

**RANCANG BANGUN *EXPERT ADVISOR* BERBASIS MQL4 PADA PAIR
GBP/USD MENGGUNAKAN STRATEGI *BOLLINGER BANDS*
DAN *MULTIPLE MOVING AVERAGE***

SKRIPSI

Oleh:

KAUTSAR QURAI SY AL HAMIDY
NIM. 220605110162



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**RANCANG BANGUN *EXPERT ADVISOR* BERBASIS MQL4 PADA *PAIR*
GBP/USD MENGGUNAKAN STRATEGI *BOLLINGER BANDS*
DAN *MULTIPLE MOVING AVERAGE***

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:
KAUTSAR QURAI SY AL HAMIDY
NIM. 220605110162

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *EXPERT ADVISOR* BERBASIS MQL4 PADA PAIR GBP/USD MENGGUNAKAN STRATEGI *BOLLINGER BANDS* DAN *MULTIPLE MOVING AVERAGE*

SKRIPSI

Oleh :

KAUTSAR QURAI SY AL HAMIDY

NIM. 220605110162

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 05 Mei 2025

Pembimbing I,



Fajar Rohman Hariri, M.Kom
NIP. 19890515 201801 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *EXPERT ADVISOR* BERBASIS MQL4 PADA PAIR GBP/USD MENGGUNAKAN STRATEGI *BOLLINGER BANDS* DAN *MULTIPLE MOVING AVERAGE*

SKRIPSI

Oleh :
KAUTSAR QURAI SY AL HAMIDY
NIM. 220605110162

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 19 Juni 2026

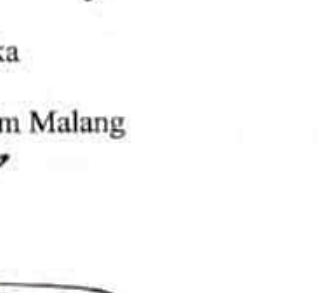
Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, M.T.,
SMIEEE
NIP. 19830616 201101 1 004

Anggota Penguji I : Nurizal Dwi Priandani, M.Kom
NIP. 19920830 202203 1 001

Anggota Penguji II : Fajar Rohman Hariri, M.Kom
NIP. 19890515 201801 1 001

Anggota Penguji III : Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM.,
ASEAN Eng
NIP. 19710722 201101 1 001

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kautsar Quraisy Al Hamidy
NIM : 220605110162
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Rancang Bangun *Expert Advisor* Berbasis MQL4
Pada Pair GBP/USD Menggunakan Strategi
Bollinger Bands dan *Multiple Moving Average*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 25 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



Kautsar Quraisy Al Hamidy
NIM.220605110162

MOTTO

"Tetaplah mengalir seperti air, menyesuaikan keadaan tanpa kehilangan arah."

"Berusaha dengan sungguh-sungguh, lalu bertawakal kepada Allah atas setiap hasil yang diberikan."

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat, dan pertolongan-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa syukur, penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, pengorbanan, serta motivasi tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan saya. Terima kasih atas segala perjuangan dan kepercayaan yang diberikan hingga saya dapat menyelesaikan pendidikan ini.

Keluarga besar saya, yang selalu memberikan semangat, nasihat, dan dukungan selama proses perkuliahan maupun penyusunan skripsi.

Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penelitian ini.

Sahabat dan rekan seperjuangan, yang telah menemani perjalanan akademik ini, berbagi pengalaman, memberikan bantuan, serta menjadi penyemangat dalam menghadapi berbagai tantangan selama masa perkuliahan.

Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Terakhir, karya ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berusaha, bertahan, dan terus melangkah hingga mampu menyelesaikan salah satu tahap penting dalam kehidupan ini. Semoga setiap proses yang telah dilalui menjadi pelajaran berharga untuk perjalanan berikutnya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun *Expert Advisor* Berbasis MQL4 pada Pair GBP/USD Menggunakan Strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average*”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan dan peradaban.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nurdiana, M.Si., CAHRM., CRMP, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Malang, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk menempuh pendidikan di universitas ini.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Malang, atas segala dukungan dan arahan yang diberikan selama proses studi.
3. Bapak Supriyono, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Fajar Rohman Hariri, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, motivasi, serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi.

5. Bapak Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan penelitian ini.
6. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelayanan selama masa studi.
7. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti.
8. Sahabat, teman-teman Teknik Informatika angkatan 2022, serta seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem trading otomatis, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Malang, 23 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Teoritis	6
1.4.2 Manfaat Praktis	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Penelitian Terdahulu	10
2.2 <i>Trading Forex</i> dalam Perspektif Islam	12
2.3 Pasar <i>Forex</i> dan Pair GBP/USD	16
2.4 Analisis Teknikal	19
2.5 <i>Expert Advisor</i> dan Platform MetaTrader 4	28
2.6 Manajemen Risiko dalam <i>Trading</i>	33
2.7 <i>Backtesting</i> dan Evaluasi Performa <i>Trading</i>	37
2.8 Kerangka Teoretis Penelitian	41
BAB III METODE PENELITIAN	44
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	44
3.2 Kerangka Kerja Penelitian	45
3.3 Perancangan Strategi BBMA	50
3.3.1 Logika Strategi dan Formulasi Matematis	50
3.3.2 Kriteria <i>Entry</i> dan <i>Exit</i>	59
3.3.3 Manajemen Risiko	66
3.3.4 Metrik Evaluasi Performa	71
3.4 Metode Pengumpulan Data	72
3.5 Skenario Pengujian dan Metode Optimasi.....	75
3.5.1 Konfigurasi Parameter Optimasi.....	75
3.5.2 Prosedur <i>Backtesting</i> Komprehensif	77
3.6 Metode Evaluasi dan Analisis Data	79
3.6.1 Metrik Evaluasi Performa	79

3.6.2 Analisis <i>Balance</i> dan <i>Equity Curve</i>	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	82
4.1 Hasil Optimization <i>Expert Advisor</i> BBMA	82
4.1.1 Penentuan Konfigurasi Parameter Optimal.....	82
4.1.2 Analisis Sensitivitas Parameter (Heatmap Optimization).....	85
4.2 Hasil <i>Backtest Expert Advisor</i> BBMA.....	89
4.3 Hasil <i>Forward Test</i>	93
4.3.1 Evaluasi Validitas Statistik <i>Forward Test</i>	99
4.3.2 Interpretasi dan Implikasi Hasil <i>Forward Test</i>	101
4.4 Analisis Performa Strategi BBMA	102
4.4.1 Mekanisme <i>Entry</i> dan <i>Exit</i>	102
4.4.2 Sistem Money Management dan <i>Position Sizing</i>	104
4.5 Pembahasan.....	105
4.5.1 Efektivitas <i>Dual Timeframe Confirmation</i>	106
4.5.2 Kesesuaian Strategi dengan Karakteristik GBP/USD.....	107
4.5.3 Implikasi Praktis dan Implementasi	108
4.6 Evaluasi Kelebihan dan Keterbatasan Sistem	109
4.6.1 Kelebihan Sistem EA BBMA	109
4.6.2 Keterbatasan Sistem EA BBMA.....	110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	113
5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Penelitian - <i>Flowchart</i> Metodologi	47
Gambar 3. 2 Mekanisme Persistensi statsmomentum pada <i>Timeframe</i> M15	53
Gambar 3. 3 Mekanisme Persistensi Status statscsak pada <i>Timeframe</i> H1	56
Gambar 3. 4 Diagram Alir Arsitektur <i>State Machine</i> EA BBMA Jackpot.....	58
Gambar 3. 5 Sistem Manajemen Risiko Berlapis	66
Gambar 4. 1 Heatmap Sensitivitas MA1 (<i>High</i>) vs MA2 (<i>Low</i>)	86
Gambar 4. 2 Heatmap Sensitivitas MA3 (<i>High</i>) vs MA4 (<i>Low</i>)	87
Gambar 4. 3 Heatmap Sensitivitas <i>Bollinger Bands</i> (<i>Period vs Deviation</i>).....	88
Gambar 4. 4 Grafik Pertumbuhan <i>Balance</i> dan <i>Equity Backtest</i> Pass 19	90
Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan <i>Balance</i> dan <i>Equity Backtest</i> Pass 26	90
Gambar 4. 6 Grafik Pertumbuhan <i>Balance</i> pada Tahap <i>Forward Test</i>	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Literature Review Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian dan Operasionalisasinya	48
Tabel 3. 2 Konfigurasi Parameter Optimasi.....	76
Tabel 3. 3 Definisi dan Interpretasi Metrik Evaluasi Kinerja	79
Tabel 4. 1 Top 20 Hasil Optimization EA BBMA pada GBP/USD	83
Tabel 4. 2 Perbandingan Konfigurasi Parameter Pass 19 dan Pass 26	85
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil <i>Backtest</i> Pass 19 dan Pass 26	91
Tabel 4. 4 Hasil <i>Forward Test</i> Aktual Live <i>Trading</i> (22 Jan - 15 Mar 2026)	95
Tabel 4. 5 Perbandingan Komprehensif <i>Backtest</i> vs <i>Forward Test</i> Aktual.....	97
Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil <i>Backtest</i> dan <i>Forward Test</i>	100

ABSTRAK

Al Hamidy, Kautsar Quraisy. 2026. **Rancang Bangun Expert Advisor Berbasis MQL4 pada Pair GBP/USD Menggunakan Strategi Bollinger Bands dan Multiple Moving Average**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fajar Rohman Hariri, M.Kom (II) Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

Kata kunci: *Expert Advisor, Bollinger Bands, Multiple Moving Average, MQL4, GBP/USD.*

Perdagangan *forex* secara manual rentan terhadap kesalahan akibat faktor psikologis seperti ketidakdisiplinan, *overtrading*, dan pengaruh emosi, sehingga diperlukan sistem otomatisasi *trading* yang objektif dan konsisten. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan *Expert Advisor* (EA) berbasis kombinasi strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* (BBMA) pada pair GBP/USD menggunakan bahasa pemrograman MQL4 di platform MetaTrader 4, serta mengevaluasi performanya melalui pengujian *backtest* dan *forward test*. Penelitian menggunakan pendekatan *applied research* dengan metode eksperimental melalui lima tahapan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan strategi, implementasi EA, optimasi parameter menggunakan *genetic algorithm*, serta *backtesting* dan evaluasi performa. Strategi BBMA dirancang dengan sistem *dual timeframe* (M15 untuk analisis momentum dan H1 untuk konfirmasi tren) dan mekanisme *dual confirmation* antarindikator.

Hasil optimasi diperoleh konfigurasi parameter terbaik (Pass 19) yang kemudian diuji pada data historis GBP/USD selama dua tahun (2024–2025) dengan modal awal \$10.000, menghasilkan *Net Profit* \$7.655,28 (76,55%), *Profit Factor* 2,09, *win rate* 81,55%, dan *Maximal Drawdown* 40,14%. Pengujian *forward test* pada akun *live trading* selama 52 hari menghasilkan *return* 7,13% ($\pm 4,11\%$ per bulan), *win rate* 94,74%, dan *drawdown* 0,03%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa EA BBMA mampu menghasilkan performa *trading* yang positif dan konsisten baik pada data historis maupun kondisi pasar riil, meskipun pengujian lanjutan dengan durasi lebih panjang tetap diperlukan untuk memastikan keberlanjutan performa jangka panjang.

ABSTRACT

Al Hamidy, Kautsar Quraissy. 2026. **The Design and Development of an MQL4-Based Expert Advisor for the GBP/USD Pair Using a Combined Bollinger Bands and Multiple Moving Average Strategy.** Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Fajar Rohman Hariri, M.Kom (II) Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

Keywords: Expert Advisor, Bollinger Bands, Multiple Moving Average, MQL4, GBP/USD.

Manual forex trading is highly susceptible to errors caused by psychological factors such as lack of discipline, overtrading, and emotional bias, creating a need for an objective and consistent automated trading system. This study aims to design and implement an Expert Advisor (EA) based on a combined Bollinger Bands and Multiple Moving Average (BBMA) strategy for the GBP/USD pair using the MQL4 programming language on the MetaTrader 4 platform, and to evaluate its performance through backtesting and forward testing. The research applies an experimental applied-research approach carried out in five stages: requirement analysis, strategy design, EA implementation, parameter optimization using a genetic algorithm, and backtesting with performance evaluation. The BBMA strategy employs a dual-timeframe system (M15 for momentum analysis and H1 for trend confirmation) together with a dual-confirmation mechanism between the two indicators. The optimization process yielded an optimal parameter configuration (Pass 19), which was then tested on two years (2024–2025) of GBP/USD historical data with an initial deposit of \$10,000, producing a Net Profit of \$7,655.28 (76.55%), a Profit Factor of 2.09, a win rate of 81.55%, and a Maximal Drawdown of 40.14%. A 52-day forward test on a live trading account yielded a return of 7.13% ($\approx 4.11\%$ monthly), a win rate of 94.74%, and a drawdown of only 0.03%. These results indicate that the BBMA-based EA can generate positive and consistent trading performance both on historical data and under real market conditions, although longer-duration testing remains necessary to confirm the sustainability of its performance.

مستخلص البحث

الحامدي، كوثر قريش. 2026. تصميم وتطوير مستشار خبير قائم على لغة MQL4 لزوج العملات GBP/USD باستخدام استراتيجية بولينجر باندز والمتوسطات المتحركة المتعددة. أطروحة تخرج. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية «مولانا مالك إبراهيم» في مالانج. المشرفان (I): فاجار روهمان هاريري، ماجستير في علوم الحاسوب (II) د. مهندس فريسي نوغروهو، بكالوريوس في الهندسة، ماجستير في الهندسة، IPM، مهندس ASEAN

الكلمات المفتاحية: المستشار الخبير، أشرطة بولينجر، المتوسط المتحرك المتعدد، GBP/USD، MQL4.

تتسم عمليات تداول الفوركس اليدوية بأنها عرضة للأخطاء الناجمة عن عوامل نفسية مثل عدم الانضباط، والإفراط في التداول، وتأثير العواطف، مما يستلزم وجود نظام تداول آلي يتسم بالموضوعية والاتساق. يهدف هذا البحث إلى تصميم وتنفيذ مستشار خبير (EA) يعتمد على مزيج من استراتيجيات بولينجر باندز والمتوسطات المتحركة المتعددة (BBMA) على زوج العملات GBP/USD باستخدام لغة البرمجة MQL4 على منصة MetaTrader 4، بالإضافة إلى تقييم أدائه من خلال اختبارات الباك تيسست والفوروارد تيسست. استخدمت الدراسة نهج البحث التطبيقي مع المنهج التجريبي عبر خمس مراحل، وهي: تحليل الاحتياجات، وتصميم الاستراتيجية، وتنفيذ المستشار الخبير (EA)، وتحسين المعلنات باستخدام الخوارزمية الجينية، بالإضافة إلى الاختبار الرجعي وتقييم الأداء. تم تصميم استراتيجية BBMA بنظام الإطار الزمني المزدوج (M15) لتحليل الزخم و H1 لتأكيد الاتجاه (وآلية التأكيد المزدوج بين المؤشرات). أسفرت عملية التحسين عن الحصول على أفضل تكوين للمعلنات (المرحلة 19)، والذي تم اختباره لاحقاً على البيانات التاريخية لزوج العملات GBP/USD على مدى عامين (2024–2025) برأس مال أولي قدره 10,000 دولار، مما أدى إلى تحقيق ربح صافٍ قدره 7,655.28 دولار (76.55%)، مع عامل ربح قدره 2.09، ومعدل فوز بنسبة 81.55%، وانخفاض أقصى بنسبة 40.14%. وأسفر الاختبار التقدمي على حساب تداول حقيقي لمدة 52 يوماً عن عائد بنسبة 7.13% (±4.11% شهرياً)، ومعدل فوز بنسبة 94.74%، وانخفاض بنسبة 0.03%. تشير هذه النتائج إلى أن EA BBMA قادر على تحقيق أداء تداول إيجابي ومتسق سواء على البيانات التاريخية أو في ظروف السوق الحقيقية، على الرغم من أن إجراء اختبارات متابعة لفترة أطول لا يزال ضرورياً للتأكد من استدامة الأداء على المدى الطويل.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pergeseran paradigma dari transaksi konvensional ke platform perdagangan digital telah memosisikan pasar valuta asing sebagai sektor keuangan dengan pertumbuhan paling progresif di dunia. Skala transaksi yang mencapai triliunan dolar setiap harinya mencerminkan tingginya intensitas perdagangan mata uang lintas negara yang dilakukan oleh berbagai entitas untuk mengantisipasi dinamika nilai tukar global (Said dkk., 2024).

Dalam perspektif muamalah Islam kontemporer, aktivitas perdagangan valuta asing pada dasarnya diperbolehkan selama memenuhi prinsip-prinsip syariah yang telah ditetapkan. Fatwa Dewan Syariah Nasional Majelis Ulama Indonesia Nomor 28/DSN-MUI/III/2002 tentang Jual Beli Mata Uang (Al-Sharf) menegaskan bahwa transaksi valuta asing diperbolehkan dengan syarat dilakukan secara tunai dan tidak mengandung unsur riba, gharar (ketidakpastian), dan maysir (spekulasi berlebihan). Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam QS. An-Nisa ayat 29:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا ﴿٢٩﴾

"Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan harta sesamamu dengan cara yang batil (tidak benar), kecuali berupa perniagaan atas dasar suka sama suka di antara kamu. Janganlah kamu membunuh dirimu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu." (Q.S An Nisa:29).

Ayat ini memberikan landasan bahwa perdagangan harus dilakukan dengan cara yang benar, adil, dan saling ridha, termasuk pentingnya pengelolaan risiko yang baik dan disiplin dalam trading. Meskipun menawarkan potensi keuntungan yang menjanjikan, perdagangan *forex* manual menghadapi berbagai tantangan signifikan. Mayoritas *trader* pemula mengalami kerugian dalam kurun waktu tahun pertama mereka, dengan salah satu faktor utama penyebabnya adalah permasalahan dalam eksekusi perdagangan secara manual (Moroke & Dehinbo, 2024). Perdagangan manual seringkali dipengaruhi oleh faktor psikologis dan emosional yang mengganggu pengambilan keputusan rasional. Beberapa permasalahan krusial yang sering dihadapi *trader* antara lain: (1) ketidakdisiplinan dalam mengikuti strategi yang telah ditetapkan, dimana *trader* cenderung mengubah parameter strategi secara impulsif; (2) fenomena *overtrading* atau melakukan transaksi berlebihan tanpa analisis memadai; (3) kesalahan manusia (*human error*) dalam penentuan level *stop loss* dan *take profit*; serta (4) pengaruh emosi seperti ketakutan (*fear*) dan keserakahan (*greed*) yang dapat mendorong tindakan tidak rasional (Gilbert dkk., 2023).

Permasalahan-permasalahan tersebut sejalan dengan prinsip Islam yang mengajarkan pentingnya kehati-hatian, perencanaan matang, dan konsistensi. Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda: "Sesungguhnya Allah menyukai apabila seseorang melakukan suatu pekerjaan, maka ia melakukannya dengan *itqan* (profesional dan berkualitas)" (HR. Thabrani). Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, diperlukan solusi berupa otomatisasi perdagangan menggunakan *Expert Advisor* (EA).

Expert Advisor merupakan program komputer yang dirancang untuk melakukan analisis pasar dan eksekusi transaksi secara otomatis berdasarkan algoritma dan parameter strategi yang telah ditentukan. Dengan menggunakan EA, proses perdagangan dapat berjalan secara objektif, konsisten, dan bebas dari pengaruh emosi (Widiyaningsih & Lailasari, 2025). Implementasi EA pada platform MetaTrader telah terbukti efektif dalam mengotomatisasi strategi *trading* dengan berbagai indikator teknikal (Aulia dkk., 2023; S. M. Simanjuntak & Rahman, 2024).

Dalam penelitian ini, akan dikembangkan sebuah strategi perdagangan yang mengombinasikan indikator *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average*. Strategi ini menggabungkan indikator *Bollinger Bands* yang berfungsi mengukur volatilitas pasar dan mengidentifikasi kondisi *overbought/oversold*, dengan *Multiple Moving Average* yang mengidentifikasi arah *trend* dan level *support/resistance*. *Bollinger Bands* telah terbukti efektif dalam monitoring performa sistem dan dapat diadaptasi untuk analisis pasar *forex* (Vergura, 2020). Kombinasi *Moving Average* dengan indikator lainnya juga menunjukkan hasil yang optimal dalam strategi *trading* algoritmik (Zulkifli dkk., 2024). Kelebihan dari kombinasi kedua indikator ini terletak pada kemampuannya memberikan sistem *dual confirmation* yang dapat menghasilkan sinyal perdagangan pada berbagai kondisi pasar serta memberikan peluang *re-entry* setelah terjadi koreksi harga.

Pemilihan pair GBP/USD sebagai fokus penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan strategis. Pertama, GBP/USD merupakan salah satu *major pair* dengan likuiditas tinggi dan volume perdagangan yang besar, sehingga

memudahkan eksekusi *order* dengan *slippage* minimal. Kedua, pair ini memiliki karakteristik volatilitas yang tinggi dan pergerakan harga yang dinamis, terutama saat sesi perdagangan London dan *overlap* dengan sesi New York, yang memberikan peluang *profit* lebih besar namun juga membutuhkan sistem *trading* yang baik. Ketiga, *spread* GBP/USD relatif kompetitif dibandingkan pair eksotis lainnya, sehingga lebih efisien dari segi biaya transaksi. Keempat, pola pergerakan GBP/USD yang cenderung *trending* dan responsif terhadap data ekonomi fundamental dari dua negara besar (UK dan US) menjadikannya ideal untuk pengujian strategi berbasis indikator teknikal. Karakteristik-karakteristik ini membuat GBP/USD menjadi pair yang tepat untuk mengoptimalkan dan mengevaluasi performa strategi yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi *multi*-indikator dalam *Expert Advisor* dapat meningkatkan akurasi sinyal *trading*. Kombinasi *Bollinger Bands* dan RSI dengan *adaptive money management* pada pair XAU/USD telah diimplementasikan dan memperoleh hasil yang signifikan (Hutabarat dkk., 2025). Penerapan indikator EMA dalam pembuatan robot *Expert Advisor* pada *trading forex* EUR/USD juga menunjukkan hasil yang memuaskan (Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024). Analisis kinerja *Expert Advisor* menggunakan kombinasi indikator *Moving Average* dan *Stochastic Oscillator* menunjukkan performa *trading* yang optimal (J. B. H. Simanjuntak & Syah, 2024).

