlah profitebale trades}) / (\text{total trades})) \times 100\%}{(1)}$$

(Tomasini & Jaekle, 2009) mendefinisikan *profit factor* sebagai rasio total *gross profit* dibagi total *gross loss*. Dengan memiliki *profit factor* yang tinggi, *trader* bisa menilai apakah sistem memiliki *safety margin* yang cukup jika kondisi pasar berubah. Menurut (Tomasini & Jaekle, 2009), *profit factor* yang baik harus memiliki nilai minimal 1,5 atau lebih. Rumus *profit factor* adalah sebagai berikut:

$$\text{Profit factor} = \frac{(\text{Total gross profit}) / (\text{total gross loss})}{(2)}$$

Pada *trading*, *balance* adalah nilai akun dalam keadaan tidak ada *trading* yang sedang

berjalan. Sedangkan *equity* adalah nilai akun *real-time* yang berisi *balance* ditambah *floating profit / loss* saat *trading* berjalan. (Tomasini & Jaekle, 2009) menjelaskan bahwa *draw down* adalah penurunan *equity* antara titik tertinggi ke titik terendah berikutnya, dan kemudian titik tertinggi baru akan tercapai. Beberapa *trader* membiarkan kerugian sementara pada *trading* yang sedang berjalan, dengan harapan harga komoditas atau aset akan kembali naik sehingga menghasilkan keuntungan. Dalam konteks evaluasi kinerja sistem *algorithmic trading*, tingkat *drawdown* yang tidak melebihi 10% dapat dikategorikan sebagai batas risiko yang masih layak, sehingga mencerminkan profil pengendalian risiko yang baik (Tomasini & Jaekle, 2009). *Draw down* dihitung dengan rumus:

$$\text{Draw down} = \frac{((\text{Peak Equity} - \text{Trough Equity}))}{(\text{Peak Equity})} \times 100\% \quad (3)$$

Salah satu karakteristik sistem *trading* yang *robust* adalah memiliki jumlah *trading* yang besar dan *valid* secara statistik dalam pengujian data historis karena mampu melewati beberapa siklus pasar yang berbeda. Grafik pertumbuhan *equity* juga dapat membantu menilai kelayakan sistem *algorithmic trading* (Tomasini & Jaekle, 2009). Grafik pertumbuhan *equity* yang baik seharusnya berbentuk garis stabil yang bergerak konsisten ke atas yang menandai modal tumbuh secara konsisten. Grafik histogram juga dapat ditampilkan untuk menganalisis apakah kinerja algoritma yang stabil pada semua hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Algoritma *Open Position - Buy* beserta *Close Position*-nya

Open position - buy seperti ditunjukkan Gambar 3, akan dijalankan jika memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Syarat kondisi pasar *uptrend*:
 - a. *Close price* periode terakhir berada di atas garis EMA.
 - b. Kemiringan (*slope*) garis EMA menunjukkan arah naik pada sebagian besar periode yang diamati (minimal 7 dari 10 periode terakhir).
 - c. Sebagian besar *close price* di atas garis EMA, dengan toleransi maksimum hanya 2 dari 10 periode terakhir berada di bawah garis EMA.

2. Syarat indikator *stochastic oscillator*:

- a. Garis *stochastic* warna hijau (k) memotong ke atas (*cross up*) garis warna merah (d).
 - b. Garis k harus berada di antara 20 sampai 60 pada saat *open position - buy*, yang menandakan masih ada momentum yang cukup untuk mendorong harga ke atas.
 - c. Selisih garis k dengan d pada periode saat ini semakin lebar dibandingkan periode sebelumnya.
3. Syarat tambahan:
 - a. *Candlestick* terakhir berbentuk *bullish* ditandai dengan warna putih atau hijau karena *close price* di atas *open price*.
 - b. Volume *trading* saat ini lebih besar dibanding volume *trading* di *candle* sebelumnya.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Gambar 3. *Open Position - Buy* dan *Close Position*

Close position - sell out seperti ditunjukkan oleh Gambar 3, dijalankan jika memenuhi kondisi sebagai berikut:

1. Garis *stochastic* warna hijau (k) memotong ke bawah (*cross down*) garis warna merah (d), atau
2. *Close price candlestick* terakhir (ke-1) kurang dari *open price* ke-3.