Meskipun terdapat berbagai EA komersial di pasaran, perancangan EA secara mandiri memiliki beberapa keunggulan: (1) optimalisasi spesifik terhadap karakteristik pair tertentu; (2) biaya yang lebih efisien; (3) kontrol penuh terhadap

logika dan parameter; serta (4) kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan. Penggunaan bahasa pemrograman MQL4 pada platform MetaTrader 4 memberikan keunggulan dalam hal kemudahan implementasi, ketersediaan fungsi *built-in* untuk analisis teknikal, serta dukungan penuh untuk *backtesting* strategi menggunakan data historis (Widiyaningsih dkk., 2025). Proses *backtesting* merupakan tahap krusial untuk mengevaluasi performa *Expert Advisor* sebelum diterapkan pada kondisi pasar riil (Nasution, 2024).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* pada pair GBP/USD menggunakan bahasa pemrograman MQL4. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem *trading* otomatis yang lebih objektif, konsisten, dan sejalan dengan prinsip profesionalitas serta manajemen risiko yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* pada pair GBP/USD menggunakan bahasa pemrograman MQL4?
2. Bagaimana hasil evaluasi performa *Expert Advisor* pada pair GBP/USD berdasarkan pengujian *backtest* menggunakan data historis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* pada pair GBP/USD menggunakan bahasa pemrograman MQL4 dengan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang sistematis dan terstruktur.
2. Mengevaluasi performa *Expert Advisor* pada pair GBP/USD melalui pengujian *backtest* menggunakan data historis untuk menganalisis tingkat akurasi, profitabilitas, dan keandalan sistem sebagai alternatif perdagangan manual yang lebih objektif dan bebas dari pengaruh emosi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem *trading* otomatis, khususnya dalam implementasi strategi kombinasi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average*.
2. Memperkaya literatur akademik tentang penerapan algoritma *trading* pada platform MetaTrader 4 menggunakan bahasa pemrograman MQL4.
3. Memberikan referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan *Expert Advisor* dengan strategi *multi-indikator* dan *dual timeframe* analisis.
4. Menyajikan analisis komprehensif tentang karakteristik *trading* pair GBP/USD dan optimalisasi strategi teknikal pada pair tersebut.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. **Bagi Trader:** Menyediakan solusi otomatisasi *trading* yang dapat mengurangi pengaruh emosi dan meningkatkan konsistensi eksekusi strategi pada pair GBP/USD.
2. **Bagi Peneliti:** Memberikan panduan praktis dalam perancangan dan implementasi *Expert Advisor* menggunakan MQL4 serta metodologi pengujian yang sistematis.
3. **Bagi Pengembang:** Menyediakan kerangka kerja dan dokumentasi lengkap yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan sistem *trading* otomatis dengan indikator teknikal lainnya.
4. **Bagi Akademisi:** Menyediakan studi kasus implementasi prinsip-prinsip manajemen risiko dan profesionalitas yang sejalan dengan nilai-nilai Islam dalam konteks *trading* modern.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada perancangan dan implementasi *Expert Advisor* untuk pair mata uang GBP/USD.
2. Strategi *trading* yang digunakan terbatas pada kombinasi indikator *Bollinger Bands* (periode 20, deviasi 2.0) dan *Multiple Moving Average* (MA5, MA20, MA50) dengan sistem *dual timeframe* (M15 untuk Momentum dan H1 untuk CSAK).

3. Platform yang digunakan adalah MetaTrader 4 dengan bahasa pemrograman MQL4.
4. Pengujian sistem dilakukan melalui metode *backtesting* menggunakan data historis pair GBP/USD minimal 2 tahun dengan *timeframe* H1.
5. Metrik evaluasi yang digunakan meliputi: profitabilitas (*Net Profit, Profit Factor, Expected Payoff*), risiko (*Maximum Drawdown, Relative Drawdown*), dan konsistensi *trading* (*Total Trades, Win Rate, Average Profit/Loss*).
6. Penelitian ini tidak mencakup pengujian pada akun *live trading* atau *forward testing* pada kondisi pasar *real-time*.
7. Manajemen risiko yang diterapkan menggunakan sistem *position sizing*.
8. Penelitian ini tidak membahas aspek fundamental *analysis* atau *news trading* dalam strategi *Expert Advisor*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* pada *trading forex* telah dilakukan oleh berbagai peneliti. Tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu ini penting untuk mengidentifikasi gap penelitian, metodologi yang telah digunakan, serta hasil yang telah dicapai. Berikut adalah tabel literature review dari penelitian-penelitian terdahulu:

Tabel 2. 1 Literature Review Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil	Persamaan
1	Implementation Of Expert Advisor Using Multi-Indicator <i>Bollinger Bands</i> And RSI Optimization With Adaptive Money Management On XAU/USD Pair(Hutabarat dkk., 2025)	Kombinasi <i>Bollinger Bands</i> dan RSI dengan <i>adaptive money management</i> pada MetaTrader 5	Implementasi berhasil dengan performa signifikan pada pair XAU/USD menggunakan manajemen risiko adaptif	Menggunakan <i>Bollinger Bands</i> sebagai indikator utama, implementasi <i>Expert Advisor</i> , fokus pada <i>money management</i>
2	Pembuatan Robot EA MART Sebagai <i>Expert Advisor</i> Dalam Pasar <i>Forex</i> Menggunakan MQL4(Widiyaningsih dkk., 2025)	Pengembangan <i>Expert Advisor</i> menggunakan bahasa pemrograman MQL4 pada platform MetaTrader 4	Robot EA MART berhasil dikembangkan dan dapat melakukan <i>trading</i> otomatis dengan konsisten	Menggunakan MQL4, platform MetaTrader 4, fokus pada otomatisasi <i>trading</i>
3	Pengembangan <i>Expert Advisor</i> Menggunakan Indikator MACD dan <i>Bollinger Bands</i> pada Pasangan Mata Uang USD/JPY di MetaTrader 5(Daram, 2025)	Kombinasi MACD dan <i>Bollinger Bands</i> pada pair USD/JPY dengan platform MetaTrader 5	<i>Expert Advisor</i> berhasil dikembangkan dengan kombinasi MACD dan <i>Bollinger Bands</i> menunjukkan performa optimal	Menggunakan <i>Bollinger Bands</i> , pengembangan <i>Expert Advisor</i> , fokus pada major pair
4	Penerapan Indikator EMA Dalam	Implementasi indikator	Robot <i>Expert Advisor</i> dengan	Menggunakan <i>Moving Average</i> ,

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil	Persamaan
	Pembuatan Robot <i>Expert Advisor</i> Pada <i>Trading Forex</i> EUR/USD(Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024)	<i>Exponential Moving Average</i> pada <i>Expert Advisor</i> untuk pair EUR/USD	indikator EMA menunjukkan hasil yang memuaskan pada pair EUR/USD	implementasi <i>Expert Advisor</i> pada major pair
5	Analisis Kinerja <i>Expert Advisor</i> Pada <i>Trading Forex</i> Dengan Menggunakan Indikator <i>Moving Average</i> Dan <i>Stochastic Oscillator</i> (J. B. H. Simanjuntak & Syah, 2024)	Kombinasi <i>Moving Average</i> dan <i>Stochastic Oscillator</i> dengan analisis kinerja komprehensif	Performa <i>trading</i> optimal dengan kombinasi <i>Moving Average</i> dan <i>Stochastic Oscillator</i>	Menggunakan <i>Moving Average</i> , analisis performa <i>Expert Advisor</i>
6	Implementasi <i>Expert Advisor</i> Berbasis MetaTrader 5 Dalam Analisis Pasar <i>Forex</i> Menggunakan Indikator <i>Relative Strength Index</i> Dan <i>Moving Average</i> : Studi Kasus Pada Pasangan Mata Uang USD/JPY(S. M. Simanjuntak & Rahman, 2024)	Kombinasi RSI dan <i>Moving Average</i> pada platform MetaTrader 5 untuk pair USD/JPY	Implementasi berhasil dengan analisis pasar yang efektif menggunakan kombinasi RSI dan <i>Moving Average</i>	Menggunakan <i>Moving Average</i> , implementasi <i>Expert Advisor</i>
7	Design <i>Algorithmic Trading Strategies</i> with <i>Expert Advisor</i> Using <i>Linear Weighted Moving Average</i> (LWMA) and <i>Stochastic Oscillator</i> Technical Indicators(Zulkifli dkk., 2024)	Kombinasi LWMA dan <i>Stochastic Oscillator</i> dalam strategi <i>trading</i> algoritmik	Kombinasi <i>Moving Average</i> dengan indikator lainnya menunjukkan hasil optimal dalam strategi <i>trading</i> algoritmik	Menggunakan <i>Moving Average</i> , strategi <i>trading</i> algoritmik dengan <i>Expert Advisor</i>
8	Perancangan dan Pengujian Kinerja <i>Expert Advisor</i> Berbasis Indikator RSI, MA, dan Optimasi Lot pada 10 Pair <i>Forex</i> Populer dengan Akun Swap-Free(Nasution, 2024)	Kombinasi RSI dan <i>Moving Average</i> dengan optimasi <i>lot</i> pada 10 pair <i>forex</i>	Proses <i>backtesting</i> merupakan tahap krusial untuk mengevaluasi performa <i>Expert Advisor</i> sebelum diterapkan pada kondisi pasar riil	Menggunakan <i>Moving Average</i> , pengujian performa dengan <i>backtesting</i> , fokus pada optimasi
9	Perancangan EA (<i>Expert Advisor</i>) Untuk <i>Trading Forex</i> Dengan Bahasa	Perancangan <i>Expert Advisor</i> menggunakan MQL4 pada MetaTrader 4	Implementasi EA pada platform MetaTrader telah terbukti efektif dalam	Bahasa pemrograman MQL4, platform MetaTrader 4, otomatisasi <i>trading</i>

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil	Persamaan
	MQL4(Aulia dkk., 2023)		mengotomatisasi strategi <i>trading</i> dengan berbagai indikator teknikal	
10	<i>Bollinger Bands</i> Based on Exponential Moving Average for Statistical Monitoring of Multi-Array Photovoltaic Systems(Vergura, 2020)	Aplikasi <i>Bollinger Bands</i> berbasis <i>Exponential Moving Average</i> untuk monitoring sistem	<i>Bollinger Bands</i> terbukti efektif dalam monitoring performa sistem dan dapat diadaptasi untuk analisis pasar <i>forex</i>	Menggunakan <i>Bollinger Bands</i> , kombinasi dengan <i>Moving Average</i>

Berdasarkan tabel literature review di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian tentang *Expert Advisor* dengan kombinasi *multi*-indikator telah banyak dilakukan dengan hasil yang positif. Namun, kombinasi spesifik antara *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* dengan strategi *dual timeframe* (Momentum dan CSAK) pada pair GBP/USD menggunakan MQL4 belum ditemukan dalam penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan mengembangkan strategi BBMA yang mengintegrasikan analisis volatilitas dan *trend* secara komprehensif, serta menerapkan sistem *money management* dengan layer *martingale* yang terukur pada pair GBP/USD yang memiliki karakteristik volatilitas tinggi.

2.2 Trading Forex dalam Perspektif Islam

Trading forex dalam perspektif Islam merupakan aktivitas muamalah yang diperbolehkan selama memenuhi prinsip-prinsip syariah yang telah ditetapkan. Konsep muamalah mencakup segala bentuk interaksi yang berkaitan dengan pertukaran barang, jasa, dan nilai ekonomi lainnya. Prinsip dasar muamalah dalam

Islam adalah boleh (mubah) selama tidak ada dalil yang melarangnya. Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam QS. An-Nisa ayat 29:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا ﴿٢٩﴾

"Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan harta sesamamu dengan cara yang batil (tidak benar), kecuali berupa perniagaan atas dasar suka sama suka di antara kamu. Janganlah kamu membunuh dirimu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu." (Q.S An Nisa:29).

Ayat ini memberikan landasan bahwa perdagangan harus dilakukan dengan cara yang benar, adil, dan saling ridha, termasuk pentingnya pengelolaan risiko yang baik dan disiplin dalam *trading*. Hukum *trading forex* telah menjadi pembahasan komprehensif di kalangan ulama kontemporer. *Trading forex* pada dasarnya termasuk dalam kategori jual beli mata uang (al-sharf) yang diperbolehkan dalam Islam dengan syarat-syarat tertentu. Fatwa Dewan Syariah Nasional Majelis Ulama Indonesia Nomor 28/DSN-MUI/III/2002 tentang Jual Beli Mata Uang (Al-Sharf) menegaskan bahwa transaksi valuta asing diperbolehkan dengan syarat dilakukan secara tunai dan tidak mengandung unsur riba, gharar (ketidakpastian), dan maysir (spekulasi berlebihan) (Ahmad & Sobri, 2022).

Transaksi *forex* yang sesuai dengan prinsip syariah harus memenuhi beberapa kriteria penting. Pertama, transaksi harus dilakukan secara tunai (taqabudh hukmi) atau *settlement* secara langsung tanpa penundaan penyerahan. Kedua, tidak mengandung unsur riba yang terjadi ketika ada pertukaran mata uang sejenis dengan jumlah yang berbeda atau ada unsur bunga dalam transaksi. Ketiga, menghindari gharar atau ketidakpastian yang berlebihan dalam transaksi. Keempat,

tidak mengandung unsur maysir atau spekulasi yang murni bersifat judi tanpa analisis yang memadai (Luthfiah dkk., 2024).

Prinsip utama dalam al-sharf adalah adanya taqabudh atau serah terima yang dilakukan secara langsung dalam satu majelis transaksi. Dalam konteks *trading forex* modern, taqabudh dapat diinterpretasikan sebagai *settlement* yang dilakukan secara elektronik dan tercatat dalam sistem. Penerapan prinsip al-sharf dalam *trading forex* modern mengharuskan *trader* untuk memastikan bahwa transaksi yang dilakukan bersifat spot (tunai) dan bukan *forward* atau *futures* yang mengandung unsur penundaan. Penggunaan *leverage* yang berlebihan juga perlu dihindari karena dapat mengarah pada praktik riba. Manajemen risiko yang baik, penggunaan *stop loss*, dan disiplin dalam mengikuti strategi *trading* merupakan bentuk implementasi prinsip kehati-hatian yang sejalan dengan nilai-nilai syariah (Ahmad & Sobri, 2022; Luthfiah dkk., 2024).

Trading forex online melalui platform seperti MetaTrader 4 dan MetaTrader 5 pada broker berjangka di Indonesia telah dikaji dari perspektif syariah. Transaksi *forex* dapat diterima secara syariah apabila dilakukan pada broker yang telah tersertifikasi dan tidak menggunakan sistem margin yang mengandung riba, serta menghindari transaksi yang bersifat spekulatif murni (Prasetya & Fadila, 2025).

Islam sangat menekankan pentingnya profesionalitas dan kesempurnaan (*itqan*) dalam setiap pekerjaan yang dilakukan oleh seorang muslim. Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda: "Sesungguhnya Allah menyukai apabila seseorang melakukan suatu pekerjaan, maka ia melakukannya dengan *itqan* (profesional dan berkualitas)" (HR. Thabrani). Hadits ini memberikan landasan

kuat bahwa setiap aktivitas, termasuk *trading forex*, harus dilakukan dengan sungguh-sungguh, terencana, dan berorientasi pada kualitas hasil.

Dalam konteks *trading forex*, profesionalitas tercermin dalam beberapa aspek penting. Pertama, disiplin dalam mengikuti strategi yang telah ditetapkan tanpa terpengaruh oleh emosi sesaat. Kedua, konsistensi dalam menerapkan manajemen risiko yang ketat untuk melindungi modal dari kerugian berlebihan. Ketiga, komitmen untuk terus belajar dan meningkatkan kemampuan analisis pasar. Keempat, transparansi dan kejujuran dalam mencatat setiap transaksi (Gilbert dkk., 2023).

Penggunaan *Expert Advisor* dalam *trading forex* dapat dipandang sebagai bentuk implementasi prinsip *itqan*, dimana *trader* berusaha mengoptimalkan kinerja *trading* dengan memanfaatkan teknologi dan algoritma yang terukur. *Expert Advisor* membantu menghilangkan pengaruh emosi yang sering menjadi penyebab kerugian dalam *trading* manual, sehingga *trading* dapat dilakukan secara lebih objektif dan konsisten. Namun demikian, penggunaan *Expert Advisor* tetap harus didasarkan pada strategi yang matang, *backtesting* yang komprehensif, dan pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik pasar (Moroke & Dehinbo, 2024). Profesionalitas dalam *trading* juga mencakup aspek manajemen risiko yang terukur, dimana *trader* tidak akan mempertaruhkan seluruh modalnya dalam satu transaksi, melainkan akan menerapkan *position sizing* yang proporsional dan menggunakan *stop loss* untuk membatasi kerugian (Hartono dkk., 2024).

2.3 Pasar *Forex* dan Pair GBP/USD

Forex atau *foreign exchange* merupakan pasar keuangan global yang memfasilitasi pertukaran mata uang antar negara dengan tujuan memperoleh keuntungan dari fluktuasi nilai tukar. Pasar *forex* beroperasi secara desentralisasi dan berlangsung selama 24 jam sehari, 5 hari dalam seminggu, dengan volume transaksi mencapai triliunan dolar setiap harinya. Karakteristik ini menjadikan *forex* sebagai pasar keuangan terbesar dan paling likuid di dunia (Said dkk., 2024).

Trading forex melibatkan aktivitas jual beli pasangan mata uang (*currency pair*) dimana *trader* membeli satu mata uang dan secara bersamaan menjual mata uang lainnya. Keuntungan atau kerugian diperoleh dari pergerakan nilai tukar antara kedua mata uang tersebut. Pasar *forex* memainkan peran penting dalam memperkuat resiliensi bisnis global dengan menyediakan mekanisme untuk lindung nilai (*hedging*) terhadap risiko fluktuasi mata uang dan memfasilitasi transaksi perdagangan internasional (Obiri dkk., 2023).

Pasar *forex* memiliki beberapa karakteristik unik yang membedakannya dari pasar keuangan lainnya. Karakteristik pertama adalah likuiditas tinggi, dimana volume transaksi yang sangat besar memungkinkan eksekusi *order* dengan cepat dan *slippage* yang minimal. Likuiditas tinggi juga berarti bahwa *trader* dapat masuk dan keluar dari posisi dengan mudah tanpa mempengaruhi harga pasar secara signifikan (Obiri dkk., 2023).

Karakteristik kedua adalah pasar *forex* beroperasi secara global dan desentralisasi tanpa ada bursa sentral. Transaksi dilakukan melalui jaringan elektronik yang menghubungkan bank, institusi keuangan, dan broker di seluruh

dunia. Pasar *forex* dibagi menjadi beberapa sesi *trading* utama berdasarkan zona waktu: sesi Asia (Tokyo), sesi Eropa (London), dan sesi Amerika (New York). Overlap antara sesi London dan New York merupakan periode dengan volatilitas dan volume *trading* tertinggi.

Karakteristik ketiga adalah *leverage* yang tinggi. Broker *forex* menyediakan *leverage* yang memungkinkan *trader* untuk mengontrol posisi yang jauh lebih besar daripada modal yang dimiliki. Meskipun *leverage* dapat memperbesar potensi *profit*, namun juga meningkatkan risiko kerugian secara proporsional (Hartono dkk., 2024). Karakteristik keempat adalah volatilitas yang dinamis. Pergerakan harga di pasar *forex* dipengaruhi oleh berbagai faktor fundamental seperti kebijakan moneter bank sentral, data ekonomi, peristiwa geopolitik, dan sentimen pasar (Gilbert dkk., 2023).

Pair GBP/USD, yang dikenal dengan sebutan "*Cable*", merupakan salah satu major *currency pair* yang paling populer dan banyak diperdagangkan di pasar *forex*. Pair ini menggambarkan nilai tukar antara Poundsterling Inggris (GBP) terhadap Dolar Amerika Serikat (USD). GBP/USD memiliki beberapa karakteristik unik yang menjadikannya menarik bagi *trader*, sekaligus menantang karena volatilitasnya yang tinggi.

Karakteristik pertama dari GBP/USD adalah likuiditas yang sangat tinggi. Sebagai salah satu major pair, GBP/USD memiliki volume transaksi harian yang besar, sehingga memudahkan eksekusi *order* dengan *spread* yang kompetitif dan *slippage* yang minimal. Karakteristik kedua adalah volatilitas yang tinggi dan pergerakan harga yang dinamis. GBP/USD dikenal sebagai pair yang memiliki

range pergerakan harian (average true range) yang lebih besar dibandingkan dengan pair major lainnya seperti EUR/USD. Volatilitas tertinggi biasanya terjadi saat sesi perdagangan London dan *overlap* dengan sesi New York (Lampreia dkk., 2024).

Karakteristik ketiga adalah responsivitas terhadap data ekonomi fundamental. GBP/USD sangat sensitif terhadap rilis data ekonomi dari Inggris dan Amerika Serikat, seperti tingkat suku bunga, inflasi, data ketenagakerjaan, dan pertumbuhan GDP. Kebijakan moneter *Bank of England* (BoE) dan *Federal Reserve* (Fed) memiliki pengaruh signifikan terhadap pergerakan pair ini. Kemampuan analisis teknikal untuk memprediksi pergerakan GBP/USD telah terbukti efektif, terutama ketika dikombinasikan dengan pemahaman terhadap faktor fundamental (Lampreia dkk., 2024).