Perancangan Algoritma *Open Position - Short Sell* beserta *Close Position*-nya

Open position - short sell ditunjukkan Gambar 4, jika memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Syarat kondisi pasar *downtrend*:
 - a. *Close price candlestick* terakhir di bawah garis EMA.
 - b. Kemiringan (*slope*) garis EMA menunjukkan arah turun pada sebagian besar periode yang diamati (minimal 7 dari 10 periode terakhir).
 - c. Sebagian besar *close price* di bawah garis EMA, dengan toleransi maksimum hanya 2

- dari 10 periode terakhir berada di atas garis EMA.
2. Syarat indikator *stochastic oscillator*:
 - a. Garis *stochastic* warna hijau (k) memotong ke bawah (*cross down*) garis warna merah (d).
 - b. Garis k harus berada di antara 40 sampai 80 pada saat *open position - short sell*, yang menandakan masih ada momentum yang cukup untuk mendorong harga ke bawah.
 - c. Selisih garis k dengan d pada periode saat ini semakin lebar dibandingkan periode sebelumnya.
 3. Syarat tambahan:
 - a. Candlestick terakhir berbentuk *bearish*, ditandai dengan warna hitam atau merah karena *close price* di bawah *open price*.
 - b. Volume *trading* pada *candlestick* saat ini lebih besar dibanding volume *trading* di *candlestick* sebelumnya.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)
Gambar 4. *Open Position - Short Sell dan Close Position*

Close position - buy out seperti ditunjukkan oleh Gambar 4, dilakukan jika memenuhi kondisi sebagai berikut:

1. Garis *stochastic* warna hijau (k) memotong ke atas (*cross up*) garis warna merah (d).
2. *Close price candlestick* terakhir (ke-1) lebih dari *open price* ke-3.

Perancangan Algoritma dalam bentuk Pseudocode

Open position dalam bentuk *pseudocode* dengan nama fungsi *getEntrySignal* ditunjukkan oleh Algoritma 1.

Algoritma 1. *getEntrySignal*

Input :
openPrice[] : Array of opening prices
closePrice[] : Array of closing prices
ma[] : Array of EMA values

stoK[] : Array of Stochastic %K values
stoD[] : Array of Stochastic %D values
volume[] : Array of volume values

Output :

signal: String
1: if IsUptrend(ma,closePrice)
and stoK[1] > stoD[1] and $20 \leq \text{stoK}[1] \leq 60$
and $(\text{stoK}[1] - \text{stoD}[1]) > (\text{stoK}[2] - \text{stoD}[2])$
and volume[1] > volume[2]
and openPrice[1] < closePrice[1]
2: signal ← LONG
3: else if IsDowntrend(ma,closePrice)
and stoK[1] < stoD[1] and $40 \leq \text{stoK}[1] \leq 80$
and $(\text{stoD}[1] - \text{stoK}[1]) > (\text{stoD}[2] - \text{stoK}[2])$
and volume[1] > volume[2]
and openPrice[1] > closePrice[1]
4: signal ← SHORT
5: else
6: signal ← NO_TRADE
7: return signal

Sedangkan *close position* dalam bentuk *pseudocode* dengan nama fungsi *getExitSignal* ditunjukkan oleh Algoritma 2.