Karakteristik keempat adalah pola pergerakan yang cenderung *trending*. GBP/USD memiliki kecenderungan untuk membentuk *trend* yang kuat dan bertahan dalam periode waktu yang cukup lama, baik *uptrend* maupun *downtrend*. Karakteristik ini menjadikan GBP/USD ideal untuk strategi *trading* yang berbasis pada indikator *trend-following* seperti *Moving Average* dan *Bollinger Bands* (Ghanem dkk., 2024).

Timeframe merupakan interval waktu yang digunakan untuk menampilkan data harga dalam bentuk *candlestick* atau *bar chart* pada platform *trading*. Pemilihan *timeframe* yang tepat sangat penting dalam analisis teknikal karena setiap *timeframe* memberikan perspektif yang berbeda terhadap pergerakan harga dan *trend* pasar. *Timeframe* dalam *trading forex* dapat dikategorikan menjadi

timeframe jangka pendek (M1, M5, M15), jangka menengah (M30, H1, H4), dan jangka panjang (D1, W1, MN).

Konsep *multiple timeframe analysis* atau *dual timeframe* merupakan pendekatan yang menggabungkan analisis dari beberapa *timeframe* yang berbeda untuk mendapatkan konfirmasi sinyal yang lebih kuat. Dalam strategi BBMA yang dikembangkan dalam penelitian ini, digunakan *dual timeframe* yaitu M15 untuk analisis momentum jangka pendek dan H1 untuk analisis CSAK (Candlestick Arah Kukuh) yang memberikan konfirmasi *trend* dan level *support/resistance*. Kombinasi ini memungkinkan sistem untuk menangkap momentum *entry* yang optimal sambil tetap memperhatikan struktur *trend* yang lebih besar.

Penggunaan *dual timeframe* memberikan beberapa keuntungan. Pertama, mengurangi *false signal* dengan melakukan filter melalui konfirmasi dari *timeframe* yang lebih tinggi. Kedua, memberikan *entry point* yang lebih presisi melalui analisis *timeframe* yang lebih rendah. Ketiga, membantu dalam penentuan level *stop loss* dan *take profit* yang lebih akurat berdasarkan struktur pasar pada *timeframe* yang lebih tinggi. Keempat, meningkatkan probabilitas keberhasilan *trading* dengan sistem *dual confirmation* (Ghanem dkk., 2024; Wu, 2024).

2.4 Analisis Teknikal

Analisis teknikal merupakan metode analisis pasar yang mempelajari pergerakan harga historis dan volume *trading* untuk memprediksi arah pergerakan harga di masa depan. Berbeda dengan analisis fundamental yang fokus pada nilai intrinsik aset berdasarkan kondisi ekonomi dan keuangan, analisis teknikal

berfokus pada pola harga, *trend*, dan indikator teknikal yang diturunkan dari data harga dan volume.

Analisis teknikal didasarkan pada tiga asumsi fundamental. Pertama, "*price discounts everything*" atau harga mencerminkan semua informasi yang tersedia. Kedua, "*price moves in trends*" atau harga bergerak dalam pola *trend* yang dapat diidentifikasi. Ketiga, "*history tends to repeat itself*" atau pola pergerakan harga cenderung berulang karena psikologi pasar yang konsisten. Kemampuan prediktif analisis teknikal dalam pasar *forex* telah terbukti efektif, terutama ketika menggunakan *forward return* sebagai metode evaluasi. Indikator teknikal dapat memberikan sinyal yang akurat baik untuk mata uang negara maju maupun berkembang ketika dikombinasikan dengan strategi manajemen risiko yang tepat (Ghanem dkk., 2024; Wu, 2024).

Bollinger Bands merupakan indikator teknikal yang dikembangkan oleh John Bollinger untuk mengukur volatilitas pasar dan mengidentifikasi kondisi *overbought* dan *oversold*. Indikator ini terdiri dari tiga garis: *middle band* (*Moving Average*), *upper band*, dan *lower band*. *Upper* dan *lower band* dihitung berdasarkan deviasi standar dari *middle band*, yang mencerminkan volatilitas harga. Prinsip kerja *Bollinger Bands* didasarkan pada konsep statistik dimana sebagian besar data (sekitar 95%) akan berada dalam rentang dua deviasi standar dari rata-rata. Ketika harga menyentuh atau menembus *upper band*, ini mengindikasikan kondisi *overbought* atau potensi pembalikan harga ke bawah. Sebaliknya, ketika harga menyentuh atau menembus *lower band*, ini mengindikasikan kondisi *oversold* atau potensi pembalikan harga ke atas (Alhaziva dkk., 2023).

Bollinger Bands efektif dalam mengidentifikasi volatilitas pasar. Ketika *band* menyempit (*squeeze*), ini mengindikasikan volatilitas yang rendah dan potensi breakout yang akan datang. Sebaliknya, ketika *band* melebar, ini mengindikasikan volatilitas yang tinggi. *Bollinger Bands* telah terbukti efektif dalam monitoring performa sistem dan dapat diadaptasi untuk analisis pasar *forex*. Kombinasi *Bollinger Bands* dengan indikator lain seperti RSI maupun *Moving Average* telah diimplementasikan dalam berbagai penelitian *Expert Advisor* dengan hasil yang signifikan (Hutabarat dkk., 2025; Vergura, 2020).

Moving Average (MA) merupakan indikator teknikal yang paling fundamental dan banyak digunakan dalam analisis *trend* pasar. *Moving Average* menghitung rata-rata harga dalam periode waktu tertentu dan menghasilkan garis yang mengikuti pergerakan harga dengan lebih *smooth*, sehingga memudahkan identifikasi arah *trend* dan level *support/resistance* dinamis. Terdapat beberapa jenis *Moving Average* berdasarkan metode perhitungannya: *Simple Moving Average* (SMA), *Exponential Moving Average* (EMA), dan *Linear Weighted Moving Average* (LWMA) (Zulkifli dkk., 2024).

Penggunaan *Multiple Moving Average* atau kombinasi beberapa *Moving Average* dengan periode berbeda memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang kondisi pasar. *Moving Average* dengan periode pendek (*fast MA*) lebih sensitif terhadap perubahan harga dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi momentum jangka pendek. *Moving Average* dengan periode panjang (*slow MA*) lebih stabil dan digunakan untuk mengidentifikasi *trend* jangka panjang. Kombinasi beberapa *Moving Average* dengan periode berbeda dapat digunakan untuk

mengidentifikasi arah tren, momentum, serta area *support* dan *resistance* dinamis. Informasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sistem *trading* algoritmik (Sahid & Zulkarnain, 2022).

Indikator *Exponential Moving Average* dalam implementasi *Expert Advisor* pada *trading forex* menunjukkan hasil yang memuaskan dalam mengidentifikasi *trend* dan momentum pasar. *Moving Average* juga efektif sebagai *dynamic support* dan *resistance level*, dimana harga cenderung bereaksi ketika menyentuh garis MA (Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024; J. B. H. Simanjuntak & Syah, 2024).

Strategi BBMA (*Bollinger Bands Moving Average*) merupakan strategi *trading* yang menggabungkan indikator *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* untuk mengidentifikasi peluang *entry* dan *exit* dalam *trading forex*. Strategi ini dikembangkan dengan tujuan menangkap momentum pergerakan harga yang dikonfirmasi oleh kondisi volatilitas pasar dan arah tren sehingga menghasilkan sinyal *trading* yang lebih akurat dan konsisten. Konsep dasar strategi BBMA adalah menggunakan *Bollinger Bands* sebagai indikator momentum dan volatilitas, sementara *Multiple Moving Average* digunakan untuk mengidentifikasi arah tren serta area *support* dan *resistance* dinamis. Kombinasi kedua indikator tersebut membentuk sistem *dual confirmation* dimana transaksi hanya dilakukan apabila kondisi momentum dan kondisi tren menunjukkan arah yang sama.

Strategi BBMA yang diimplementasikan pada penelitian ini menggunakan pendekatan *dual timeframe*, yaitu *timeframe* M15 sebagai pendeteksi momentum dan *timeframe* H1 sebagai konfirmasi arah tren. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk menangkap momentum pergerakan harga jangka pendek sekaligus

memastikan bahwa transaksi dilakukan searah dengan struktur tren jangka menengah yang sedang berlangsung. Penggunaan analisis *multi-timeframe* dalam sistem *trading* algoritmik mampu meningkatkan kualitas sinyal karena proses pengambilan keputusan tidak hanya bergantung pada satu horizon waktu pengamatan.

Komponen utama strategi terdiri atas *Bollinger Bands* dengan periode 20 dan deviasi 2,2, LWMA 5 *High* dan LWMA 5 *Low* sebagai area *support* dan *resistance* dinamis jangka pendek, LWMA 20 *High* dan LWMA 20 *Low* sebagai area *support* dan *resistance* dinamis jangka menengah, serta EMA 55 yang berfungsi sebagai filter tren utama. Penggunaan LWMA dipilih karena memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan harga dibandingkan metode *Moving Average* lainnya sehingga lebih responsif dalam mendeteksi area *retracement* dan *re-entry*. Sementara itu, EMA digunakan sebagai indikator tren utama karena mampu merespons perubahan harga lebih cepat dibandingkan Simple *Moving Average* namun tetap mempertahankan kestabilan tren yang diamati (Zulkifli dkk., 2024).

Logika momentum dalam strategi BBMA berfokus pada identifikasi breakout volatilitas menggunakan *Bollinger Bands* pada *timeframe* M15. Momentum *bullish* dinyatakan valid ketika harga penutupan (*close*) *candle* berada di atas *Upper Bollinger Band* yang menunjukkan adanya tekanan beli yang kuat dan potensi kelanjutan tren naik. Sebaliknya, momentum *bearish* dinyatakan valid ketika harga penutupan *candle* berada di bawah *Lower Bollinger Band* yang menunjukkan dominasi tekanan jual dan potensi kelanjutan tren turun. Berbeda

dengan penggunaan *Bollinger Bands* sebagai indikator *overbought* dan *oversold*, pada penelitian ini *Bollinger Bands* dimanfaatkan sebagai alat identifikasi momentum melalui breakout batas atas maupun batas bawah *band* (Alhaziva dkk., 2023).

Setelah momentum teridentifikasi pada *timeframe* M15, sistem melakukan proses konfirmasi tren menggunakan konsep CSAK (*Candlestick Arah Kukuh*) pada *timeframe* H1. Pada implementasi *Expert Advisor* ini, CSAK ditentukan berdasarkan posisi harga terhadap keseluruhan struktur indikator yang digunakan. Kondisi CSAK *Buy* dinyatakan valid apabila harga penutupan *candle* H1 berada di atas *Middle Bollinger Band*, *LWMA 5 High*, *LWMA 5 Low*, *LWMA 20 High*, *LWMA 20 Low*, dan *EMA 55* secara bersamaan. Sebaliknya, CSAK *Sell* dinyatakan valid apabila harga penutupan *candle* berada di bawah seluruh indikator tersebut. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa arah tren yang teridentifikasi benar-benar kuat dan didukung oleh keseluruhan struktur *Moving Average* yang digunakan dalam sistem. Pemanfaatan *Moving Average* sebagai indikator tren sekaligus area *support* dan *resistance* dinamis telah banyak digunakan dalam pengembangan sistem *trading* otomatis berbasis *Expert Advisor* (J. B. H. Simanjuntak & Syah, 2024).

Salah satu karakteristik utama *Expert Advisor* yang dikembangkan adalah penggunaan mekanisme *state machine* sederhana dalam proses pengambilan keputusan. Sistem menyimpan status momentum dan status CSAK yang telah terbentuk ke dalam variabel internal sehingga kondisi tersebut tetap dipertahankan meskipun *candle* baru telah terbentuk. Dengan mekanisme ini, momentum dan

CSAK tidak harus muncul secara bersamaan pada *candle* yang sama dengan *candle entry*. Ketika momentum *bullish* terdeteksi, status momentum akan disimpan sebagai Momentum *Buy* dan akan tetap aktif sampai muncul momentum *bearish* yang menggantikannya. Mekanisme yang sama diterapkan pada status CSAK. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk menyimpan informasi arah pasar yang telah terkonfirmasi kemudian menunggu terbentuknya area *entry* yang lebih optimal melalui *retracement* harga. Konsep penyimpanan status dan pengambilan keputusan bertahap merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam pengembangan sistem *Expert Advisor* untuk meningkatkan konsistensi eksekusi strategi otomatis.

Proses *entry* dilakukan menggunakan konsep *re-entry after momentum*. Setelah status momentum dan CSAK berada pada arah yang sama, sistem tidak langsung membuka posisi, melainkan menunggu harga melakukan *retracement* ke area *support* atau *resistance* dinamis yang dibentuk oleh LWMA 5 dan LWMA 20. Untuk posisi *buy*, sistem menunggu nilai *Low candle* memasuki area yang berada di antara LWMA 5 *Low* dan LWMA 20 *Low*, kemudian *candle* harus ditutup kembali di atas kedua *Moving Average* tersebut. Untuk posisi *sell*, sistem menunggu nilai *High candle* memasuki area yang berada di antara LWMA 5 *High* dan LWMA 20 *High*, kemudian *candle* harus ditutup kembali di bawah kedua *Moving Average* tersebut. Pendekatan ini bertujuan memperoleh harga *entry* yang lebih baik dibandingkan melakukan *entry* secara langsung saat momentum pertama kali muncul. Pemanfaatan *Moving Average* sebagai area *retracement* dan *dynamic*

support-resistance telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas sinyal *trading* pada sistem berbasis indikator teknikal.

Selain kondisi momentum, CSAK, dan *re-entry*, sistem juga menerapkan beberapa filter tambahan sebelum melakukan transaksi, yaitu posisi harga terhadap EMA 55, pembatasan *spread* maksimum, validasi jam *trading*, pembatasan jumlah posisi yang masih terbuka, serta validasi pembentukan *candle* baru. Apabila seluruh kondisi tersebut terpenuhi secara simultan, *Expert Advisor* akan mengeksekusi *order buy* atau *sell* secara otomatis sesuai arah sinyal yang terbentuk. Dengan mekanisme tersebut, sistem mampu mengombinasikan identifikasi momentum, konfirmasi tren, dan *re-entry* dalam satu proses pengambilan keputusan yang terstruktur sehingga menghasilkan sinyal *trading* yang lebih selektif dan sesuai dengan arah pasar yang dominan. Pendekatan semacam ini sejalan dengan berbagai penelitian pengembangan *Expert Advisor* yang menekankan pentingnya integrasi indikator teknikal, konfirmasi berlapis, dan otomatisasi eksekusi untuk meningkatkan konsistensi performa *trading*.

Kriteria *entry* dalam strategi BBMA dirancang untuk memastikan bahwa posisi hanya dibuka ketika kondisi momentum pada *timeframe* M15 dan kondisi CSAK pada *timeframe* H1 telah terkonfirmasi pada arah yang sama. Untuk posisi *buy*, sistem terlebih dahulu mengidentifikasi momentum *bullish* yang ditandai dengan harga penutupan *candle* M15 berada di atas *Upper Bollinger Band*. Setelah momentum terbentuk, sistem memverifikasi bahwa kondisi CSAK *Buy* pada *timeframe* H1 masih valid, yaitu harga penutupan berada di atas *Middle Bollinger Band*, LWMA 5 *High*, LWMA 5 *Low*, LWMA 20 *High*, LWMA 20 *Low*, dan EMA

55. Selanjutnya sistem menunggu harga melakukan *retracement* ke area yang berada di antara LWMA 5 *Low* dan LWMA 20 *Low*, kemudian *candle* harus kembali ditutup di atas kedua *Moving Average* tersebut sebagai konfirmasi *re-entry*. Selain itu, sistem juga memperhatikan berbagai kondisi operasional seperti *spread* maksimum, jam *trading*, jumlah posisi aktif, dan batas maksimum layer yang diizinkan sebelum melakukan eksekusi transaksi. Kriteria *exit* pada *Expert Advisor* ini dilakukan menggunakan mekanisme *take profit by momentum* atau *take profit by fixed target*, pengelolaan layer posisi, dan *cutloss management* berdasarkan batas penurunan ekuitas yang telah ditentukan pada sistem (Gilbert dkk., 2023).

Strategi BBMA memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya efektif untuk *trading forex*. Kelebihan pertama adalah sistem *dual confirmation* yang menggabungkan analisis volatilitas melalui *Bollinger Bands* dan analisis *trend* melalui *Multiple Moving Average*, sehingga menghasilkan sinyal *trading* yang lebih akurat. Kelebihan kedua adalah implementasi *dual timeframe analysis* yang memberikan perspektif komprehensif terhadap kondisi pasar. Kelebihan ketiga adalah fleksibilitas strategi dalam berbagai kondisi pasar. Kelebihan keempat adalah integrasi *money management* dan *risk management* yang terukur (Hartono dkk., 2024).

Meskipun memiliki banyak kelebihan, strategi BBMA juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan pertama adalah potensi *false signal* pada kondisi pasar *sideways* atau *ranging*. Kelemahan kedua adalah ketergantungan pada parameter indikator yang digunakan. Kelemahan ketiga adalah risiko *martingale* dalam layer *management*. Kelemahan keempat adalah keterbatasan dalam

menghadapi *gap price* atau *slippage* yang besar, terutama saat rilis *news* fundamental yang *high impact*.

2.5 *Expert Advisor* dan Platform MetaTrader 4

Expert Advisor (EA) merupakan program komputer yang dirancang khusus untuk melakukan analisis pasar dan eksekusi transaksi secara otomatis pada platform *trading forex* berdasarkan algoritma dan parameter strategi yang telah ditentukan sebelumnya. EA memungkinkan *trader* untuk mengotomatisasi seluruh proses *trading* mulai dari analisis teknikal, identifikasi sinyal *entry*, eksekusi *order*, pengelolaan posisi, hingga penutupan posisi berdasarkan kriteria *take profit* atau *stop loss* yang telah ditetapkan (Siaurance & Pangaribuan, 2022).

Konsep *Expert Advisor* muncul sebagai solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam *trading* manual yang dipengaruhi oleh faktor psikologis dan emosional. EA bekerja berdasarkan logika pemrograman yang objektif dan konsisten, sehingga dapat menghilangkan pengaruh emosi seperti ketakutan (*fear*) dan keserakahan (*greed*) yang sering menjadi penyebab kerugian dalam *trading*. Dengan menggunakan EA, proses perdagangan dapat berjalan secara objektif, konsisten, dan bebas dari pengaruh emosi (Widiyaningsih dkk., 2025).

Expert Advisor dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan strategi yang diimplementasikan. EA *trend-following* menggunakan indikator *trend* seperti *Moving Average* untuk mengidentifikasi dan mengikuti arah *trend* pasar. EA *mean reversion* menggunakan indikator seperti *Bollinger Bands* dan *RSI* untuk mengidentifikasi kondisi *overbought/oversold* dan melakukan *trading* berdasarkan ekspektasi harga akan kembali ke nilai rata-rata. EA *scalping* fokus pada

pergerakan harga jangka sangat pendek dengan target *profit* kecil namun frekuensi *trading* tinggi. EA *grid* dan *martingale* menggunakan sistem *multiple entry* dengan jarak tertentu dan pengelolaan *lot* yang progresif (Aulia dkk., 2023).

Penggunaan *Expert Advisor* dalam *trading forex* memberikan berbagai keuntungan signifikan dibandingkan dengan *trading* manual. Keuntungan pertama adalah eliminasi pengaruh emosi dalam pengambilan keputusan *trading*. EA bekerja berdasarkan logika pemrograman yang objektif dan tidak terpengaruh oleh fluktuasi emosional, sehingga dapat mengeksekusi strategi secara konsisten (Jonatan Samuels & Caren Rorimpandey, 2024).

Keuntungan kedua adalah konsistensi dalam eksekusi strategi. Trader manual sering mengalami kesulitan untuk mengikuti strategi yang telah ditetapkan secara konsisten, terutama saat menghadapi kondisi pasar yang volatil atau setelah mengalami kerugian beruntun. EA memastikan bahwa setiap sinyal *trading* dieksekusi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan tanpa deviasi. Keuntungan ketiga adalah kemampuan untuk memonitor pasar secara kontinu 24/5. Pasar *forex* beroperasi 24 jam sehari selama 5 hari dalam seminggu, yang tidak mungkin dimonitor secara manual oleh *trader* individual.

Keuntungan keempat adalah kecepatan dan presisi dalam eksekusi *order*. EA dapat menganalisis kondisi pasar dan mengeksekusi *order* dalam hitungan milidetik, yang jauh lebih cepat dibandingkan eksekusi manual (Moroke & Dehinbo, 2024). Keuntungan kelima adalah kemampuan untuk melakukan *backtesting* secara komprehensif. EA dapat diuji menggunakan data historis untuk mengevaluasi performa strategi sebelum diterapkan pada akun *live*. *Backtesting*

memberikan informasi penting tentang profitabilitas, *drawdown*, *win rate*, dan metrik performa lainnya (Nasution, 2024).

MetaTrader 4 (MT4) merupakan platform *trading forex* yang paling populer dan banyak digunakan di seluruh dunia. Dikembangkan oleh MetaQuotes Software, MT4 menyediakan *interface* yang user-friendly, *Tools* analisis teknikal yang lengkap, serta kemampuan untuk mengimplementasikan *trading* otomatis melalui *Expert Advisor*. Platform ini telah menjadi standar industri dalam *trading forex* retail dan didukung oleh mayoritas broker *forex* internasional.

MT4 menyediakan berbagai fitur yang mendukung aktivitas *trading* baik secara manual maupun otomatis. Fitur *charting* yang *advanced* memungkinkan *trader* untuk menampilkan data harga dalam berbagai *timeframe* mulai dari M1 hingga MN dengan tipe *chart candlestick*, bar, atau *line*. Platform ini juga dilengkapi dengan puluhan indikator teknikal *built-in* seperti *Moving Average*, *Bollinger Bands*, RSI, MACD, *Stochastic*, dan lain-lain yang dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan.

Salah satu keunggulan utama MT4 adalah kemampuan untuk mengembangkan dan menjalankan *Expert Advisor* menggunakan bahasa pemrograman MQL4. Platform ini menyediakan MetaEditor yang merupakan *integrated development environment* (IDE) khusus untuk coding, *debugging*, dan compiling program MQL4. MetaEditor dilengkapi dengan *syntax highlighting*, *code completion*, dan *debugging Tools* yang memudahkan proses *development* (Widiyaningsih dkk., 2025).

MT4 juga dilengkapi dengan *Strategy Tester* yang merupakan *Tools* powerful untuk melakukan *backtesting Expert Advisor* menggunakan data historis. *Strategy Tester* memungkinkan *trader* untuk mengevaluasi performa EA dengan berbagai parameter dan *timeframe*, menganalisis metrik profitabilitas dan risiko, serta melakukan optimasi parameter untuk mendapatkan hasil yang optimal. Fitur ini sangat penting dalam proses pengembangan dan validasi strategi *trading* sebelum diterapkan pada akun *live* (Nasution, 2024).

MQL4 (MetaQuotes Language 4) merupakan bahasa pemrograman khusus yang dikembangkan oleh MetaQuotes Software untuk membuat *Expert Advisor*, *custom indicators*, dan *scripts* pada platform MetaTrader 4. MQL4 memiliki *syntax* yang mirip dengan bahasa C dan dirancang khusus untuk memudahkan implementasi strategi *trading* dan analisis teknikal tanpa memerlukan pengetahuan pemrograman yang sangat mendalam.

Struktur dasar bahasa MQL4 terdiri dari beberapa komponen penting. Pertama adalah fungsi-fungsi *built-in* yang menyediakan akses ke data pasar, informasi akun, dan operasi *trading*. Fungsi seperti *iOpen()*, *iClose()*, *iHigh()*, *iLow()* digunakan untuk mengakses data harga, sementara fungsi seperti *OrderSend()*, *OrderClose()*, *OrderModify()* digunakan untuk melakukan operasi *trading*. Fungsi-fungsi indikator teknikal seperti *iMA()*, *iBands()*, *iRSI()* juga tersedia secara *built-in* (Widiyaningsih dkk., 2025).

Komponen kedua adalah event handler functions yang merupakan fungsi-fungsi khusus yang dipanggil secara otomatis oleh platform MT4 pada event tertentu. Fungsi *OnInit()* dipanggil saat EA pertama kali diload pada *chart*,

digunakan untuk inisialisasi variabel dan parameter. Fungsi OnTick() dipanggil setiap kali ada perubahan harga (*tick* baru), merupakan fungsi utama dimana logika *trading* diimplementasikan. Fungsi OnDeinit() dipanggil saat EA dihapus dari *chart*, digunakan untuk *cleanup* dan finalisasi.

Struktur program *Expert Advisor* dalam MQL4 mengikuti pola yang standar dengan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Bagian pertama adalah declaration section yang berisi deklarasi *external variables*, *global variables*, dan *constants*. *External variables* merupakan parameter yang dapat diubah oleh user melalui *interface* MT4 tanpa harus mengubah code. Bagian kedua adalah *initialization function* (OnInit()) yang dipanggil saat EA pertama kali di-load. Bagian ketiga adalah *main function* (OnTick()) yang merupakan jantung dari *Expert Advisor* dimana terdapat tahapan: pengecekan kondisi awal, perhitungan nilai indikator teknikal, analisis sinyal *trading*, eksekusi *order*, dan monitoring posisi (Aulia dkk., 2023; Widiyaningsih dkk., 2025).

Keunggulan MQL4 terletak pada kemudahan implementasi strategi *trading* dengan fungsi *built-in* yang lengkap untuk analisis teknikal dan operasi *trading*. Programmer tidak perlu mengimplementasikan algoritma indikator teknikal dari nol karena sudah tersedia secara *built-in* dengan parameter yang dapat dikustomisasi. Proses *development* dengan MQL4 dimulai dengan menulis code di MetaEditor, kemudian melakukan compiling untuk menghasilkan file *executable* (.ex4). File ini kemudian dapat di-load pada *chart* MT4 untuk dijalankan.

2.6 Manajemen Risiko dalam *Trading*

Risk per trade merupakan konsep fundamental dalam manajemen risiko *trading* yang menentukan seberapa besar persentase dari total modal yang dipertaruhkan dalam setiap transaksi. Konsep ini bertujuan untuk melindungi modal dari kerugian berlebihan dan memastikan bahwa akun *trading* dapat bertahan dari periode *drawdown* yang tidak terhindarkan. Standar *risk per trade* yang umum digunakan oleh *trader* profesional berkisar antara 1-2% dari total modal akun untuk setiap transaksi. Persentase ini memastikan bahwa meskipun terjadi kerugian beruntun, akun masih memiliki modal yang cukup untuk *recovery* (Gilbert dkk., 2023).

Perhitungan *risk per trade* melibatkan beberapa komponen. Pertama adalah menentukan persentase *risk* yang akan digunakan, misalnya 1% atau 2%. Kedua adalah menghitung jumlah uang dalam dollar yang akan dipertaruhkan berdasarkan *balance* atau *equity* akun. Ketiga adalah menentukan jarak *stop loss* dalam pips berdasarkan strategi yang digunakan. Keempat adalah menghitung *lot size* yang sesuai agar kerugian maksimal jika *stop loss* tercapai tidak melebihi *risk* yang telah ditentukan. Formula umum perhitungan *lot size* adalah:
$$\text{Lot Size} = (\text{Account Balance} \times \text{Risk Percentage}) / (\text{Stop Loss in Pips} \times \text{Pip Value}).$$

Penerapan *risk per trade* yang konsisten mencegah *trader* dari godaan untuk melakukan *overtrading* atau *revenge trading* setelah mengalami kerugian. Dengan *risk per trade* yang *fixed*, setiap transaksi diperlakukan sama tanpa terpengaruh hasil transaksi sebelumnya (Hartono dkk., 2024).

Risk-reward ratio merupakan perbandingan antara potensi kerugian (*risk*) dengan potensi keuntungan (*reward*) dalam sebuah transaksi *trading*. Ratio ini menjadi metrik penting untuk mengevaluasi apakah sebuah *setup trading* memiliki *expected value* yang positif dan layak untuk diambil. *Risk-reward ratio* yang baik memastikan bahwa meskipun *win rate* tidak terlalu tinggi, *trading* tetap dapat *profitable* dalam jangka panjang.

Konsep *risk-reward ratio* didasarkan pada prinsip bahwa keuntungan yang diperoleh dari transaksi yang *profit* harus dapat mengkompensasi kerugian dari transaksi yang *loss*. Sebagai contoh, *risk-reward ratio* 1:2 berarti bahwa untuk setiap \$1 yang dipertaruhkan, target *profit* adalah \$2. Dengan ratio ini, *trader* hanya perlu memiliki *win rate* di atas 33.33% untuk mencapai break-even. *Risk-reward ratio* yang umum digunakan dalam *trading forex* berkisar antara 1:1.5 hingga 1:3, tergantung pada karakteristik pair dan strategi yang digunakan (Gilbert dkk., 2023).

Position sizing merupakan proses menentukan ukuran posisi *trading* (*lot size*) yang akan dibuka berdasarkan modal akun dan *risk tolerance* yang telah ditetapkan. *Position sizing* yang tepat memastikan bahwa setiap transaksi memiliki *risk exposure* yang terukur dan konsisten, *regardless* dari volatilitas pair atau jarak *stop loss* yang berbeda-beda antar *setup*. Metode *position sizing* yang paling umum adalah *fixed fractional method*, dimana *lot size* dihitung berdasarkan persentase tetap dari modal akun. Metode ini memiliki keuntungan yaitu *lot size* akan otomatis menyesuaikan dengan pertumbuhan atau penurunan modal akun (Gilbert dkk., 2023).

Stop loss dan *take profit* merupakan level harga yang telah ditentukan sebelumnya dimana posisi *trading* akan ditutup secara otomatis untuk membatasi kerugian atau mengamankan keuntungan. Penggunaan *stop loss* dan *take profit* yang tepat menjadi komponen krusial dalam manajemen risiko *trading* dan menentukan *risk-reward ratio* dari setiap transaksi. *Stop loss* berfungsi sebagai proteksi terhadap kerugian berlebihan ketika harga bergerak melawan posisi. Penempatan *stop loss* harus didasarkan pada analisis teknikal yang valid, bukan berdasarkan jumlah dollar yang bersedia untuk dirugikan (Gilbert dkk., 2023).

Martingale merupakan teknik *money management* yang berasal dari teori probabilitas, dimana ukuran posisi ditingkatkan setelah mengalami kerugian dengan tujuan untuk *recovery loss* sebelumnya ketika posisi berikutnya *profit*. Dalam konteks *trading forex*, *martingale* diimplementasikan dengan membuka posisi tambahan (layer) dengan *lot size* yang lebih besar ketika harga bergerak melawan posisi awal. Meskipun *martingale* secara teoritis dapat menghasilkan *profit* dalam jangka pendek, metode ini memiliki risiko yang sangat tinggi. Kerugian beruntun yang panjang dapat menyebabkan *lot size* menjadi sangat besar dan menghabiskan margin account dengan cepat. Oleh karena itu, penggunaan *pure martingale* tanpa batasan sangat tidak disarankan dalam *trading* riil (Gilbert dkk., 2023).

Martingale termodifikasi atau *controlled martingale* mengatasi kelemahan *pure martingale* dengan menerapkan beberapa batasan. Pertama adalah *maximum layer limit* yang membatasi jumlah layer yang dapat dibuka. Kedua adalah *multiplier* yang lebih konservatif, misalnya 1.5x atau 1.8x daripada sekedar

menggandakan. Ketiga adalah *distance* antar layer yang optimal berdasarkan volatilitas pair. Keempat adalah *cutloss percentage* yang akan menutup semua layer jika total *floating loss* mencapai *threshold* tertentu. *Layer management* dalam strategi BBMA menggunakan *martingale* termodifikasi dengan parameter yang dapat dikonfigurasi (Hartono dkk., 2024).

Maximum drawdown merupakan metrik risiko yang mengukur penurunan terbesar dari *peak equity* ke *trough equity* selama periode tertentu, biasanya dinyatakan dalam persentase atau nilai absolut dalam dollar. *Maximum drawdown* memberikan gambaran tentang *worst-case scenario* yang pernah dialami oleh akun *trading* dan menjadi indikator penting untuk mengevaluasi risiko strategi. *Maximum drawdown* yang rendah mengindikasikan bahwa strategi memiliki *risk management* yang baik dan dapat menjaga konsistensi performa tanpa mengalami penurunan *equity* yang drastis. Sebaliknya, *maximum drawdown* yang tinggi (misalnya di atas 30-40%) mengindikasikan strategi yang berisiko tinggi (Gilbert dkk., 2023).

Recovery dari *drawdown* juga menjadi pertimbangan penting. Semakin besar *drawdown*, semakin sulit untuk *recovery* ke level *equity* sebelumnya. Sebagai contoh, jika akun mengalami *drawdown* 50%, diperlukan *gain* 100% untuk kembali ke level *equity* awal. Dalam strategi BBMA, *maximum drawdown* dikontrol melalui beberapa mekanisme: *risk per trade* yang terbatas (1-2%), *maximum layer limit*, *cutloss percentage management*, dan penghindaran *trading* saat *high impact news* (Hartono dkk., 2024).

2.7 *Backtesting* dan Evaluasi Performa *Trading*

Backtesting merupakan proses pengujian strategi *trading* menggunakan data historis untuk mengevaluasi performa dan viabilitas strategi sebelum diterapkan pada kondisi pasar *real-time* atau *live trading*. *Backtesting* memungkinkan *trader* untuk menganalisis bagaimana strategi akan perform pada kondisi pasar yang berbeda-beda di masa lalu, serta mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan strategi tanpa mempertaruhkan modal riil.

Proses *backtesting* merupakan tahap krusial untuk mengevaluasi performa *Expert Advisor* sebelum diterapkan pada kondisi pasar riil. Melalui *backtesting*, *trader* dapat menganalisis berbagai metrik performa seperti profitabilitas (*net profit*, *profit factor*), risiko (*maximum drawdown*), dan konsistensi (*win rate*, *average profit/loss*) berdasarkan ribuan transaksi yang disimulasikan menggunakan data historis (Nasution, 2024).

Backtesting yang valid harus memenuhi beberapa kriteria penting. Pertama adalah penggunaan data historis yang berkualitas dengan coverage periode yang cukup panjang (minimal 2-3 tahun) untuk mencakup berbagai kondisi pasar seperti *trending*, *ranging*, *high volatility*, dan *low volatility*. Kedua adalah penggunaan model testing yang akurat yang memperhitungkan *slippage*, *spread*, dan *execution delay* yang mungkin terjadi dalam *trading* riil. Ketiga adalah parameter strategi yang *reasonable* dan tidak *over-optimized* terhadap data historis.

Keuntungan utama dari *backtesting* adalah efisiensi waktu dan biaya. *Trader* dapat menguji strategi terhadap data puluhan tahun dalam hitungan menit atau jam, yang akan memakan waktu puluhan tahun jika dilakukan dalam *live trading*.

Backtesting juga menghilangkan bias emosional karena hasil testing murni berdasarkan logika strategi tanpa pengaruh keputusan subjektif. Namun demikian, *backtesting* juga memiliki keterbatasan yaitu tidak dapat memprediksi kondisi pasar masa depan yang mungkin berbeda dari pola historis, serta dapat memberikan hasil yang terlalu optimis jika dilakukan *curve fitting* atau *over-optimization* (Nasution, 2024).

Strategy Tester merupakan fitur *built-in* dalam platform MetaTrader 4 yang dirancang khusus untuk melakukan *backtesting Expert Advisor* menggunakan data historis. *Strategy Tester* menyediakan *environment* simulasi yang *comprehensive* dimana EA dapat berjalan menggunakan historical *price* data dan mengeksekusi *order* secara virtual, sehingga *trader* dapat menganalisis performa tanpa risiko kehilangan modal riil.

Strategy Tester memiliki *interface* yang user-friendly dengan berbagai konfigurasi yang dapat disesuaikan. Trader dapat memilih *Expert Advisor* yang akan ditest, *Symbol* (pair) yang digunakan, period testing (tanggal mulai dan berakhir), *timeframe*, model testing, initial deposit, dan parameter EA. *Strategy Tester* juga menyediakan fitur *optimization* yang memungkinkan testing *multiple* kombinasi parameter secara otomatis untuk menemukan setting optimal.

Proses *backtesting* di *Strategy Tester* dimulai dengan downloading historical data untuk pair dan *timeframe* yang dipilih melalui *History Center*. Data historis ini kemudian digunakan sebagai input untuk simulasi. Ketika backtest dijalankan, *Strategy Tester* akan replay historical *price movements*, dan EA akan menganalisis kondisi pasar serta mengeksekusi *order* sesuai logika yang telah

diprogramkan. Hasil backtest ditampilkan dalam beberapa tab yang komprehensif: tab *Results* menampilkan list semua transaksi, tab *Graph* menampilkan *balance curve* dan *equity curve*, dan tab *Report* menampilkan *summary statistics* yang mencakup metrik profitabilitas, risiko, dan konsistensi *trading* (Nasution, 2024).

Model pengujian dalam *Strategy Tester* MetaTrader 4 menentukan tingkat akurasi dan detail simulasi *price movements* yang digunakan dalam *backtesting*. Terdapat tiga model pengujian yang tersedia: *Every Tick* (based on *real ticks*), *Control Points*, dan *Open Prices Only*. Model *Every Tick* menggunakan actual *tick* data untuk simulasi, sehingga memberikan hasil yang paling akurat. Model *Control Points* menggunakan metode interpolasi untuk menghasilkan *estimated tick movements* dalam setiap bar berdasarkan OHLC (*Open, High, Low, Close*) data. Model ini memberikan *balance* antara akurasi dan kecepatan, sehingga paling umum digunakan untuk *backtesting* strategi *intraday* atau *swing trading*. Model *Open Prices Only* adalah model paling sederhana yang hanya menggunakan harga *Open* dari setiap bar, paling cepat namun akurasinya rendah (Nasution, 2024).

Metrik evaluasi performa *trading* merupakan ukuran-ukuran kuantitatif yang digunakan untuk menganalisis hasil backtest dan menilai efektivitas strategi *trading*. Metrik-metrik ini dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok utama: metrik profitabilitas, metrik risiko, dan metrik konsistensi *trading*.

Metrik profitabilitas mengukur kemampuan strategi untuk menghasilkan keuntungan. *Net Profit* merupakan total keuntungan atau kerugian yang dihasilkan selama periode testing. *Profit Factor* merupakan rasio antara *gross profit* dengan *gross loss*, dimana *profit factor* di atas 1.0 mengindikasikan strategi *profitable*, dan

nilai di atas 2.0 dianggap sempurna. *Expected Payoff* merupakan rata-rata *profit/loss* per *trade* yang mengindikasikan *expected return* untuk setiap transaksi yang dieksekusi.

Metrik risiko mengukur *exposure* dan *volatility* yang dialami oleh akun *trading*. *Maximum Drawdown* merupakan penurunan terbesar dari *peak equity* ke *trough*, dimana *drawdown* yang rendah (di bawah 20%) mengindikasikan *risk management* yang baik. *Recovery Factor* merupakan rasio *net profit* terhadap *maximum drawdown* yang memberikan informasi tentang *risk-adjusted return*, dimana *recovery factor* di atas 3.0 mengindikasikan excellent *risk-adjusted return*.

Metrik konsistensi *trading* mengukur *reliability* dan *stability* performa strategi. *Win Rate* atau *Profit Trades percentage* merupakan persentase transaksi yang *profit* dibanding total transaksi. *Win rate* yang tinggi (di atas 60-70%) mengindikasikan strategi yang konsisten. *Total Trades* merupakan jumlah total transaksi yang dieksekusi, dimana *sample size* yang cukup (ratusan hingga ribuan *trades*) memberikan signifikansi statistik yang lebih baik. *Average Profit Trade* dan *Average Loss Trade* mengindikasikan besaran rata-rata dari *winning* dan *losing trades* (Nasution, 2024).

Interpretasi hasil backtest merupakan proses analisis terhadap metrik-metrik performa untuk menilai apakah strategi layak untuk diterapkan dalam *live trading* atau memerlukan *adjustment* dan *optimization* lebih lanjut. Interpretasi yang tepat memerlukan pemahaman terhadap *context market*, karakteristik *pair* yang *ditrading*, serta objektif dan *risk tolerance trader*.

Langkah pertama dalam interpretasi adalah mengevaluasi profitabilitas keseluruhan. *Net profit* yang positif dan relatif besar terhadap initial deposit mengindikasikan bahwa strategi berpotensi *profitable*. *Profit factor* merupakan indikator penting yang harus di atas 1.5 untuk strategi yang terpercaya. *Profit factor* antara 1.5-2.0 dianggap bagus, sementara di atas 2.0 dianggap sempurna.

Evaluasi risiko dilakukan dengan menganalisis *maximum drawdown* dan memastikan bahwa *drawdown* berada dalam range yang dapat diterima. *Maximum drawdown* di bawah 20% dianggap *low risk*, 20-30% *moderate risk*, dan di atas 30% *high risk*. *Recovery factor* yang merupakan rasio *net profit* terhadap *maximum drawdown* memberikan informasi tentang *risk-adjusted return*.

Analisis konsistensi dilakukan dengan memeriksa *win rate*, *distribution trades*, dan *consecutive wins/losses*. *Win rate* yang *balanced* dengan *profit factor* yang baik mengindikasikan strategi yang kuat. Analisis visual melalui *balance curve* dan *equity curve* juga penting. Kurva yang *smooth* dan konsisten *uptrend* mengindikasikan strategi yang stabil. Interpretasi juga harus mempertimbangkan *context* periode testing untuk validasi bahwa strategi tidak hanya berkinerja baik pada periode spesifik yang digunakan untuk *optimization* (Nasution, 2024).

2.8 Kerangka Teoretis Penelitian

Berdasarkan kajian pustaka yang telah diuraikan, penelitian ini dibangun atas kerangka teoretis yang mengintegrasikan perspektif Islam tentang *trading*, teori analisis teknikal, dan teknologi otomatisasi *trading*. Kerangka teoretis ini menunjukkan bagaimana *Expert Advisor* berbasis strategi BBMA dapat menjadi

solusi yang sejalan dengan prinsip profesionalitas (*itqan*) dalam Islam sambil mengatasi permasalahan emosional dalam *trading* manual.

Dari perspektif Islam, *trading forex* merupakan aktivitas muamalah yang diperbolehkan selama memenuhi prinsip syariah (Ahmad & Sobri, 2022; Luthfiah dkk., 2024). Penggunaan *Expert Advisor* untuk otomatisasi *trading* dapat dipandang sebagai implementasi prinsip *itqan*, dimana *trader* mengoptimalkan kinerja melalui teknologi yang terukur dan sistematis (Moroke & Dehinbo, 2024). Manajemen risiko yang ketat dalam EA sejalan dengan prinsip kehati-hatian yang diajarkan Islam (Hartono dkk., 2024).

Dari perspektif analisis teknikal, kombinasi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* memberikan sistem *dual confirmation* yang efektif. *Bollinger Bands* mengukur volatilitas dan kondisi *overbought/oversold* (Alhaziva dkk., 2023; Vergura, 2020), sementara *Moving Average* mengidentifikasi *trend* dan momentum (Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024; Zulkifli dkk., 2024). Pendekatan *dual timeframe* memperkuat validitas sinyal dengan konfirmasi dari perspektif jangka pendek dan menengah (Wu, 2024; Ghanem dkk., 2024).