Algoritma 2: *getExitSignal*

Input:

op[] : Array of opening prices
cp[] : Array of closing prices
stoK[] : Array of Stochastic %K values
stoD[] : Array of Stochastic %D values

Output:

signal: string
1: if $(\text{stoK}[1] < \text{stoD}[1])$ or $(\text{op}[3] > \text{cp}[1])$ then
2: signal ← "EXIT_LONG"
3: else if $(\text{stoK}[1] > \text{stoD}[1])$ or $(\text{op}[3] < \text{cp}[1])$
then
4: signal ← "EXIT_SHORT"
5: else
6: signal ← "NO_EXIT"
7: end if
8: return signal

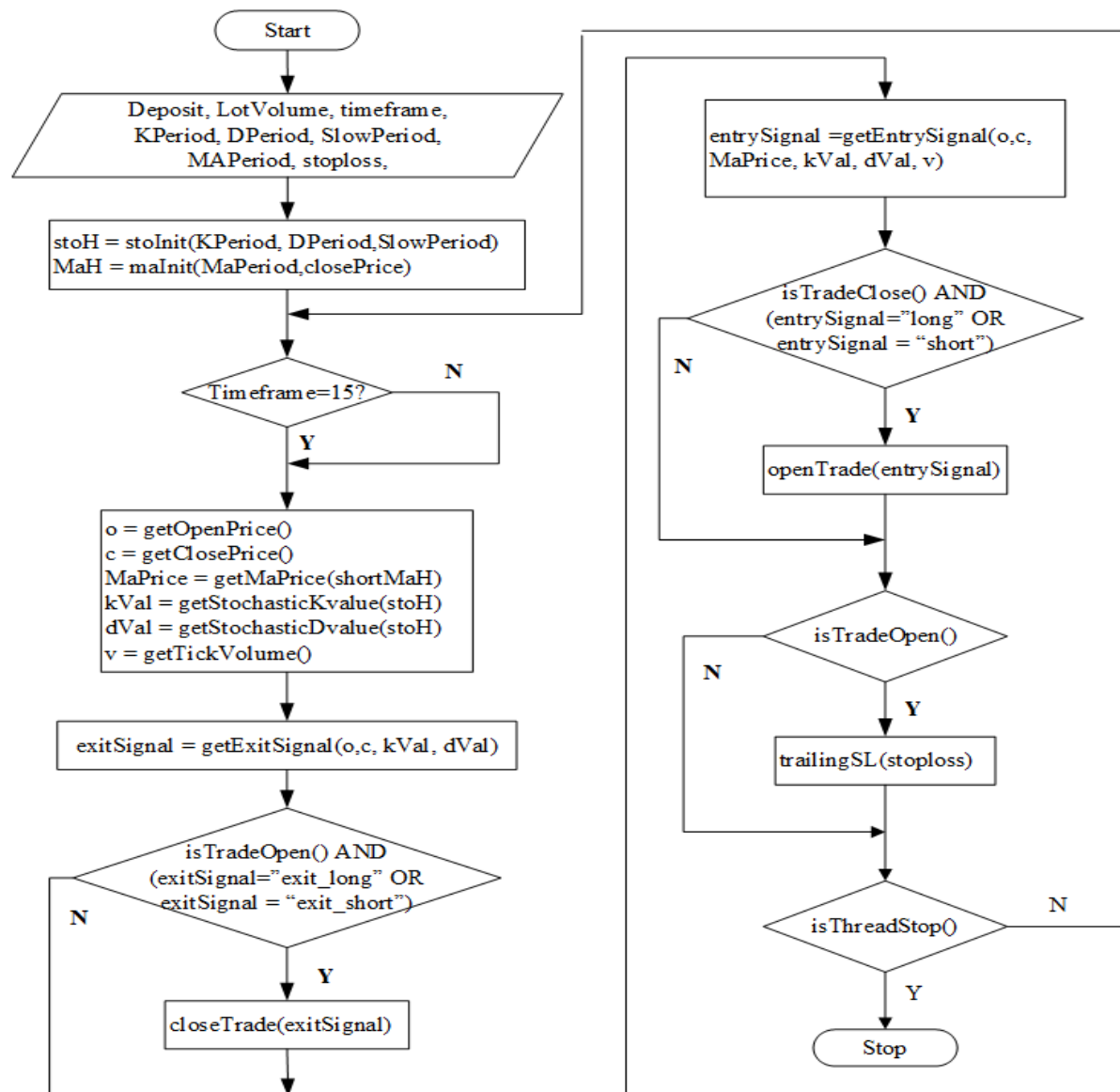
Flowchart Program Algorithmic Trading

Flowchart program pada Gambar 5 menunjukkan alur kerja aplikasi *algorithmic trading* secara keseluruhan. Proses diawali dengan inisialisasi parameter sistem yang meliputi modal awal (*deposit*), ukuran transaksi (*lot volume*), kerangka waktu yang dipilih (*timeframe*), parameter Stochastic Oscillator yang terdiri atas *K Period*, *D Period*, dan *Slowing Period*, parameter EMA (*MA Period*), serta nilai *stop loss* untuk menetapkan batas kerugian maksimal pada tiap *timeframe*. Seluruh parameter berfungsi sebagai

masukannya yang menentukan karakteristik strategi *trading* yang sesuai dengan kebutuhan.

Seluruh proses berlangsung secara berulang selama program masih berjalan. Strategi *trading* menerapkan pendekatan *event-driven*, yaitu setiap keputusan transaksi dilakukan berdasarkan data *candlestick* yang telah selesai terbentuk. Pada setiap siklus (sesuai parameter *timeframe*), sistem akan

terus melakukan pembaruan data pasar, mengevaluasi sinyal keluar, menghasilkan sinyal masuk, membuka maupun menutup posisi perdagangan, serta memperbarui nilai *trailing stop loss*. Proses iteratif ini akan berhenti apabila sistem menerima perintah penghentian (*thread stop*), sehingga seluruh aktivitas perdagangan otomatis dihentikan dan program berakhir.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Gambar 5. Flowchart Program

Pengujian Model dengan Data Historis

Pada pengujian model, beberapa parameter umum ditentukan. Pertama adalah nama aplikasi, rentang waktu pengujian, yaitu tanggal 1 Januari 2024 sampai 31 Desember 2025 (2 tahun), *initial deposit* sebesar USD 10,000 serta *trading* tanpa menggunakan *leverage* (rasio 1:1) dengan ukuran 1

lot untuk setiap *open position*. *Latency* disimulasikan 50 *millisecond* yang merupakan ukuran wajar sesuai kondisi normal *latency* antara eksekusi aplikasi Meta Trader 5 di sisi *client* sampai ke *server* broker. Rentang waktu pengujian selama dua tahun dipilih untuk merepresentasikan berbagai kondisi pasar yang memengaruhi

pergerakan harga kakao, baik dalam fase *uptrend*, *downtrend*, maupun *sideways*. Variasi pergerakan tersebut dipengaruhi oleh perubahan ekspektasi penawaran dan permintaan, kondisi cuaca, siklus panen tahunan, serangan penyakit tanaman, serta berita ekonomi yang berdampak terhadap pasar kakao.

Selanjutnya, ditetapkan parameter indikator *Exponential Moving Average* (EMA) dan *Stochastic Oscillator*. Penelitian ini menggunakan *timeframe* 15 menit untuk pengujian agar memiliki cukup transaksi dalam 2 tahun. Perdagangan *cocoa futures* di bursa ICE New York berlangsung mulai pukul 04:45 EDT waktu New York (08:45 UTC) hingga 13:30 EDT (17:30 UTC) sehingga total durasi perdagangan mencapai 8 jam 45 menit per hari atau setara 35 *candlestick*. Berbeda dengan Bursa Efek Indonesia (BEI) yang menerapkan sesi perdagangan dengan jeda istirahat, perdagangan *cocoa futures* berlangsung secara kontinu tanpa jeda selama sesi reguler. Oleh karena itu, periode EMA ditetapkan sebesar 35 untuk merepresentasikan rata-rata pergerakan harga dalam satu hari terakhir. Sementara itu, periode garis %K pada *Stochastic Oscillator* ditetapkan sebesar 12 *candlestick* atau sepertiga dari periode EMA.