Dari perspektif teknologi *trading*, platform MetaTrader 4 dengan bahasa MQL4 menyediakan infrastruktur yang memadai untuk implementasi strategi kompleks (Widiyaningsih dkk., 2025; Aulia dkk., 2023). Proses *backtesting* menggunakan *Strategy Tester* memungkinkan evaluasi objektif terhadap performa strategi sebelum *live trading* (Nasution, 2024). Integrasi manajemen risiko berlapis melindungi modal dari *drawdown* berlebihan (Gilbert dkk., 2023; Hartono dkk., 2024).

Karakteristik pair GBP/USD yang *volatile* dan *trending* (Lampreia dkk., 2024; Ghanem dkk., 2024) menjadikannya ideal untuk pengujian strategi BBMA yang mengandalkan momentum dan konfirmasi *trend*. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi *multi*-indikator dalam *Expert Advisor* dapat meningkatkan performa *trading* (Hutabarat dkk., 2025; Daram, 2025), namun kombinasi spesifik BBMA dengan *dual timeframe* pada GBP/USD menggunakan MQL4 merupakan kontribusi baru dalam literatur.

Kerangka teoretis ini menjadi landasan bagi pengembangan, implementasi, dan evaluasi *Expert Advisor* dalam penelitian ini, dimana setiap komponen dari logika strategi, implementasi kode, hingga metrik evaluasi dirancang berdasarkan *best practices* yang telah divalidasi dalam penelitian-penelitian terdahulu.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kuantitatif eksperimental. Penelitian terapan dipilih karena fokus utama penelitian adalah mengembangkan solusi praktis berupa *Expert Advisor* yang dapat diimplementasikan secara langsung dalam aktivitas *trading forex*, khususnya pada pair GBP/USD. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis performa strategi *trading* secara objektif melalui pengukuran metrik-metrik numerik seperti profitabilitas, risiko, dan konsistensi *trading* berdasarkan data historis harga.

Paradigma penelitian yang mendasari adalah positivisme, dimana fenomena pergerakan harga pasar *forex* dipandang sebagai data objektif yang dapat dianalisis menggunakan indikator teknikal dan algoritma matematis. Asumsi fundamental dari analisis teknikal yang menyatakan bahwa harga bergerak dalam pola yang dapat diprediksi dan cenderung berulang sejalan dengan paradigma ini. Oleh karena itu, pengembangan *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* merupakan upaya untuk mengkuantifikasi pola-pola pergerakan harga tersebut ke dalam algoritma *trading* yang sistematis dan konsisten.

Desain penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan historical simulation melalui *backtesting*. Strategi BBMA yang telah dirancang diujimenggunakan data historis pair GBP/USD untuk mengevaluasi performa

dalam berbagai kondisi pasar seperti *trending*, *ranging*, dan *volatile* markets. Pendekatan eksperimental ini memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel-variabel dalam strategi (parameter indikator, kriteria *entry/exit*, *money management*) dan mengukur dampaknya terhadap hasil *trading* tanpa mempertaruhkan modal riil. Metode ini sejalan dengan penelitian Nasution (2024) yang melakukan perancangan dan pengujian kinerja *Expert Advisor* berbasis indikator teknikal menggunakan *backtesting* sebagai metode validasi utama.

3.2 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian dirancang secara sistematis dan terstruktur untuk memastikan bahwa setiap tahapan penelitian dilaksanakan dengan metodologi yang tepat dan menghasilkan output yang valid. Penelitian ini mengikuti alur kerja yang terdiri dari lima tahapan utama: analisis kebutuhan dan studi literatur, perancangan strategi BBMA, implementasi *Expert Advisor*, optimasi parameter, dan *backtesting* serta evaluasi performa.

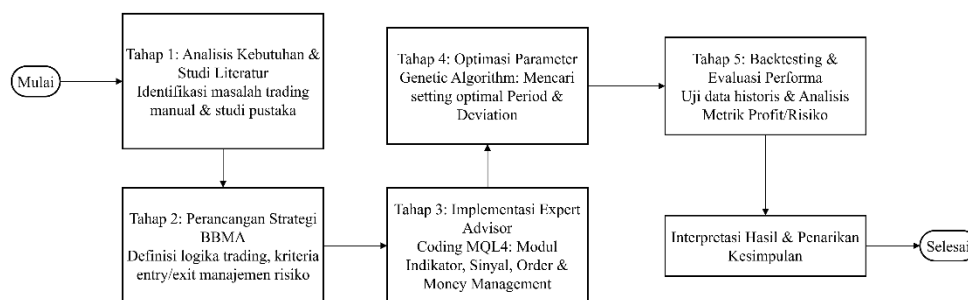
Tahapan pertama adalah analisis kebutuhan dan studi literatur, yang merupakan fondasi dari keseluruhan penelitian. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan dalam *trading* manual yang dipengaruhi oleh faktor psikologis dan emosional, sebagaimana telah dibahas dalam latar belakang penelitian. Studi literatur komprehensif dilakukan untuk mengkaji penelitian-penelitian terdahulu terkait pengembangan *Expert Advisor* dengan berbagai kombinasi indikator teknikal, karakteristik pair GBP/USD, serta *best practices* dalam manajemen risiko *trading*. Hasil dari tahap ini adalah pemahaman mendalam

terhadap kebutuhan sistem, identifikasi gap penelitian, dan penetapan rumusan masalah serta tujuan penelitian yang jelas.

Tahapan kedua adalah perancangan strategi BBMA yang mencakup definisi logika *trading*, kriteria *entry* dan *exit*, serta sistem manajemen risiko. Strategi dirancang dengan menggabungkan kelebihan indikator *Bollinger Bands* dalam mengukur volatilitas dan kondisi *overbought/oversold* dengan kelebihan *Multiple Moving Average* dalam mengidentifikasi *trend* dan momentum. Pendekatan *dual timeframe* diimplementasikan dengan menggunakan *timeframe* M15 untuk analisis momentum jangka pendek dan *timeframe* H1 untuk analisis CSAK (Candlestick Arah Kukuh) yang memberikan konfirmasi *trend* jangka menengah. Perancangan juga mencakup spesifikasi parameter-parameter yang akan dioptimasi, rumusan matematis perhitungan indikator, dan *flowchart* logika *trading* yang detail.

Tahapan ketiga adalah implementasi *Expert Advisor* menggunakan bahasa pemrograman MQL4 pada platform MetaTrader 4. Implementasi dilakukan dengan menerjemahkan desain strategi BBMA ke dalam kode program yang terstruktur dan modular. Struktur program mengikuti pola *event-driven programming* yang merupakan karakteristik fundamental dari platform MetaTrader 4, dengan fungsi-fungsi utama *OnInit()* untuk inisialisasi, *OnTick()* untuk logika *trading* yang berjalan setiap *tick* baru, dan *OnDeinit()* untuk *cleanup resources*. Implementasi mencakup modul perhitungan indikator menggunakan fungsi *built-in* MQL4, modul analisis sinyal *trading*, modul *order management*, modul *money management*, dan modul *display interface* untuk monitoring *real-time*.

Tahapan keempat adalah optimasi parameter menggunakan *Strategy Tester* MetaTrader 4 dengan mode *optimization*. Optimasi dilakukan untuk menemukan kombinasi parameter *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* yang menghasilkan performa terbaik. Parameter yang dioptimasi meliputi periode dan deviasi *Bollinger Bands* (periodbb: 10-25, deviationbb: 1.8-2.6), periode untuk MA5 (PERIOD_MA1: 4-7), periode untuk MA20 (PERIOD_MA2: 8-14), dan periode untuk MA50 (PERIOD_MA: 5-20). Proses optimasi menggunakan *genetic algorithm* untuk menjelajahi ruang parameter yang luas secara efisien dengan *objective function* yang menggabungkan *profit factor*, *maximum drawdown*, dan *win rate*. Hasil optimasi berupa set parameter optimal yang akan digunakan untuk *backtesting* final.



Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Penelitian - Flowchart Metodologi

Tahapan kelima adalah *backtesting* dan evaluasi performa menggunakan parameter optimal yang telah ditemukan. *Backtesting* dilakukan menggunakan data historis pair GBP/USD dengan periode minimal 2 tahun, idealnya 5-10 tahun, untuk mencakup berbagai kondisi pasar. Model testing yang digunakan adalah *Control Points* yang memberikan *balance* antara akurasi dan *computational efficiency*. Evaluasi performa dilakukan dengan menganalisis berbagai metrik *trading* yang mencakup profitabilitas (*Net Profit*, *Profit Factor*, *Expected Payoff*), risiko

(*Maximum Drawdown*, *Recovery Factor*), dan konsistensi (*Win Rate*, *Average Profit/Loss*, *Consecutive Wins/Losses*). Analisis juga mencakup evaluasi visual terhadap *balance curve* dan *equity curve*, serta validasi ketahanan melalui out-of-sample testing.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian dan Operasionalisasinya

No	Variabel	Definisi Operasional	Parameter/ Indikator	Satuan/Ra nge
1	<i>Bollinger Bands</i> <i>Period</i> (periodbb)	Jumlah periode data historis yang digunakan untuk menghitung Simple <i>Moving Average</i> sebagai <i>middle band Bollinger Bands</i>	<i>Periode</i> perhitungan SMA untuk basis <i>Bollinger Bands</i>	10, 15, 20, 25 bar
2	<i>Bollinger Bands Deviation</i> (deviationbb)	<i>Multiplier</i> deviasi standar yang digunakan untuk menghitung <i>upper</i> dan <i>lower band</i> dari <i>middle band</i>	Koefisien pengali standar deviasi	1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6
3	MA5 <i>Period</i> (PERIOD_MA 1)	<i>Periode</i> untuk <i>Moving Average</i> cepat berbasis harga <i>High</i> dan <i>Low</i> yang sensitif terhadap perubahan momentum jangka pendek	<i>Periode</i> LWMA untuk MA5HIGH dan MA5LOW	4, 5, 6, 7 bar
4	MA20 <i>Period</i> (PERIOD_MA 2)	<i>Periode</i> untuk <i>Moving Average</i> medium berbasis harga <i>High</i> dan <i>Low</i> yang memberikan konfirmasi momentum	<i>Periode</i> LWMA untuk MA20HIGH dan MA20LOW	8, 10, 12, 14 bar
5	MA50 <i>Period</i> (PERIOD_MA)	<i>Periode</i> untuk <i>Moving Average</i> lambat berbasis harga <i>Close</i> yang mengidentifikasi <i>trend</i> jangka menengah dan bertindak sebagai <i>dynamic support/resistance</i>	<i>Periode</i> EMA untuk MA50	5, 10, 15, 20 bar (untuk optimasi) 50 bar (default testing)
6	<i>Timeframe</i> Momentum (TF_MOMENTUM)	<i>Timeframe</i> yang digunakan untuk analisis momentum jangka pendek berbasis <i>Bollinger Bands</i> dan crossover <i>Moving Average</i>	Interval waktu untuk <i>candlestick</i> momentum	M15 (15 menit)
7	<i>Timeframe</i> CSAK (TF_CSAK)	<i>Timeframe</i> yang digunakan untuk analisis <i>Candlestick</i> Arah Kukuh sebagai filter <i>trend</i> jangka menengah	Interval waktu untuk <i>candlestick</i> CSAK	H1 (1 jam)
8	Lot <i>Multiplier</i> (multiplier)	Faktor pengali untuk menghitung ukuran <i>lot</i> pada layer berikutnya	Koefisien peningkatan <i>lot size</i>	1.5x

No	Variabel	Definisi Operasional	Parameter/ Indikator	Satuan/Range
		dalam sistem <i>martingale</i> termodifikasi		
9	<i>Minimum Range</i> (minimum_range)	Jarak minimum dalam pips antara posisi <i>entry</i> satu layer dengan layer berikutnya untuk mengontrol frekuensi penambahan posisi	Jarak antar layer	25 pips
10	<i>Maximum Layer</i> (max_layer)	Jumlah maksimum layer atau posisi bertingkat yang diizinkan untuk membatasi <i>risk exposure</i>	Batas jumlah posisi bertingkat	20 layer
11	Auto Lot (AutoLot)	Opsi untuk mengaktifkan perhitungan <i>lot size</i> otomatis berdasarkan <i>balance</i> akun dan modal referensi	Boolean flag untuk <i>auto calculation</i>	True/False
12	<i>Cutloss Percentage</i> (Cutloss_Prose n)	Persentase maksimum <i>floating loss</i> terhadap <i>balance</i> yang diizinkan sebelum semua posisi ditutup secara otomatis	Threshold <i>drawdown percentage</i>	-100% (default)
13	Take Profit by Momentum (TP_by_Momentum)	Opsi untuk menggunakan metode closure berdasarkan kondisi momentum optimal daripada <i>fixed</i> TP dalam pips	Boolean flag untuk TP method	True/False

Tabel 3.1 menunjukkan operasionalisasi variabel-variabel utama yang digunakan dalam penelitian ini. Variabel-variabel tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok: variabel indikator teknikal (nomor 1-7), variabel *money management* (nomor 8-12), dan variabel *exit strategy* (nomor 13). Setiap variabel memiliki definisi operasional yang jelas, parameter atau indikator pengukuran yang spesifik, serta satuan atau range nilai yang akan digunakan dalam optimasi dan testing. Operasionalisasi ini memastikan bahwa setiap aspek dari strategi BBMA dapat diukur, diuji, dan dievaluasi secara objektif.

3.3 Perancangan Strategi BBMA

Perancangan strategi BBMA merupakan inti dari penelitian ini, di mana logika *trading* dikembangkan dengan mengintegrasikan indikator *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average* dalam kerangka analisis *dual timeframe*. Strategi dirancang untuk mengidentifikasi peluang *trading* dengan probabilitas tinggi melalui sistem konfirmasi berlapis yang menggabungkan analisis volatilitas, momentum, dan arah *trend*. Arsitektur sistem diimplementasikan menggunakan pendekatan *state machine*, di mana EA tidak sekadar memeriksa kondisi *candle* terakhir, melainkan mempertahankan status internal yang persisten dan diperbarui secara dinamis pada setiap *tick*.

3.3.1 Logika Strategi dan Formulasi Matematis

Logika strategi BBMA dibangun atas premis bahwa kombinasi analisis volatilitas melalui *Bollinger Bands* dan analisis arah *trend* melalui *Multiple Moving Average* dapat menghasilkan sinyal *trading* yang lebih akurat dibandingkan penggunaan indikator tunggal. Strategi mengimplementasikan sistem *dual confirmation* di mana sinyal *entry* hanya valid apabila kondisi dari kedua komponen analisis telah terpenuhi. Keunikan arsitektur ini terletak pada mekanisme *state machine* yang memungkinkan status konfirmasi bertahan lintas *candle*, sehingga *entry* dapat terjadi pada *candle* yang berbeda dari *candle* pembentuk sinyal awal.

3.3.1.1 *Bollinger Bands* sebagai Filter Volatilitas

Bollinger Bands berfungsi sebagai komponen pertama untuk mengidentifikasi kondisi pasar dari perspektif volatilitas dan level harga relatif.

Bollinger Bands dikembangkan oleh John Bollinger untuk mengukur volatilitas pasar dan mengidentifikasi kondisi *overbought* dan *oversold*, yang terdiri dari tiga komponen: *middle band* (*Moving Average*), *upper band*, dan *lower band* (Hutabarat dkk., 2025). *Bollinger Bands* telah terbukti efektif dalam monitoring performa sistem dan dapat diadaptasi untuk analisis pasar *forex* (Vergura, 2020).

Bollinger Bands dihitung menggunakan formula matematis sebagai berikut. Pertama, *middle band* dihitung menggunakan *Simple Moving Average*, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.1.

$$MB_t = SMA(Close, n) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Close_{t-i} \quad (3.1)$$

dimana MB_t adalah *Middle Band* pada waktu t , *SMA* adalah *Simple Moving Average*, *Close* adalah harga penutupan, n adalah periode (parameter periodbb), t adalah waktu saat ini, dan i adalah *index offset* dari waktu saat ini.

Kedua, deviasi standar dihitung untuk mengukur volatilitas harga, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.2.

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (Close_{t-i} - MB_t)^2} \quad (3.2)$$

dimana σ_t adalah deviasi standar harga pada waktu t .

Ketiga, *upper* dan *lower band* dihitung berdasarkan *middle band* dan deviasi standar, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.3 dan 3.4.

$$UB_t = MB_t + (k \times \sigma_t) \quad (3.3)$$

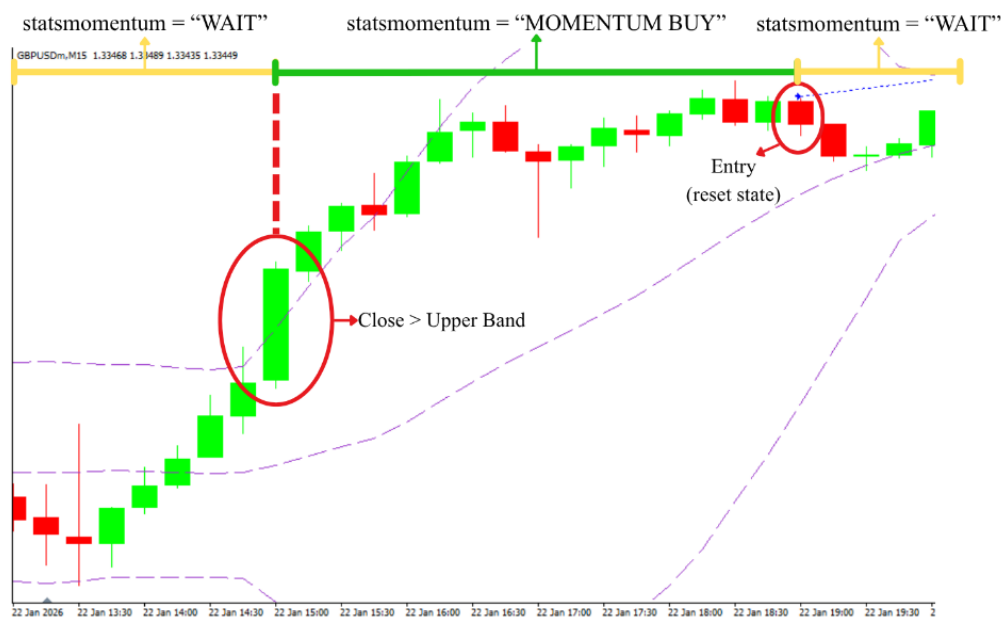
$$LB_t = MB_t - (k \times \sigma_t) \quad (3.4)$$

dimana UB_t dan LB_t adalah *Upper* dan *Lower Band*, k adalah *multiplier* deviasi standar (parameter *deviationbb*, umumnya 2.0), dan σ_t adalah deviasi standar harga.

Prinsip kerja *Bollinger Bands* didasarkan pada konsep statistik dimana sebagian besar data (sekitar 95%) akan berada dalam rentang dua deviasi standar dari rata-rata (Alhaziva dkk., 2023). Dalam EA ini, *Bollinger Bands* pada *timeframe* M15 digunakan khusus sebagai pendeteksi momentum. Status momentum diperbarui setiap *tick* dengan aturan sebagai berikut:

$$statismomentum = \begin{cases} "MOMENTUM BUY" & \text{jika } Close_{M15} > UB_{M15} \\ "MOMENTUM SELL" & \text{jika } Close_{M15} < LB_{M15} \end{cases} \quad (3.5)$$

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2 di bawah, sistem tidak mengharuskan momentum dan *entry* terjadi pada *candle* yang sama. Status "MOMENTUM BUY" yang terbentuk pada *candle* tertentu akan tetap valid pada *candle-candle* berikutnya hingga kondisi yang menghapusnya terpenuhi yaitu ketika *order* berhasil dibuka (*entry*).



Gambar 3. 2 Mekanisme Persistensi statsmomentum pada Timeframe M15

3.3.1.2 *Multiple Moving Average* sebagai Pembentuk Konfirmasi CSAK

Multiple Moving Average digunakan sebagai komponen kedua untuk mengidentifikasi *trend* dan momentum pasar. Implementasi indikator *Exponential Moving Average* dalam *Expert Advisor* pada *trading forex* menunjukkan hasil yang memuaskan dalam mengidentifikasi *trend* dan momentum pasar (Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024). Kombinasi *Moving Average* dengan indikator lainnya menunjukkan hasil yang optimal dalam strategi *trading* algoritmik (Zulkifli dkk., 2024).

Dalam konteks EA ini, komponen yang disebut **CSAK** (*Candlestick Arah Kukuh*) merupakan kondisi yang menggambarkan posisi harga terhadap keseluruhan struktur *Moving Average* pada *timeframe* H1. CSAK bukan sekadar *crossing* terhadap satu garis MA, melainkan verifikasi menyeluruh bahwa harga telah berada dalam zona di atas (untuk kondisi *bullish*) atau di bawah (untuk kondisi

bearish) seluruh lapisan MA sekaligus, termasuk konfirmasi posisi relatif terhadap *middle band Bollinger Bands* H1.

EA menggunakan empat *Moving Average* berbasis *envelope* yang diterapkan pada *candle* H1 (*timeframe* CSAK), yaitu MA5 *High*, MA5 *Low*, MA20 *High*, dan MA20 *Low*. Keempat MA ini menggunakan metode *Linear Weighted Moving Average* (LWMA), seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.6.

$$LWMA_t = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) \times Price_{t-i}}{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i)} \quad (3.6)$$

dimana $LWMA_t$ adalah *Linear Weighted Moving Average* pada waktu t , n adalah periode *Moving Average*, *Price* adalah harga yang digunakan (*High* untuk MA *high*, *Low* untuk MA *low*), dan i adalah *index offset*. Bobot yang lebih besar diberikan pada data harga terkini dengan bobot = n untuk harga terkini dan menurun secara *linear*.