Adapun periode garis %D dan *slowing period* menggunakan nilai standar dari model *stochastic oscillator*, yaitu 3. Parameter terakhir adalah *stop loss* yang merupakan batas ukuran kerugian maksimum (*cut loss*) yang dapat ditetapkan oleh sistem untuk membatasi risiko kerugian. *Stop loss* ditetapkan sebesar USD 300 (3% dari *initial deposit*) untuk 1 pergerakan *candlestick* (dalam *timeframe* 15 menit). Jika *candlestick* belum terbentuk sempurna (belum 15 menit), namun harga bergerak berlawanan dari tujuan *trading* serta melebihi batas *stop loss*, maka sistem akan secara otomatis melakukan *close position* agar tidak mengalami kerugian yang lebih besar.

Dalam *trading*, terdapat aspek lain yang mempengaruhi nilai total *net profit/loss* yaitu: *spread*, komisi broker, dan *slippage*. Ketiga aspek tersebut tidak dimasukkan dalam perhitungan total *net profit/loss* karena alasan berikut ini. *Spread* merupakan selisih antara harga *bid* (permintaan) dan *ask* (penawaran) pada suatu instrumen perdagangan. *Spread* tidak dihitung sebagai biaya yang terpisah, melainkan sudah menyatu dengan nilai *profit/loss*. *Spread* merupakan konsekuensi dari mekanisme pembentukan harga. Pada posisi beli, transaksi pembukaan (*open position*) dieksekusi pada harga *ask*, sedangkan transaksi penutupan (*close position*) dieksekusi pada harga

bid, begitu juga sebaliknya jika akan melakukan *open position - short sell*. Oleh karena itu, apabila harga pasar tidak mengalami perubahan setelah posisi dibuka, maka posisi tersebut akan langsung menunjukkan *floating loss* sebesar nilai *spread*.

Biaya komisi broker bervariasi antar penyedia jasa perdagangan. Sebagai acuan, perusahaan perantara perdagangan yang tercatat di New York Stock Exchange (NYSE) yaitu Interactive Brokers, menetapkan komisi sebesar USD 0,85 per lot untuk perdagangan *cocoa futures* dengan volume transaksi hingga 1.000 lot per bulan. Sementara itu, hingga penelitian ini dilakukan, tidak terdapat broker berlisensi BAPPEBTI di Indonesia yang menyediakan perdagangan *cocoa futures* di bursa ICE, sehingga tidak tersedia acuan biaya komisi dari broker domestik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan rata-rata keuntungan sebesar USD 114.07 dan rata-rata kerugian sebesar USD 52.06, sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Dengan demikian, biaya komisi broker hanya berkisar sekitar 1–2% dari rata-rata nilai keuntungan maupun kerugian per transaksi. Dari informasi tersebut, biaya komisi broker dianggap sangat kecil dan tidak dimasukkan ke dalam perhitungan.

Slippage merupakan kondisi ketika harga eksekusi transaksi berbeda dari harga yang diharapkan akibat perubahan harga selama proses eksekusi order. Fenomena ini merupakan karakteristik umum pada sistem perdagangan elektronik dan dapat terjadi pada seluruh instrumen keuangan. Dalam implementasi *live trading*, *slippage* cenderung terjadi ketika volatilitas pasar meningkat, seperti pada saat rilis berita ekonomi berdampak tinggi, pembukaan sesi perdagangan, atau kondisi likuiditas yang rendah. Penelitian ini tidak memperoleh data statistik dari broker mengenai frekuensi maupun besaran *slippage*, sehingga faktor tersebut tidak dimodelkan dalam proses *backtesting* dan menjadi salah satu keterbatasan penelitian ini.

Hasil pengujian model secara lengkap ditunjukkan oleh Gambar 6. Sistem menghasilkan *trading* sebanyak 162 kali dengan *win rate* sebesar 42.59%, yang menunjukkan jumlah persentase transaksi positif yang dihasilkan oleh sistem. Meskipun tidak dominan, sistem mampu mencatat *profit factor* sebesar 1.63 yang menunjukkan bahwa total laba bruto melebihi total rugi bruto. Sistem menghasilkan keuntungan sebesar USD 3,029 atau sekitar 15% per-tahun. Nilai maksimum *equity draw down* hanya sebesar 8.52 % yang menunjukkan tingkat risiko kerugian yang rendah untuk setiap kali *trading*.

Tabel 2. Hasil *Backtesting*

Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value
Bars	17,243	Ticks	343,604	Symbols	1
Initial Deposit	10,000.00				
Total Net Profit	3,029.00	Balance Drawdown Absolute	101	Equity Drawdown Absolute	191.28
Gross Profit	7,871.00	Balance Drawdown Maximal	747.00 (7.02%)	Equity Drawdown Maximal	912.98 (8.52%)
Gross Loss	-4,842.00	Balance Drawdown Relative	7.02% (747.00)	Equity Drawdown Relative	8.52% (912.98)
Profit Factor	1.63	Expected Payoff	18.7	Margin Level	900.94%
Recovery Factor	3.32	Sharpe Ratio	9.26	Z-Score	0.53 (40.39%)
AHPR	1.0017 (0.17%)	LR Correlation	0	OnTester result	0
GHPR	1.0016 (0.16%)	LR Standard Error	354.26		
Total Trades	162	Short Trades (won %)	73 (47.95%)	Long Trades (won %)	89 (38.20%)
Total Deals	324	Profit Trades (% of total)	69 (42.59%)	Loss Trades (% of total)	93 (57.41%)
	Largest	Profit Trade	887	Loss Trade	-233
	Average	Profit Trade	114.07	Loss Trade	-52.06

Sumber: (Hasil penelitian, 2026)

Perbandingan standar kinerja dengan hasil uji *algorithmic trading* yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 3.

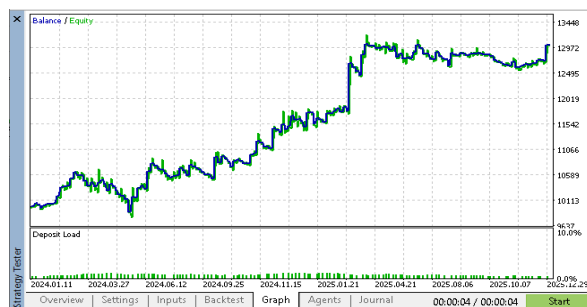
Tabel 3. Perbandingan standar kinerja dengan hasil penelitian

Indikator	Standar Minimal	Hasil
Win rate	Min 35%	42.59 %
Profit factor	Min 1.5	1.63
Max equity drawdown	Max 10%	8.52 %
Net Profit	-	USD 3,029
Total Trade	-	165 kali
Average profit trade	-	USD 114.07
Average loss trade	-	USD 52.07

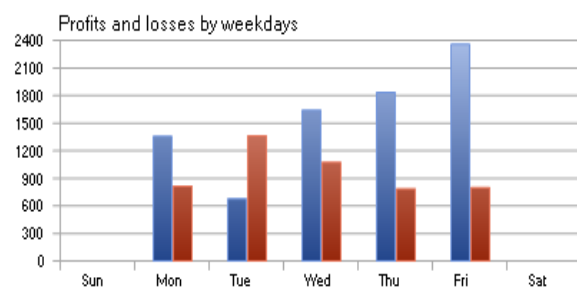
Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Sumber: (Hasil penelitian, 2026)