Exponential Moving Average (EMA) digunakan untuk MA50 sebagai filter *trend* jangka menengah, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.6 berikut:

$$EMA_t = Price_t \times \alpha + EMA_{t-1} \times (1 - \alpha) \quad (3.6)$$

dimana *smoothing factor* α dihitung menggunakan persamaan 3.7 berikut:

$$\alpha = \frac{2}{n + 1} \quad (3.7)$$

dimana EMA_t adalah *Exponential Moving Average* pada waktu t , $Price_t$ adalah harga penutupan pada waktu t , α adalah *smoothing factor*, n adalah periode (50), dan EMA_{t-1} adalah EMA periode sebelumnya.

Implementasi keempat garis MA ini membentuk *envelope area* sebagai berikut:

$$MA5HIGH_t^{H1} = LWMA(High, 5, t)_{H1} \quad (3.8)$$

$$MA5LOW_t^{H1} = LWMA(Low, 5, t)_{H1} \quad (3.9)$$

$$MA10HIGH_t^{H1} = LWMA(High, 10, t)_{H1} \quad (3.10)$$

$$MA10LOW_t^{H1} = LWMA(Low, 10, t)_{H1} \quad (3.11)$$

sebagai filter *trend* jangka menengah, EA juga menggunakan EMA50 yang diterapkan pada harga *close* H1:

$$EMA_t = Price_t \times \alpha + EMA_{t-1} \times (1 - \alpha) \quad (3.12)$$

$$\alpha = \frac{2}{n + 1} \quad (3.13)$$

Kondisi CSAK BUY dan CSAK SELL dievaluasi pada setiap *tick* dengan aturan berikut. Kondisi CSAK BUY terpenuhi apabila:

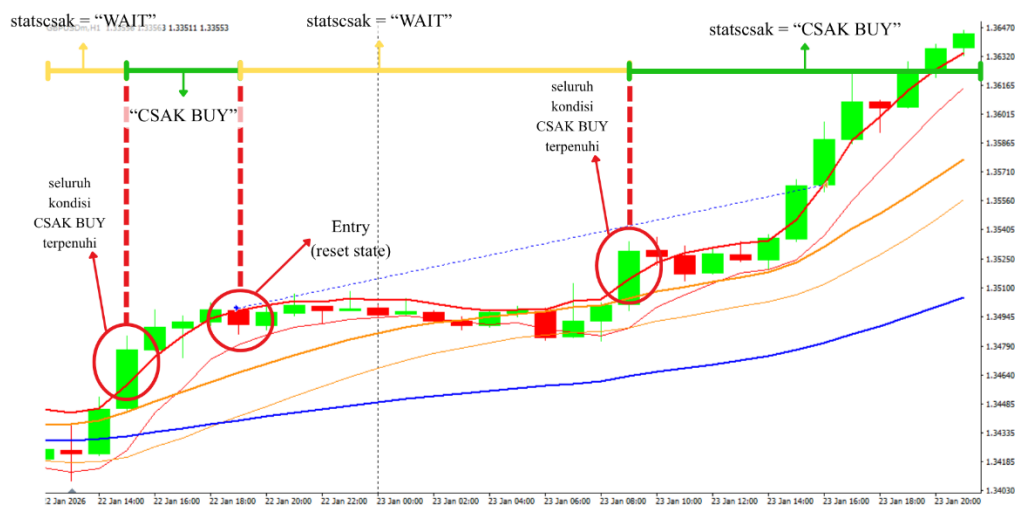
$$\begin{aligned} CSAK_{BUY} = & (Close_{H1} > MB_{BB,H1}) \wedge (Close_{H1} > MA5HIGH_{H1}) \\ & \wedge (Close_{H1} > MA5LOW_{H1}) \wedge (Close_{H1} > MA10HIGH_{H1}) \\ & \wedge (Close_{H1} > MA10LOW_{H1}) \wedge (Close_{H1} > EMA50_{H1}) \end{aligned} \quad (3.14)$$

dimana $MB_{BB,H1}$ adalah *middle band Bollinger Bands* pada *timeframe* H1, yaitu rata-rata $(UB_{H1} + LB_{H1})/2$. Kondisi CSAK SELL merupakan kebalikannya:

$$\begin{aligned} CSAK_{SELL} = & (Close_{H1} < MB_{BB,H1}) \wedge (Close_{H1} < MA5HIGH_{H1}) \\ & \wedge (Close_{H1} < MA5LOW_{H1}) \wedge (Close_{H1} < MA10HIGH_{H1}) \\ & \wedge (Close_{H1} < MA10LOW_{H1}) \wedge (Close_{H1} < EMA50_{H1}) \end{aligned} \quad (3.15)$$

Sama seperti “*statsmomentum*”, variabel “*statscsak*” adalah variabel *string* global yang dideklarasikan dengan nilai awal “WAIT” dan tidak direset pada setiap *candle* baru. Status “CSAK BUY” atau “CSAK SELL” akan tetap aktif selama kondisi berlawanan belum terpenuhi, atau hingga EA mereset nilainya menjadi “WAIT” setelah *order* dieksekusi.

Fenomena ini memiliki implikasi ilmiah yang signifikan: *entry* BUY dapat terjadi meskipun *candle* H1 terakhir tidak lagi memenuhi seluruh formasi CSAK secara penuh, selama status *statscsak* = "CSAK BUY" yang terbentuk sebelumnya masih aktif. Hal ini mencerminkan prinsip bahwa EA beroperasi berdasarkan *confirmed trend context* yang telah tervalidasi, bukan semata-mata kondisi sesaat pada *candle* terakhir. Pendekatan ini secara implisit mengakui adanya kelembaman (*inertia*) dalam struktur *trend*, di mana arah pasar yang telah dikonfirmasi pada satu periode memiliki probabilitas berlanjut pada periode berikutnya (Astri Turnip & Caren Rorimpandey, 2024).



Gambar 3. 3 Mekanisme Persistensi Status *statscsak* pada *Timeframe* H1

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.3, status *statscsak* tidak bergantung pada evaluasi *candle* H1 terkini secara eksklusif. Setelah status "CSAK BUY" terbentuk, EA menganggap konteks *trend bullish* masih valid hingga ada bukti eksplisit yang membatalkannya. Ini berbeda dari pendekatan klasik yang

mengharuskan seluruh kondisi terpenuhi secara serentak pada *candle* yang sama dengan *entry*.

3.3.1.3 Arsitektur *State Machine* dan Logika *Dual Timeframe*

Implementasi EA menggunakan arsitektur *state machine* dua variabel, yaitu “statsmomentum” dan “statscsak”, yang beroperasi secara independen namun disinkronkan saat kondisi *entry* dievaluasi. Arsitektur ini merupakan perbedaan mendasar dibandingkan pendekatan sederhana yang hanya memeriksa kondisi *candle* terakhir.

Tabel 3. 2 Perilaku Variabel State pada EA BBMA Jackpot

Variabel	Timeframe	Kondisi Pemicu	Reset
statsmomentum	M15	Close > UB → "MOMENTUM BUY"; Close < LB → "MOMENTUM SELL"	Setelah OrderSend() berhasil
statscsak	H1	Close memenuhi seluruh kondisi MA → "CSAK BUY" atau "CSAK SELL"	Setelah OrderSend() berhasil

Pada setiap *tick*, EA memperbarui kedua variabel state tersebut secara berurutan, kemudian mengevaluasi kondisi *entry* berdasarkan kombinasi keduanya.

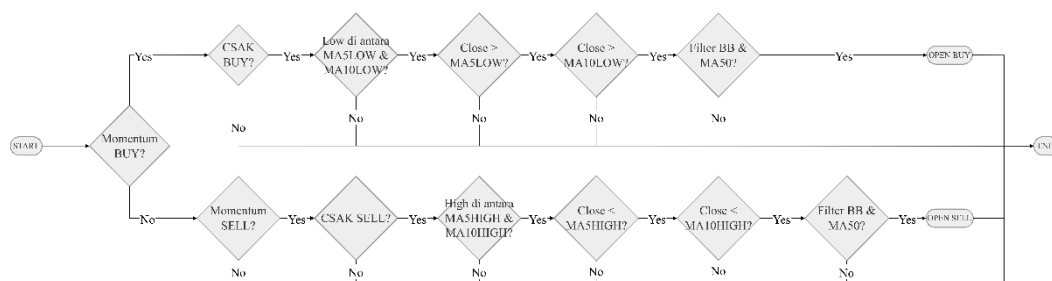
Logika *dual timeframe* ini diimplementasikan sebagai berikut:

Pertama, pembaruan status momentum pada *timeframe* M15 sesuai dengan Persamaan 3.5. Kedua, pembaruan status CSAK pada *timeframe* H1, sesuai dengan Persamaan 3.14 dan 3.15. Ketiga, evaluasi sinyal *entry* gabungan. Sinyal BUY (variabel JOVIN_BUY) terbentuk apabila:

$$JOVIN_{BUY} = \begin{cases} statsmomentum = "MOMENTUM BUY" \\ \wedge statsCSAK = CSAK BUY \\ \wedge kondisi re - entry M15 terpenuhi \\ \wedge Close_{M15} < UB_{M15} \\ \wedge Close_{M15} < EMA_{50,M15} \end{cases} \quad (3.16)$$

Sinyal SELL merupakan cerminan simetrisnya.

Penting untuk dicatat bahwa kondisi re-entry pada Persamaan 3.16 dievaluasi menggunakan data *candle* M15, bukan H1. EA tidak menggunakan kondisi harga H1 secara langsung pada tahap evaluasi sinyal *entry*; H1 hanya berperan melalui variabel state *statscsak*. Hal ini penting karena menjelaskan mengapa *entry* dapat terjadi meskipun kondisi H1 saat itu tidak lagi memenuhi formasi CSAK penuh.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Arsitektur *State Machine* EA BBMA

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.4, sistem menerapkan arsitektur *state machine* yang memisahkan proses analisis momentum pada *timeframe* M15 dan analisis CSAK (Candlestick Arah Kukuh) pada *timeframe* H1. Pada jalur pertama, kondisi momentum dievaluasi berdasarkan posisi harga penutupan terhadap *Bollinger Bands*. Ketika harga penutupan menembus *upper band*, sistem akan mengubah status menjadi *MOMENTUM BUY*, sedangkan penembusan *lower band* akan mengubah status menjadi *MOMENTUM SELL*. Pada jalur kedua, sistem melakukan evaluasi kondisi CSAK pada *timeframe* H1 menggunakan kombinasi indikator *Bollinger Bands* dan *Multiple Moving Average*. Apabila seluruh kondisi *bullish* terpenuhi, status akan diubah menjadi *CSAK BUY*, sedangkan kondisi *bearish* akan menghasilkan status *CSAK SELL*.

Berbeda dengan pendekatan yang mengevaluasi seluruh syarat *entry* secara independen pada setiap *candle*, arsitektur ini mempertahankan status momentum dan CSAK yang telah terbentuk hingga terjadi perubahan kondisi yang berlawanan atau hingga transaksi berhasil dieksekusi. Dengan demikian, sistem tidak mengharuskan momentum dan CSAK terbentuk secara bersamaan pada *candle* yang sama. Status yang telah tersimpan kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi pada tahap berikutnya.

Kedua status tersebut selanjutnya digabungkan dalam proses pengambilan keputusan melalui variabel logika *JOVIN_BUY* atau *JOVIN_SELL*. *Entry* posisi hanya dilakukan apabila status momentum dan CSAK menunjukkan arah yang sama serta seluruh kondisi *price* action dan operasional telah terpenuhi. Setelah perintah transaksi berhasil dieksekusi melalui fungsi *OrderSend()*, sistem akan mengembalikan nilai *statsmomentum* dan *statscsak* ke kondisi *WAIT*. Mekanisme ini memastikan bahwa setiap transaksi selalu diawali oleh pembentukan sinyal baru sehingga dapat menghindari pembukaan posisi berulang dari status yang sama.

3.3.2 Kriteria *Entry* dan *Exit*

Kriteria *entry* dan *exit* dalam strategi BBMA dirancang untuk memastikan bahwa posisi *trading* hanya dibuka dan ditutup pada kondisi yang optimal berdasarkan konfirmasi berlapis dari sistem *state machine*. Arsitektur *entry* tidak semata-mata mengandalkan kondisi *candle* terkini, melainkan mengintegrasikan status persisten *statsmomentum* dan *statscsak* yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Dengan demikian, keputusan *entry* merupakan fungsi dari konteks

historis (status yang terbentuk sebelumnya) sekaligus kondisi harga kini (*re-entry* pada *timeframe* M15), bukan kondisi tunggal yang berdiri sendiri.

3.3.2.1 Kriteria *Entry* untuk Posisi BUY

Posisi *buy* dibuka ketika semua kondisi berikut terpenuhi secara simultan, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.17.

$$Entry_{BUY} = C_{State} \wedge C_{ReEntry} \wedge C_{Filter} \wedge C_{Operational} \wedge C_{NewCandle} \quad (3.17)$$

Masing-masing komponen diuraikan sebagai berikut.

A. Komponen Status *State Machine* (C_{State})

Komponen ini memverifikasi bahwa kedua variabel state telah berada pada kondisi yang mendukung arah BUY:

$$C_{State} = (statsmomentum = "MOMENTUM BUY") \wedge (statscsak = "CSAK BUY") \quad (3.18)$$

Status "MOMENTUM BUY" berarti EA pernah mendeteksi *candle* M15 yang menutup di atas *upper band Bollinger Bands*, dan status tersebut belum direset. Status "CSAK BUY" berarti EA pernah mendeteksi kondisi H1 yang memenuhi seluruh kriteria Persamaan 3.13, dan status tersebut belum direset. Kedua status ini dapat terbentuk pada waktu yang berbeda dan tidak harus terjadi pada *candle* yang sama.

B. Komponen *Re-Entry* M15 ($C_{ReEntry}$)

Komponen ini merupakan inti dari mekanisme *re-entry*, yaitu verifikasi bahwa harga pada *timeframe* M15 telah menyentuh zona *envelope* MA dan berhasil *recovery* kembali ke atasnya. Kondisi *re-entry* BUY dirumuskan pada Persamaan 3.19.

$$C_{ReEntry,BUY} = Low_{M15} < MA5LOW_{M15} \wedge Low_{M15} > MA10LOW_{M15} \\ \vee Low_{M15} < MA10LOW_{M15} \wedge Low_{M15} > MA5LOW_{M15} \quad (3.19)$$

$$\wedge Close_{M15} > MA5LOW_{M15} \wedge Close_{M15} > MA10LOW_{M15} \quad (3.20)$$

Persamaan 3.19 menyatakan bahwa *low candle* M15 harus berada di antara MA5 *Low* dan MA20 *Low*, terlepas dari MA mana yang nilainya lebih besar. Kondisi ini mengidentifikasi momen ketika harga sempat menyentuh atau menembus salah satu garis MA namun tidak menembus keduanya, yang mengindikasikan adanya *support* dinamis di area tersebut. Persamaan 3.20 mensyaratkan bahwa meskipun *low* sempat menyentuh zona tersebut, *close candle* harus sudah kembali berada di atas kedua MA, mengkonfirmasi pemulihan harga (*recovery*) dan batalnya tekanan jual sementara tersebut.

Kondisi ini dikenal dalam analisis teknikal sebagai pola *retest support*, di mana harga melakukan pengujian terhadap level kunci sebelum melanjutkan pergerakan searah *trend* (Gilbert dkk., 2023). Dalam konteks strategi BBMA, area antara MA5 *Low* dan MA20 *Low* pada M15 berfungsi sebagai zona *support* dinamis yang menjadi sasaran *re-entry*.

C. Komponen Filter (C_{Filter})

Komponen ini memastikan bahwa harga belum terlalu jauh bergerak dan masih berada dalam zona yang menguntungkan secara teknikal:

$$Close_{M15} = MA5LOW_{M15} \wedge Close_{M15} > EMA_{50,M15} \wedge Close_{M15} < UB_{M15} \quad (3.21)$$

Syarat $Close < UB_{M15}$ memastikan bahwa harga belum kembali menembus *upper band*, sehingga EA tidak membuka posisi BUY ketika harga sudah berada dalam kondisi *overbought* ekstrem. Syarat $Close > EMA_{50,M15}$

merupakan filter *trend* jangka menengah yang memastikan bahwa arah *trend* M15 masih *bullish*.

D. Kondisi Operasional:

Kondisi operasional memastikan bahwa *trading* dilakukan dalam kondisi yang aman dan efisien, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.22.

$$C_{Operasional, Layer0} = (JAM_{ON} \leq Hour < JAM_{OFF}) \wedge (Spread \leq Max_{Spread}) \wedge [(Positions_{BUY} = 0) \vee (Layers_{BUY} < max_{layer}) \wedge Distance_{valid}] \quad (3.22)$$

dimana j_{buy} dan j_{sell} adalah jumlah posisi BUY dan SELL yang sedang terbuka. Perlu dicatat bahwa kondisi pertama tidak mengizinkan EA membuka posisi baru apabila terdapat posisi BUY atau SELL dari arah mana pun yang sedang terbuka. Untuk layer tambahan (*re-entry* berlapis), seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.23.

$$C_{Operasional, layer+} = (0 < j_{buy} < max_{layer}) \wedge Ask \leq BUY_{last} - (minimum_range \times pt) \quad (3.23)$$

dimana BUY_{last} adalah harga *entry* layer BUY terakhir yang terbuka, dan pt adalah nilai satu *point* yang telah disesuaikan untuk broker 3/5 digit. Kondisi ini memastikan bahwa setiap layer tambahan hanya dibuka apabila harga telah bergerak turun setidaknya sebesar *minimum_range* pips dari *entry* sebelumnya.

E. Kondisi New Candle (opsional):

Jika parameter OPEN_CANDLE_ONLY aktif, *entry* hanya dilakukan pada *candle* baru, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.24.

$$C_{NewCandle} = Volume[0] \leq 10 \quad (3.24)$$



Gambar 3. 5 Verifikasi Kondisi Re-Entry BUY pada Candle M15 16:45 — GBP/USD 9 Maret 2026

Sebagai ilustrasi konkret terhadap mekanisme *entry* di atas, berikut disajikan verifikasi pada transaksi BUY aktual yang tercatat pada 9 Maret 2026 pukul 17:00 dengan harga *entry* 1.33913. Candle M15 yang dievaluasi adalah *candle* 16:45 (*candle* sebelum *entry*, sesuai parameter CEK_SIGNAL = 1):

Tabel 3. 3 Data Candle M15 pada Studi Kasus BUY 9 Maret 2026

Parameter	Nilai
<i>Open</i>	1.34036
<i>High</i>	1.34084
<i>Low</i>	1.33883
<i>Close</i>	1.33906
MA5 <i>Low</i> (M15)	1.33897
MA20 <i>Low</i> (M15)	1.33759

Verifikasi Persamaan 3.19 (kondisi *low* berada di antara MA5 *Low* dan MA20 *Low*):

$$1.33759 < 1.33883 < 1.33897$$

$$MA20LOW < Low_{M15} < MA5LOW \checkmark$$

Verifikasi Persamaan 3.20 (*close* kembali di atas kedua MA):

$$Close (1.33906) > MA5LOW (1.33897) \checkmark (+0.9 \text{ pips})$$

$$\text{Close} (1.33906) > \text{MA20LOW} (1.33759) \checkmark (+14.7 \text{ pips})$$

Selisih antara *close* dan MA5 *Low* hanya sebesar 0.9 pips, menunjukkan bahwa harga baru saja berhasil *recovery* ke atas MA5 *Low* — tepat kondisi yang diidentifikasi oleh logika *re-entry*. Kondisi *statsmomentum* = "MOMENTUM BUY" dan *statscsak* = "CSAK BUY" dianggap aktif berdasarkan pembentukan status pada *candle-candle* sebelumnya. Pada bar berikutnya (17:00), EA membuka posisi BUY pada harga Ask = 1.33913.

3.3.2.2 Mekanisme *Exit*

Strategi BBMA mengimplementasikan *multiple exit* mechanism untuk mengoptimalkan *profit* dan melindungi modal, dimana setiap mekanisme bekerja secara independen dan yang tercapai terlebih dahulu akan menutup posisi.

A. Take *Profit* by Momentum:

Mekanisme ini aktif apabila parameter *TP_by_Momentum* = *true*. *Exit* berdasarkan kondisi momentum optimal ketika *profit* sudah positif, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.25.

$$\begin{aligned} \text{Close}_{\text{ByMomentum}} = & (\text{profit} > 0) \wedge (\text{Positions}_{\text{BUY}} > 0) \\ & \wedge (\text{Momentum} \neq \text{MOMENTUM}_{\text{BUY}}) \end{aligned} \quad (3.25)$$

Untuk posisi *buy*, *exit* terpicu ketika momentum berubah menjadi tidak *bullish* lagi, mengindikasikan potensi reversal atau koreksi.

B. Fixed Take *Profit*:

Apabila parameter *TP* > 0, *take profit* ditetapkan pada harga yang dihitung dari *weighted average price* seluruh posisi terbuka searah seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.24.

$$TP_{price} = hargaratabuy + (TP \times pt) \quad (3.26)$$

dimana weighted average price dihitung menggunakan persamaan 3.27.

$$hargaratabuy = \frac{\sum_{i=1}^n (Lot_i \times OpenPrice_i)}{\sum_{i=1}^n Lot_i} \quad (3.27)$$

C. Stop Loss:

Apabila parameter $SL > 0$, Stop loss ditetapkan pada jarak tertentu dari entry price untuk membatasi kerugian, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.28.

$$SL_{price} = OpenPrice - (SL \times pt) \quad (3.28)$$

D. Cutloss by Percentage:

Automatic closure ketika floating loss melebihi threshold tertentu, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.29

$$\begin{aligned} Close_All &= \frac{AccountEquity - AccountBalance}{AccountBalance} \\ &\times 100 \leq Cutloss_Prosen \end{aligned} \quad (3.29)$$

E. Trailing Stop:

Mekanisme trailing stop aktif apabila parameter $FITUR_TRAIL = true$. Trailing stop diaktifkan ketika profit mencapai threshold tertentu dan akan menggeser stop loss mengikuti pergerakan profit, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.30 dan 3.31.