Gambar 6 menunjukkan bahwa grafik *equity* yang tumbuh secara konsisten. Secara rata-rata, *algorithmic trading* memiliki kinerja yang relatif stabil pada semua hari seperti ditunjukkan grafik histogram pada Gambar 7. Sistem hanya mengalami kerugian pada hari Selasa, namun dapat ditutup dengan hari lain yang menghasilkan keuntungan.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Gambar 6. Grafik Pertumbuhan *Balance* dan *Equity*

Sumber: (Hasil Penelitian, 2026)

Gambar 7. Grafik *histogram* kinerja per-hari

Berdasarkan standar ukuran kinerja *algorithmic trading* yang ditetapkan (Tomasini & Jaekle, 2009), grafik pertumbuhan *equity* yang konsisten serta *histogram* kinerja yang stabil, maka sistem usulan dinyatakan layak dan tangguh dalam menghadapi berbagai siklus pasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan, implementasi serta evaluasi model, dapat disimpulkan bahwa strategi mengikuti tren menggunakan kombinasi metode EMA (*exponential moving average*) dan *stochastic oscillator* dinyatakan layak berdasarkan ukuran *win rate*, *profit factor* serta *drawdown*. Sistem dinyatakan tangguh dalam menghadapi berbagai siklus pasar, dibuktikan bahwa selama 2 tahun, sistem mampu menunjukkan grafik pertumbuhan *equity* yang konsisten serta *histogram* kinerja yang stabil pada hampir semua hari. Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan *walk-forward analysis* untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi strategi pada data *out-of-sample* serta melakukan

parameter *robustness test* melalui analisis sensitivitas terhadap variasi parameter EMA dan *stochastic oscillator* guna menguji kestabilan kinerja strategi. Analisis tersebut dapat dikombinasikan dengan metode optimasi parameter, seperti *grid search* atau *genetic algorithm*, untuk memperoleh parameter yang lebih optimal dan *robust*.

REFERENSI

- Abudy, M. M., Kaplanski, G., & Mugerman, Y. (2024). Market Timing with Moving Average Distance: International Evidence. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 97, 102065. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2024.102065>
- Aycel, Ü., & Santur, Y. (2022). A New moving average approach to predict the direction of stock movements in algorithmic trading. *Journal of New Results in Science*, 11(1), 13–25. <https://doi.org/10.54187/jnrs.979836>
- Day, M.-Y., Cheng, Y., Huang, P., & Ni, Y. (2023). The Profitability of Trading US Stocks in Quarter 4: Evidence from Trading Signals Emitted by SOI and RSI. *Applied Economics Letters*, 30(9), 1173–1178. <https://doi.org/10.1080/13504851.2022.2041165>
- Ding, W., Mazouz, K., ap Gwilym, O., & Wang, Q. (2023). Technical Analysis as a Sentiment Barometer and the Cross-Section of Stock Returns. *Quantitative Finance*, 23(11), 1617–1636. <https://doi.org/10.1080/14697688.2023.2244991>
- Dukascopy Bank SA. (2025). *About Dukascopy Bank SA*. Dukascopy Bank SA. <https://www.dukascopy.com/swiss/english/about/company/>
- Futures Industry Association. (2023). *Viewpoint -- The "Rise in Retail" Is Here to Stay in Derivatives Markets*. <https://www.fia.org/marketvoice/articles/viewpoint-rise-retail-here-stay-derivatives-markets>
- George, J. P., Nair, A. M., & Yathish, S. (2022). *Analysis of Market Behavior Using Popular Digital Design Technical Indicators and Neural Network* (pp. 445–458). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2126-0_37
- Ghanem, S., Harasheh, M., Sbaih, Q., & Ajmal, T. K. (2024). The Predictability of Technical Analysis in Foreign Exchange Market Using Forward Return: Evidence from Developed and Emerging Currencies. *Cogent Business & Management*, 11(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2428781>
- Ice.com. (2025). *Cocoa Futures*. <https://www.ice.com/products/7/Cocoa-Futures>
- Islam, T., & Kapinchev, K. (2024). *Evaluation of the Effectiveness of Technical Indicators*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/icspcs63175.2024.10815753>
- Kaufman, P. J. (2019). *Trading Systems and Methods* (sixth edit). John Wiley & Sons.
- KSEI. (2022). *Didominasi Milenial dan Gen Z, Jumlah Investor Saham Tembus 4 Juta*. Kustodian Sentral Efek Indonesia. https://www.ksei.co.id/files/uploads/press-releases/press_file/id-id/208_berita_pers_didominasi_milenial_dan_gen_z_jumlah_investor_saham_tembus_4_juta_20220725182203.pdf
- Loh, L. K. Y., Kueh, H. K., Parikh, N. J., Chan, H., Ho, N. J. H., & Chua, M. C. H. (2022). An Ensembling Architecture Incorporating Machine Learning Models and Genetic Algorithm Optimization for Forex Trading. *FinTech*, 1(2), 100–124. <https://doi.org/10.3390/fintech1020008>
- MetaQuotes Ltd. (2025a). *MetaTrader 5 Multi-Asset Trading Platform*. MetaQuotes Ltd. <https://www.metaquotes.com/en/metatrader5>
- MetaQuotes Ltd. (2025b). *MQL5 Documentation*. MetaQuotes Ltd. <https://www.mql5.com/en/docs>
- Ojha, A., & Saxena, V. (2023). *Understanding Stock Market Trends Using Simple Moving Average (SMA) and Exponential Moving Average (EMA) Indicators*. 6, 1931–1935. <https://doi.org/10.1109/ic3i59117.2023.10398001>
- Omole, O., & Enke, D. (2024). Deep learning for Bitcoin price direction prediction: models and trading strategies empirically compared. *Financial Innovation*, 10(1), 117. <https://doi.org/10.1186/s40854-024-00643-1>
- Paik, C., Choi, J., & Vaquero, I. U. (2024). Algorithm-Based Low-Frequency Trading Using a Stochastic Oscillator, Williams%R, and Trading Volume for the S&P 500. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/jrfm17110501>
- Rink, K. (2023). The Predictive Ability of Technical Trading Rules: An Empirical Analysis of Developed and Emerging Equity Markets. *Financial Markets and Portfolio Management*,

- 37(4), 403–456.
<https://doi.org/10.1007/s11408-023-00433-2>
- Shavandi, A., & Khedmati, M. (2022). A multi-agent deep reinforcement learning framework for algorithmic trading in financial markets. *Expert Systems with Applications*, 208, 118124. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118124>
- Skott-Myhre, H. (2022). COVID-19 forecasts via stock market indicators. *Dental Science Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15897-x>
- Strategy Quant. (2025). *QuantDataManager Software*. Strategy Quant. <https://strategyquant.com/quantdatamanager/>
- Takada, T., & Kitajima, T. (2022). Trend-following with better adaptation to large downside risks. *PLOS ONE*, 17(10), e0276322. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276322>
- Tanwar, S., & Raboaca, M. S. (2022). Stochastic Neural Networks-Based Algorithmic Trading for the Cryptocurrency Market. *Mathematics*, 10(9), 1456. <https://doi.org/10.3390/math10091456>
- Tomasini, E., & Jaekle, U. (2009). *Trading Systems: A New Approach to System Development and Portfolio Optimisation*. Harriman House Ltd.
- Zakamulin, V., & Giner, J. (2022). Time series momentum in the US stock market: Empirical evidence and theoretical analysis. *International Review of Financial Analysis*, 82, 102173. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102173>
- Zulkifli, Z. S., Zamri, N., Mohammad, H., & Al-Saadi, R. A. A. R. (2024). Design Algorithmic Trading Strategies with Expert Advisor Using Linear Weighted Moving Average (LWMA) and Stochastic Oscillator Technical Indicators. *Journal of Computers and Digital Business*, 3(2), 43–49. <https://doi.org/10.56427/jcbd.v3i2.404>