Aktivasi trailing:

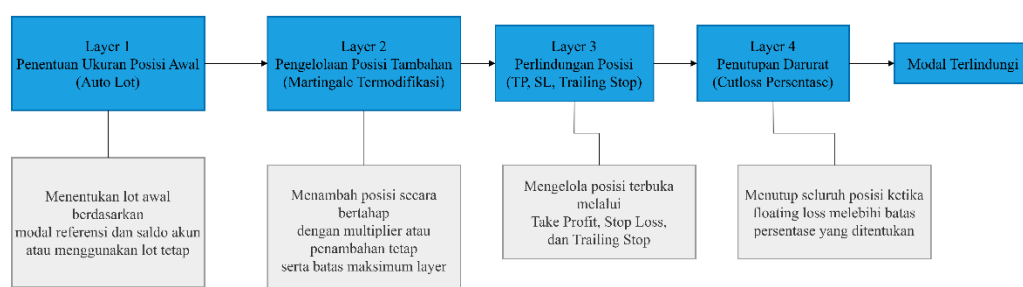
$$(Bid - hargaratabuy) > TrailingStart \times pt \quad (3.30)$$

Stop loss digeser ke:

$$SL_{new} = hargaratabuy + TrailingStep \times t \quad (3.31)$$

3.3.3 Manajemen Risiko

Sistem manajemen risiko merupakan komponen krusial yang dirancang untuk melindungi modal dari kerugian berlebihan melalui mekanisme berlapis. Penerapan *money management* dan *risk management* yang tepat menjadi faktor penentu keberlanjutan (*sustainability*) dalam *trading forex* (Gilbert dkk., 2023).



Gambar 3. 6 Sistem Manajemen Risiko Berlapis

Pada EA ini, manajemen risiko diimplementasikan secara bertingkat dalam empat lapisan yang bekerja secara berurutan: penentuan ukuran posisi awal, pengelolaan layer tambahan, perlindungan posisi terbuka, dan penutupan darurat. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.5, sistem manajemen risiko pada EA BBMA diimplementasikan menggunakan pendekatan berlapis (*layered risk management*) yang bekerja secara berurutan untuk mengendalikan risiko pada setiap tahap transaksi. Lapisan pertama bertugas menentukan ukuran posisi awal melalui mekanisme *Auto Lot* atau *lot* tetap, sehingga eksposur risiko dapat disesuaikan dengan kondisi modal akun. Setelah posisi terbuka, lapisan kedua mengelola penambahan posisi (*layering*) menggunakan pendekatan *martingale* termodifikasi yang dikendalikan oleh parameter *multiplier*, *increase*, *minimum range*, dan *maximum layer*.

Selanjutnya, lapisan ketiga berfungsi sebagai mekanisme perlindungan posisi melalui pengaturan *Take Profit*, *Stop Loss*, dan *Trailing Stop* yang bertujuan mengamankan keuntungan maupun membatasi kerugian selama posisi masih aktif. Apabila seluruh mekanisme perlindungan tersebut tidak mampu menahan peningkatan risiko akibat pergerakan harga yang tidak sesuai dengan arah transaksi, lapisan keempat akan berperan sebagai perlindungan terakhir melalui fitur *Cutloss* Persentase. Pada tahap ini, seluruh posisi akan ditutup secara otomatis ketika total kerugian mengambang (*floating loss*) mencapai batas persentase tertentu terhadap saldo akun.

Dengan struktur bertingkat tersebut, setiap lapisan berfungsi sebagai pengaman tambahan bagi lapisan sebelumnya. Pendekatan ini memungkinkan sistem tidak hanya berfokus pada pencarian peluang keuntungan, tetapi juga menjaga keberlangsungan modal melalui mekanisme pengendalian risiko yang sistematis dan terintegrasi.

3.3.3.1 Penentuan Ukuran Posisi Awal

Formula perhitungan *lot* awal menggunakan metode *position sizing* yang proporsional terhadap *balance* akun, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.32.

Jika *AutoLot* = true:

$$Lot_{initial} = \left\lfloor \frac{AccountBalance}{Modal_{Awal}} \right\rfloor \times lots1 \quad (3.32)$$

Untuk layer berikutnya, *lot size* dapat dihitung menggunakan dua metode. Metode perkalian (*martingale* termodifikasi) ditunjukkan pada persamaan 3.33.

$$Lot_{layer_n} = Lot_{layer_{n-1}} \times multiplier \quad (3.33)$$

Metode penambahan (*fixed increment*) ditunjukkan pada persamaan 3.34.

$$Lot_{layer_n} = Lot_{layer_{n-1}} + increase \quad (3.34)$$

Hasil dinormalisasi sesuai dengan digit *lot* broker, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.35.

$$Lot_{final} = NormalizeDouble(Lot_{calculated}, digitlot) \quad (3.35)$$

Sistem auto *lot* calculation memastikan bahwa ukuran posisi selalu proporsional dengan modal akun, mengurangi risiko *overleveraging* (Hartono dkk., 2024). Sebagai ilustrasi implementasi algoritma tersebut, diasumsikan sebuah akun memiliki *balance* sebesar USD 10.000 dengan *risk factor* 0,01 per divisor 1.000. Berdasarkan persamaan 3.30, sistem akan menetapkan *Lot_{initial}* sebesar 0,10. Apabila terjadi eksistensi posisi pada layer kedua dengan metode perkalian (3.33) dan *multiplier* 1,5, maka volume transaksi meningkat menjadi 0,15 *lot*. Proses ini diakhiri dengan normalisasi pada persamaan 3.35 untuk memastikan nilai *lot* yang dihasilkan kompatibel dengan batasan presisi desimal pada platform broker.

3.3.3.2 Pengelolaan Layer Tambahan dengan Martingale Termodifikasi

Apabila sinyal *entry* kembali terpenuhi sementara posisi sebelumnya masih terbuka, EA dapat membuka layer tambahan searah posisi yang ada. Mekanisme ini mengimplementasikan pendekatan *modified martingale*, yaitu variasi dari strategi *martingale* klasik yang dimodifikasi dengan penambahan dua batasan kritis: jumlah layer maksimum dan jarak minimum antarlayer.

Kondisi pembukaan layer tambahan BUY dinyatakan pada Persamaan 3.36

$$\begin{aligned} & \text{BukaBuyLayer} + : j_{buy} > 0 \wedge j_{buy} < \max_{\text{layer}} \\ & \wedge \text{JOVIN}_{\text{BUY}} \wedge \text{Ask} \leq \text{BUY}_{\text{last}} - \text{minimum_range} \times \end{aligned} \quad (3.36)$$

dimana j_{buy} adalah jumlah posisi BUY yang sedang terbuka, BUY_{last} adalah harga *entry* layer BUY terakhir, dan *minimum_range* adalah jarak minimum dalam pips (default: 25 pips). Kondisi simetrisnya berlaku untuk SELL.

Average *entry price* untuk *multiple* layers dihitung menggunakan weighted average, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.37.

$$Price_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n (Lot_i \times Price_i)}{\sum_{i=1}^n Lot_i} \quad (3.37)$$

Penggunaan *martingale* termodifikasi dengan batasan *maximum* layer dan *minimum range* memastikan bahwa *risk exposure* tetap terkontrol (Hartono dkk., 2024). Sebagai contoh implementasi, apabila posisi *BUY* pertama dibuka pada harga 1.08500 dengan *Range min* sebesar 100 *pips* (1000 poin), maka sesuai dengan persamaan 3.34, layer kedua hanya akan dieksekusi jika harga pasar menyentuh atau lebih rendah dari 1.07500. Jika layer pertama sebesar 0,10 *lot* berada di harga 1.08500 dan layer kedua sebesar 0,15 *lot* berada di harga 1.07500, maka berdasarkan perhitungan persamaan 3.37, *Average Entry Price* yang dihasilkan adalah 1.07900. Integrasi kedua parameter ini memungkinkan sistem melakukan *recovery* posisi secara terukur tanpa mengabaikan aspek ketahanan akun.

3.3.3.3 Perlindungan Posisi Terbuka

Perlindungan posisi terbuka diimplementasikan melalui tiga mekanisme yang bekerja secara simultan: *fixed take profit*, *stop loss*, dan *trailing stop*. Ketiganya telah dirumuskan pada Persamaan 3.26–3.31 dalam subbab 3.3.2.3,

sehingga subbab ini berfokus pada aspek manajerial dan konfigurasi yang relevan bagi pengelolaan risiko.

Nilai default parameter TP = 0 dan SL = 0 berarti EA beroperasi tanpa *fixed take profit* maupun *stop loss* per posisi secara bawaan. Dalam kondisi ini, penutupan posisi sepenuhnya mengandalkan mekanisme TP_by_Momentum dan Cutloss_Procen. Konfigurasi ini didesain untuk menghindari penutupan posisi prematur akibat volatilitas jangka pendek, dengan asumsi bahwa mekanisme berbasis sinyal (TP_by_Momentum) lebih mampu mengoptimalkan titik keluar dibandingkan nilai pips tetap yang statis.

Trailing stop (parameter FITUR_TRAIL = *false* secara default) dapat diaktifkan untuk mengunci *profit* secara dinamis. Parameter TrailingStart = 500 (pips) menentukan jarak *profit* minimum dari *weighted average price* sebelum *trailing* diaktifkan, sedangkan TrailingStep = 250 (pips) menentukan jarak *stop loss* yang baru terhadap *weighted average price* setelah *trailing* aktif. Nilai default yang cukup besar ini mengindikasikan bahwa *trailing stop* dirancang untuk digunakan pada kondisi *profit* yang sudah signifikan, bukan sebagai mekanisme *break-even* dini.

3.3.3.4 Penutupan Darurat Berbasis Persentase Kerugian

Mekanisme penutupan darurat merupakan lapisan pertahanan terakhir yang berfungsi melindungi sisa modal ketika kerugian akumulatif melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Kondisi penutupan darurat dievaluasi pada setiap *tick* seperti yang dijelaskan pada persamaan 3.29.

3.3.4 Metrik Evaluasi Performa

Metrik evaluasi performa digunakan untuk mengukur kualitas dan keandalan strategi *trading* secara kuantitatif. Evaluasi tidak cukup hanya berlandaskan pada total *profit* yang dihasilkan, karena nilai *profit* absolut tidak mencerminkan seberapa besar risiko yang ditanggung untuk mencapainya. Oleh karena itu, penilaian strategi dilakukan melalui kombinasi metrik yang mengukur profitabilitas, efisiensi penggunaan modal, ketahanan terhadap kerugian, dan kualitas *risk-adjusted return* (Nasution, 2024).

3.3.4.1 Profit Factor:

Profit factor mengukur rasio antara *gross profit* dengan *gross loss*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.38.

$$PF = \frac{Gross_Profit}{|Gross_Loss|} \quad (3.38)$$

Nilai $PF > 1$ berarti strategi secara keseluruhan menghasilkan *profit* lebih besar dari kerugiannya. Nilai $PF > 1.5$ umumnya dianggap sebagai ambang batas minimum untuk strategi yang layak digunakan secara konsisten (Nasution, 2024). Semakin tinggi nilai *profit factor*, semakin efisien strategi dalam mengubah risiko menjadi keuntungan. Nilai *gross loss* pada Persamaan 3.38 menggunakan nilai absolut untuk menghindari hasil negatif.

3.3.4.2 Recovery Factor:

Recovery factor mengukur kemampuan strategi untuk *recovery* dari *drawdown*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.39.

$$RF = \frac{Net_Profit}{Max_Drawdown} \quad (3.39)$$

Target: $RF > 3.0$ untuk excellent *risk-adjusted return*.

3.3.4.3 Sharpe Ratio:

Sharpe ratio mengukur *risk-adjusted return* dengan mempertimbangkan volatilitas *returns*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.40.

$$Sharpe = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (3.40)$$

dimana R_p adalah *return* portfolio, R_f adalah *risk-free rate*, dan σ_p adalah standar deviasi *returns*.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data historis harga pair GBP/USD yang diperoleh dari broker *forex* yang terintegrasi dengan platform MetaTrader 4. Data historis ini berfungsi sebagai sumber utama untuk *backtesting* strategi BBMA dan evaluasi performa *Expert Advisor*.

Data historis yang dikumpulkan mencakup informasi lengkap pergerakan harga dalam format OHLC (*Open, High, Low, Close*) beserta volume untuk setiap *candlestick* pada *timeframe* yang dianalisis. Spesifikasi data yang dikumpulkan meliputi:

1. **Pair Mata Uang:** GBP/USD (British Pound versus US Dollar), dipilih karena karakteristik likuiditas tinggi, volatilitas yang cukup untuk *trading profitable*, dan *spread* yang kompetitif dibandingkan pair eksotis lainnya.

2. **Timeframe:** Data primer menggunakan *timeframe* H1 (1 jam) sebagai basis data untuk *backtesting*. Platform MetaTrader 4 memiliki kemampuan untuk menganalisis *timeframe* yang lebih rendah (M15) melalui interpolasi data H1, sehingga *dual timeframe analysis* dapat dilakukan dengan satu dataset H1.
3. **Periode Data:** Minimal 2 tahun hingga idealnya 5-10 tahun untuk mencakup berbagai kondisi pasar termasuk *trending* market, ranging market, *high volatility* period, dan *low volatility* period. *Periode* yang panjang memastikan bahwa hasil *backtesting* tidak bias terhadap karakteristik pasar tertentu.
4. **Kualitas Data:** Data harus memenuhi standar kualitas dengan kontinuitas (tidak ada gap signifikan kecuali weekend dan holiday), akurasi harga ($High \geq Open/Close$, $Low \leq Open/Close$), dan konsistensi volume.

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

Langkah 1: Akses *History Center* Membuka *History Center* dalam MetaTrader 4 melalui menu *Tools* → *History Center*. *History Center* menyediakan *interface* untuk mengakses dan mengelola data historis yang tersimpan dalam *database* lokal platform.

Langkah 2: Seleksi *Symbol* dan *Timeframe* Memilih *Symbol* GBP/USD (atau GBPUSDM tergantung notasi broker) dan *timeframe* H1 dari daftar yang tersedia. Pemilihan *timeframe* H1 memberikan *balance* antara detail data dan *computational efficiency* untuk *backtesting*.

Langkah 3: Download Data Historis Melakukan download data historis dengan mengklik tombol Download. Platform akan terhubung ke server broker dan mengunduh data historis yang tersedia. Proses download akan mengisi *database* lokal dengan historical bars mulai dari tanggal tersedia hingga data terkini.

Langkah 4: Verifikasi Data Melakukan verifikasi terhadap data yang telah diunduh dengan memeriksa:

1. Range tanggal yang tersedia (dari tanggal awal hingga akhir)
2. Tidak ada gap data yang signifikan (selain weekend dan holiday)
3. Jumlah bar yang ter-download (idealnya ribuan hingga puluhan ribu bar)
4. Konsistensi nilai OHLC (tidak ada anomali seperti spike harga ekstrem yang tidak masuk akal)

Langkah 5: Export Data (Optional) Jika diperlukan analisis tambahan di luar MetaTrader 4, data dapat diekspor ke format CSV atau Excel melalui fungsi “export” yang tersedia di *History Center*. Data yang diekspor mencakup kolom Date, Time, Open, High, Low, Close, dan Volume.

Langkah 6: Backup Data Melakukan backup file data historis (.hst file) yang tersimpan di direktori MetaTrader 4 (biasanya di folder history/[server_name]/) untuk mencegah kehilangan data jika terjadi corruption atau kebutuhan reinstall platform.

Kualitas data historis sangat mempengaruhi validitas hasil *backtesting*. Oleh karena itu, beberapa aspek kualitas data perlu diperhatikan. Pertama, akurasi harga dimana data harus mencerminkan pergerakan harga aktual di pasar pada periode tersebut tanpa distorsi atau manipulasi. Kedua, kontinuitas temporal dimana tidak

boleh ada missing bars yang signifikan karena dapat menyebabkan backtest melewati periode penting. Ketiga, representativeness dimana data harus mencakup berbagai kondisi pasar untuk memastikan strategi diuji dalam berbagai scenario. Keempat, consistency dengan kondisi *trading* aktual dimana *spread* dan *slippage* yang digunakan dalam backtest harus *realistic* dan merefleksikan kondisi broker yang akan digunakan.

3.5 Skenario Pengujian dan Metode Optimasi

Pengujian *Expert Advisor* strategi BBMA dilakukan melalui dua tahap utama: tahap optimasi parameter untuk menemukan kombinasi parameter terbaik, dan tahap *backtesting* komprehensif menggunakan parameter optimal untuk evaluasi performa final. Kedua tahap ini dirancang secara sistematis untuk memastikan bahwa strategi yang dikembangkan tidak hanya *profitable* pada kondisi pasar tertentu (over-fitted), namun juga kuat dan adaptable terhadap berbagai kondisi pasar.

3.5.1 Konfigurasi Parameter Optimasi

Parameter-parameter yang akan dioptimasi dalam penelitian ini telah diidentifikasi berdasarkan analisis sensitivitas terhadap performa strategi. Konfigurasi parameter optimasi dirancang dengan mempertimbangkan range nilai yang reasonable berdasarkan teori analisis teknikal dan *best practices* dalam *trading*.

Tabel 3. 4 Konfigurasi Parameter Optimasi

Parameter	Deskripsi	Range Uji	Step	Jumlah Nilai	Alasan Pemilihan Range
<i>Periodbb</i>	<i>Periode Bollinger Bands untuk perhitungan Simple Moving Average</i>	10 - 25	5	4 nilai (10, 15, 20, 25)	Range standar dalam analisis teknikal, periode 20 adalah default yang widely-used
<i>deviationbb</i>	<i>Multiplier deviasi standar untuk upper/lower band</i>	1.8 - 2.6	0.2	5 nilai (1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6)	<i>Deviation</i> 2.0 adalah standar (95% confidence), range memberikan variasi dari konservatif (1.8) hingga agresif (2.6)
PERIOD_MA1	<i>Periode MA5 (fast MA) untuk harga High dan Low</i>	4 - 7	1	4 nilai (4, 5, 6, 7)	Range pendek untuk responsiveness terhadap momentum cepat
PERIOD_MA2	<i>Periode MA20 (medium MA) untuk harga High dan Low</i>	8 - 14	2	4 nilai (8, 10, 12, 14)	Range medium untuk konfirmasi momentum
PERIOD_MA	<i>Periode MA50 (slow MA) untuk harga Close</i>	45 - 60	5	4 nilai (45, 50, 55, 60)	Range untuk testing optimal <i>trend</i> filter, default 50 akan dites juga

Total kombinasi yang akan diuji dalam optimasi adalah $4 \times 5 \times 4 \times 4 \times 4 = 1280$ kombinasi parameter. Jumlah ini cukup besar untuk *explore* parameter *space* secara *comprehensive* namun masih manageable dalam hal computational time.

Proses optimasi dilakukan menggunakan *Strategy Tester* MetaTrader 4 dengan mengiterasi seluruh kombinasi parameter secara systematic (Nasution, 2024). Untuk setiap kombinasi parameter, backtest dijalankan pada periode data yang sama (in-sample period), dan performa dievaluasi menggunakan objective function yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.41.

$$Fitness = w_1 \times PF + w_2 \times (100 - DD\%) + w_3 \times WR \quad (3.41)$$

dimana:

PF = Profit Factor

$DD\%$ = Maximum Drawdown Percentage

WR = Win Rate (dalam persentase)

$w_1 w_2 w_3$ = bobot untuk setiap komponen

Dalam penelitian ini digunakan bobot: $w_1 = 0.4, w_2 = 0.3, w_3 = 0.3$. Pemilihan bobot ini memberikan prioritas tertinggi pada *Profit Factor* karena metrik ini mencerminkan *balance* antara *gross profit* dan *gross loss*. *Maximum Drawdown* dan *Win Rate* diberikan bobot yang sama untuk memastikan bahwa strategi tidak hanya *profitable* namun juga memiliki *risk* yang terkontrol dan *consistency* yang baik. Kombinasi parameter dengan fitness score tertinggi dipilih sebagai parameter optimal untuk tahap *backtesting* komprehensif.

3.5.2 Prosedur *Backtesting* Komprehensif

Setelah parameter optimal ditemukan melalui proses optimasi, tahap selanjutnya adalah melakukan *backtesting* komprehensif untuk mengevaluasi performa strategi secara menyeluruh menggunakan data historis yang lebih panjang dan kondisi yang *realistic*.

Konfigurasi *Backtesting*:

1. Data Historis:
 - a. *Symbol*: GBP/USD
 - b. *Timeframe*: H1 (1 jam)
 - c. *Periode*: Minimal 2 tahun, idealnya 5-10 tahun
 - d. Rentang tanggal: Dari tahun 2015 atau lebih awal hingga data terkini
2. Parameter *Trading*:
 - a. Initial Deposit: \$10,000 (representatif untuk *trader* retail)
 - b. Leverage: 1:100 hingga 1:500 (sesuai standar broker)
 - c. *Spread*: 2-3 pips (average *spread* GBP/USD pada broker ECN)

- d. Commission: 0 (untuk broker tanpa komisi) atau sesuai broker spesifik

3. Model Testing:

- a. Model: *Control Points*
- b. *Execution Mode: Every tick based on real ticks* (jika data tick tersedia)
- c. Slippage: 3 pips (*realistic slippage* untuk order execution)

4. Parameter Optimal:

- a. Hasil dari tahap optimasi digunakan sebagai input parameter EA

Untuk memastikan ketahanan strategi, *backtesting* dilakukan dengan beberapa skenario:

Skenario 1: *In-Sample Testing* Tujuan validasi bahwa parameter optimal perform well pada data yang digunakan untuk optimasi. Menggunakan 70% awal dari total data historis dengan expected hasil konsisten dengan hasil optimasi.

Skenario 2: *Out-of-Sample Testing* Tujuan validasi bahwa strategi tidak over-fitted dan dapat generalize ke data baru. Menggunakan 30% akhir dari total data historis yang tidak digunakan dalam optimasi dengan expected performa konsisten dengan in-sample (degradasi minor acceptable).

Skenario 3: *Full Period Testing* Tujuan evaluasi performa keseluruhan dalam jangka panjang menggunakan seluruh data historis (5-10 tahun) dengan ekspektasi performa stabil dan *drawdown* terkontrol.

Skenario 4: *Crisis Period Testing* Tujuan evaluasi *resilience* strategi terhadap kondisi pasar ekstrem pada periode krisis seperti Brexit (2016), COVID-

19 (2020), atau periode volatilitas tinggi lainnya. *Expected* strategi tidak mengalami excessive drawdown atau margin call.

Skenario 5: *Different Spread Testing* Tujuan evaluasi sensitivitas terhadap biaya transaksi menggunakan full period dengan variasi spread (2 pips, 3 pips, 5 pips). *Expected* strategi tetap profitable meskipun spread lebih tinggi.

3.6 Metode Evaluasi dan Analisis Data

Evaluasi performa *Expert Advisor* dilakukan melalui analisis *comprehensive* terhadap berbagai metrik *trading* yang mencakup aspek profitabilitas, risiko, dan konsistensi. Metode analisis data menggunakan pendekatan kuantitatif dengan interpretasi berbasis standar industri *trading*.

3.6.1 Metrik Evaluasi Performa

Tabel 3. 5 Definisi dan Interpretasi Metrik Evaluasi Kinerja

Metrik	Formula	Interpretasi	Benchmark Target
Net Profit	$NP = \sum Profit - \sum Loss$	Total keuntungan atau kerugian selama periode testing	Positif, idealnya > 20% dari initial deposit
Gross Profit	$GP = \sum_{i \in Wins} Profit_i$	Total keuntungan dari semua trade yang profit	Semakin tinggi semakin baik
Gross Loss	$GL = \sum_{i \in Losses} Loss_i$	Total kerugian dari semua trade yang loss (nilai negatif)	Semakin kecil (mendekati 0) semakin baik
Profit Factor	$PF = \frac{GP}{ GL }$	Rasio antara Gross Profit dibanding Gross Loss	> 1.5 (bagus), > 2.0 (sempurna), semakin banyak semakin baik
Expected Payoff	$EP = \frac{NP}{Total\ Trades}$	Rata-rata profit/loss per trade	Positif dan substantial
Return on Investment	$ROI = \frac{NP}{Initial_Deposit} \times 100\%$	Return dalam persentase terhadap modal awal	> 10-30% per tahun untuk konservatif
Maximum Drawdown	$MD = \max_{t \in T} (Peak_t - Trough_t)$	Penurunan terbesar dari peak equity ke trough	< 20% (low risk), 20-30% (moderate), > 30% (high risk)
Maximum Drawdown %	$MD\% = \frac{MD}{Peak_Equity} \times 100\%$	Maximum drawdown dalam persentase	< 20% untuk strategi sustainable

Metrik	Formula	Interpretasi	Benchmark Target
Relative Drawdown	$RD = \frac{MD}{Initial_Deposit} \times 100\%$	Drawdown relatif terhadap modal awal	< 25-30%
Recovery Factor	$RF = \frac{NP}{MD}$	Rasio profit terhadap maximum drawdown	> 3.0 (excellent risk-adjusted return)
Sharpe Ratio	$SR = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$	Risk-adjusted return	> 1.0 (acceptable), > 2.0 (very good)
Total Trades	$TT = \sum_{i=1}^n Trade_i$	Jumlah total transaksi	Ratusan hingga ribuan untuk statistical significance
Win Rate	$WR = \frac{Winning_Trades}{Total_Trades} \times 100\%$	Persentase trade yang profit	> 50-60% untuk trend-following strategy
Average Profit Trade	$APT = \frac{GP}{PT}$	Rata-rata profit dari winning trade	Harus > Average Loss Trade
Average Loss Trade	$ALT = \frac{GL}{LT}$	Rata-rata loss dari losing trade	Controlled dan konsisten

3.6.2 Analisis Balance dan Equity Curve

Analisis visual terhadap *balance curve* dan *equity curve* merupakan komponen penting dalam evaluasi performa. *Balance curve* menunjukkan pertumbuhan atau penurunan modal berdasarkan *closed trades* saja, sementara *equity curve* menunjukkan kombinasi *balance* dan *floating profit/loss* dari *open positions*.

Karakteristik *Balance/Equity Curve* yang Baik:

1. **Uptrend yang Konsisten:** Kurva menunjukkan tren naik yang steady tanpa fluktuasi ekstrem. Formula gradient tren:
2. **Smooth Curve:** Kurva tidak menunjukkan spike atau drop yang tajam, mengindikasikan bahwa strategi tidak mengalami large wins atau large losses yang ekstrem.

2. **Equity Close to Balance:** *Equity curve* yang closely follows *balance curve* mengindikasikan bahwa strategi tidak holding *floating loss* dalam periode lama.
3. **Moderate Drawdown Periods:** *Periode drawdown* yang terjadi tidak terlalu dalam dan *recovery time* yang reasonable.
4. **Consistent Growth Rate:** Pertumbuhan *equity* yang relatif konstan mengindikasikan strategi yang stable.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Optimization Expert Advisor BBMA

Proses *optimization* dilakukan untuk mengidentifikasi kombinasi parameter yang menghasilkan performa optimal pada strategi *Expert Advisor* BBMA. Proses ini menggunakan fitur *Strategy Tester* pada MetaTrader 4 dengan metode *genetic algorithm* untuk mengeksplorasi berbagai kombinasi parameter secara efisien. Pengujian dilakukan dengan modal awal (*initial deposit*) sebesar \$10.000 pada pasangan mata uang GBP/USD menggunakan data historis periode 1 Januari 2024 hingga 31 Desember 2025 (2 tahun) dengan *timeframe* H1. Pengujian tersebut menghasilkan 13.468 *bar* data dan 312.685 *ticks* untuk dimodelkan.

4.1.1 Penentuan Konfigurasi Parameter Optimal

Proses *optimization* menghasilkan 240 konfigurasi parameter dengan tingkat performa yang bervariasi. Evaluasi dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai metrik kinerja, meliputi profitabilitas (*Net Profit*, *Profit Factor*, *Expected Payoff*), manajemen risiko (*Maximum Drawdown*, *Relative Drawdown*, *Recovery Factor*), serta konsistensi *trading* (*Total Trades*, *Win Rate*). Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya menghasilkan keuntungan yang tinggi, tetapi juga memiliki profil risiko yang terkontrol dan performa yang konsisten pada berbagai kondisi pasar.

Berdasarkan hasil analisis terhadap 240 konfigurasi, diperoleh sejumlah konfigurasi dengan performa yang relatif tinggi. Sebagai representasi hasil

optimization, dipilih dua konfigurasi dengan performa tertinggi, yaitu Pass 19 dan Pass 26, untuk dianalisis lebih lanjut pada tahap berikutnya. Pemilihan kedua konfigurasi ini bersifat sementara sebagai kandidat, dan belum merepresentasikan keputusan akhir dalam penentuan parameter optimal. Tabel 4.1 menyajikan perbandingan performa 20 konfigurasi teratas hasil *optimization*.

Tabel 4. 1 Top 20 Hasil Optimization EA BBMA pada GBP/USD

Pass	Net Profit (\$)	Trades	Profit Factor	Expected Payoff (\$)	Drawdown (\$)	Recovery Factor
26	12017.55	572	2.60	21.01	4205.96	36.13
19	11938.18	579	2.55	20.62	4209.23	36.14
198	11749.57	787	2.62	14.93	3075.31	26.30
190	11565.03	583	2.50	19.84	5057.72	43.27
145	11549.90	578	2.53	19.98	5057.72	43.31
168	11407.00	578	2.52	19.74	4205.96	36.45
191	11301.08	700	2.44	16.14	4206.41	36.24
68	11280.93	600	2.75	18.80	5068.23	44.10
164	11254.98	775	2.55	14.52	3075.31	26.28
73	11246.47	608	2.49	18.50	5057.72	43.20
37	11186.59	589	2.50	18.99	4209.23	36.21
197	11160.47	563	2.68	19.82	4209.23	36.95
149	11078.18	592	2.82	18.71	5057.72	44.19
103	11055.79	561	2.65	19.71	4205.96	36.92
233	11039.28	484	2.66	22.81	5002.19	44.29
5	11019.20	584	2.70	18.87	5068.23	44.27
193	11012.35	604	2.50	18.23	5057.72	43.44
223	10969.92	638	2.51	17.19	4205.82	37.15
161	10887.76	575	2.73	18.94	5057.72	44.27
166	10846.94	576	2.52	18.83	4205.96	36.28

Berdasarkan Tabel 4.1, konfigurasi Pass 26 menghasilkan *Net Profit* tertinggi sebesar \$12.017,55 dengan *Profit Factor* 2,60 dan *Expected Payoff* sebesar \$21,01 per transaksi. Namun demikian, konfigurasi ini memiliki *Maximum Drawdown* sebesar \$4.205,96. Sementara itu, Pass 19 menghasilkan *Net Profit* sebesar \$11.938,18 dengan *Profit Factor* 2,55 dan *Expected Payoff* sebesar \$20,62, serta *Maximum Drawdown* sebesar \$4.209,23. Perbedaan utama antara kedua konfigurasi tersebut terletak pada jumlah transaksi, di mana Pass 19 menghasilkan

579 transaksi, sedikit lebih tinggi dibandingkan Pass 26 yang menghasilkan 572 transaksi.

Analisis terhadap 20 konfigurasi teratas menunjukkan adanya variasi dalam profil risiko dan imbal hasil. Beberapa konfigurasi dengan *Recovery Factor* tinggi, seperti Pass 68, 73, 5, dan 161 (di atas 44), cenderung memiliki *Maximum Drawdown* yang lebih besar (di atas \$5.000,00), yang mengindikasikan karakteristik strategi yang lebih agresif. Sebaliknya, konfigurasi seperti Pass 198 dan 164 memiliki *Maximum Drawdown* yang lebih rendah (\$3.075,31), namun diikuti dengan jumlah transaksi yang lebih tinggi, yaitu masing-masing 787 dan 775 transaksi. Hal ini menunjukkan bahwa strategi tersebut mengandalkan frekuensi *trading* yang tinggi dengan risiko per transaksi yang relatif lebih kecil.

Dengan demikian, hasil *optimization* pada tahap ini belum dapat digunakan sebagai dasar tunggal untuk menentukan konfigurasi parameter optimal, mengingat belum adanya perbedaan performa yang signifikan antar konfigurasi terbaik. Oleh karena itu, dua konfigurasi dengan performa tertinggi, yaitu Pass 19 dan Pass 26, dipilih sebagai kandidat untuk diuji lebih lanjut pada tahap *backtesting* yang lebih mendalam. Penentuan konfigurasi parameter optimal akan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi pada tahap backtest, sebagaimana dibahas pada Subbab 4.2.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kedua konfigurasi memiliki kesamaan pada sebagian besar parameter, dengan perbedaan utama pada periode MA50 yang digunakan sebagai filter tren jangka menengah. Pass 19 menggunakan periode 55, sedangkan Pass 26 menggunakan periode 60. Perbedaan ini memengaruhi sensitivitas sistem terhadap perubahan tren.

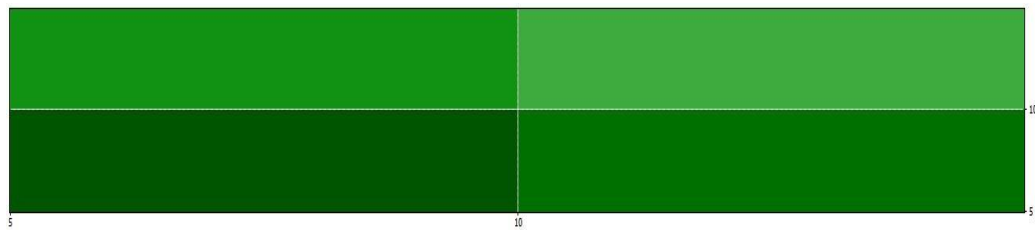
Tabel 4. 2 Perbandingan Konfigurasi Parameter Pass 19 dan Pass 26

Kategori	Parameter	Pass 19	Pass 26
Bollinger Bands	<i>Period BB</i>	20	20
	<i>Deviation BB</i>	2.2	2.2
Moving Average (Momentum)	<i>MA1 (High)</i>	5 (LWMA)	5 (LWMA)
	<i>MA2 (Low)</i>	5 (LWMA)	5 (LWMA)
	<i>MA3 (High)</i>	20 (LWMA)	20 (LWMA)
	<i>MA4 (Low)</i>	20 (LWMA)	20 (LWMA)
Moving Average (Trend Filter)	<i>MA50 Period</i>	55 (EMA)	60 (EMA)
	<i>USE_MA50</i>	True	True
Timeframe	<i>TF_CSAK</i>	H1 (60)	H1 (60)
	<i>TF_MOMENTUM</i>	M15 (15)	M15 (15)
Risk Management	<i>AutoLot</i>	True	True
	<i>Modal Awal</i>	\$1.000	\$1.000
	<i>Max Layer</i>	20	20
	<i>Cutloss Prosen</i>	-100%	-100%
Entry Settings	<i>OPEN_CANDLE_ONLY</i>	True	True
	<i>Minimum Range</i>	25 points	25 points

Periode MA50 yang lebih panjang (60) cenderung menghasilkan respons yang lebih lambat terhadap perubahan tren, sehingga sinyal yang dihasilkan lebih selektif namun dengan frekuensi transaksi yang lebih rendah. Sebaliknya, periode 55 memberikan respons yang relatif lebih cepat terhadap perubahan momentum pasar, sehingga memungkinkan terbentuknya peluang transaksi tambahan tanpa meningkatkan tingkat sinyal yang tidak valid secara signifikan.

4.1.2 Analisis Sensitivitas Parameter (Heatmap Optimization)

Untuk memahami hubungan antara parameter dan performa sistem secara lebih mendalam, dilakukan visualisasi hasil *optimization* dalam bentuk *heatmap*. Visualisasi ini merepresentasikan sensitivitas performa sistem terhadap perubahan kombinasi parameter, di mana intensitas warna yang lebih gelap menunjukkan tingkat performa yang lebih tinggi. Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi zona parameter yang optimal serta mengevaluasi stabilitas konfigurasi yang dipilih.

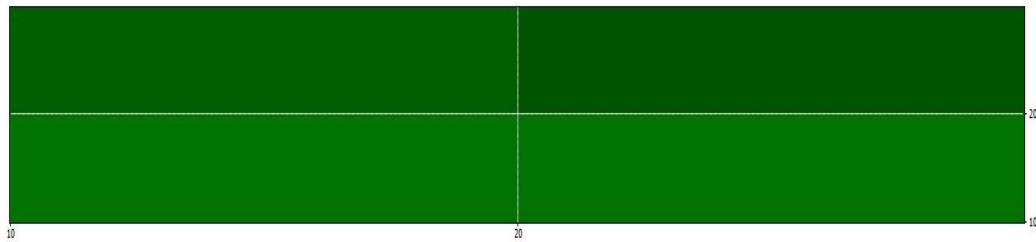


Gambar 4. 1 Heatmap Sensitivitas MA1 (*High*) vs MA2 (*Low*)

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara parameter MA1 dan MA2, yang masing-masing merepresentasikan *Moving Average* periode pendek untuk harga tertinggi dan terendah. Rentang parameter yang diuji berada pada interval 5–10 untuk kedua sumbu. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kombinasi MA1 = 5 dan MA2 = 5 menghasilkan performa optimal, yang ditandai dengan intensitas warna yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi lainnya.

Hubungan antarparameter menunjukkan bahwa peningkatan periode pada salah satu atau kedua parameter cenderung menurunkan performa sistem. Hal ini mengindikasikan bahwa responsivitas terhadap pergerakan harga jangka pendek merupakan faktor penting dalam strategi ini. *Periode* yang lebih kecil memungkinkan sistem merespons perubahan harga secara lebih cepat, sehingga peluang untuk menangkap momentum jangka pendek menjadi lebih besar.

Distribusi warna yang relatif homogen di sekitar titik optimal menunjukkan bahwa sistem tidak terlalu sensitif terhadap perubahan kecil pada parameter MA1 dan MA2. Dengan kata lain, terdapat rentang parameter yang masih menghasilkan performa yang relatif stabil. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat ketahanan yang baik dan tidak menunjukkan indikasi *overfitting* yang signifikan pada parameter tersebut.

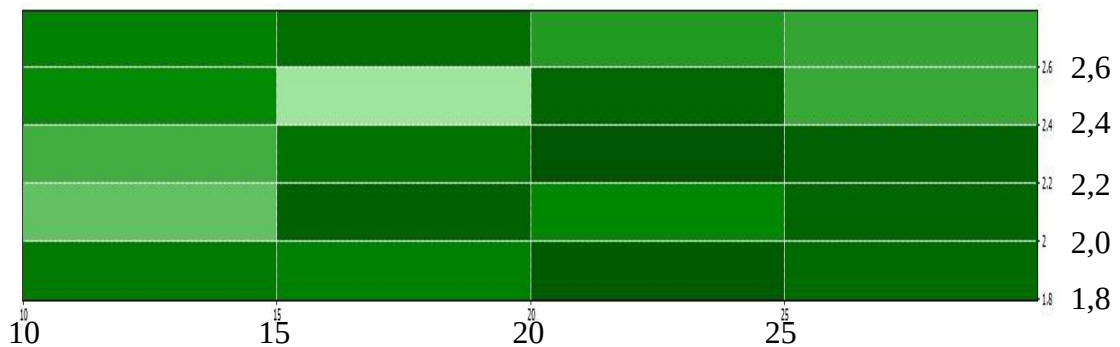


Gambar 4. 2 Heatmap Sensitivitas MA3 (*High*) vs MA4 (*Low*)

Gambar 4.2 menggambarkan sensitivitas parameter MA3 dan MA4 yang berfungsi sebagai komponen konfirmasi tren dengan periode yang lebih panjang. Rentang parameter yang diuji berada pada interval 10–20. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa performa optimal diperoleh pada kombinasi MA3 = 20 dan MA4 = 20, yang sesuai dengan konfigurasi Pass 19.

Berbeda dengan MA1 dan MA2, hubungan antarparameter pada MA3 dan MA4 menunjukkan bahwa peningkatan periode justru berkorelasi dengan peningkatan performa sistem. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi konfirmasi tren membutuhkan indikator yang lebih halus dan tidak terlalu responsif terhadap fluktuasi jangka pendek. *Periode* yang lebih panjang membantu menyaring *noise* pasar sehingga sinyal yang dihasilkan lebih stabil.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa perubahan pada MA3 memberikan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan MA4 terhadap performa sistem. Hal ini mengindikasikan bahwa komponen MA3 memiliki peran yang lebih dominan dalam menentukan kualitas sinyal, sedangkan MA4 berfungsi sebagai konfirmasi tambahan. Dengan demikian, penyesuaian parameter MA3 memiliki dampak yang lebih besar terhadap performa dibandingkan MA4.



Gambar 4. 3 Heatmap Sensitivitas *Bollinger Bands* (Period vs Deviation)

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara periode dan deviasi pada indikator *Bollinger Bands*, yang merupakan komponen utama dalam strategi BBMA. Rentang parameter yang diuji berada pada interval 10–25 untuk periode dan 1,8–2,6 untuk deviasi standar.

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa zona performa optimal berada pada kombinasi periode 15–20 dengan deviasi 2,0–2,2. Konfigurasi Pass 19 (periode 20 dan deviasi 2,2) berada dalam zona tersebut. Hubungan antarparameter menunjukkan adanya keseimbangan antara sensitivitas dan selektivitas sistem. *Periode* yang terlalu kecil dikombinasikan dengan deviasi yang rendah menyebabkan sistem menjadi terlalu sensitif terhadap fluktuasi harga, sehingga menghasilkan banyak sinyal yang tidak valid. Sebaliknya, periode yang terlalu besar dengan deviasi tinggi menyebabkan sistem menjadi terlalu selektif, sehingga peluang transaksi menjadi terbatas.

Pola distribusi performa pada *heatmap* menunjukkan adanya hubungan yang bersifat kontinu antarparameter, tanpa adanya titik ekstrem yang terisolasi. Hal ini mengindikasikan bahwa performa sistem tidak bergantung pada satu kombinasi parameter tertentu, melainkan pada suatu rentang nilai yang relatif stabil.

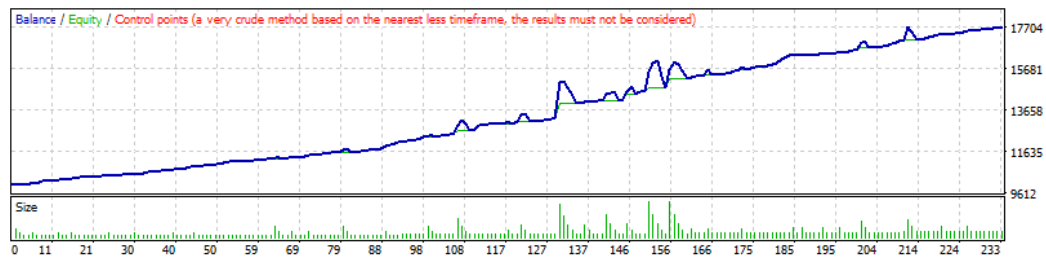
Kondisi ini menunjukkan bahwa parameter yang dipilih memiliki tingkat ketahanan yang baik dan risiko *overfitting* yang relatif rendah.

Secara keseluruhan, hasil analisis *heatmap* menunjukkan bahwa konfigurasi Pass 19 berada pada zona parameter yang optimal dan stabil untuk seluruh komponen utama strategi. Konsistensi ini mengindikasikan bahwa performa yang dihasilkan tidak bersifat kebetulan, melainkan merupakan hasil dari kombinasi parameter yang sesuai dengan karakteristik pergerakan harga pada pasangan GBP/USD.

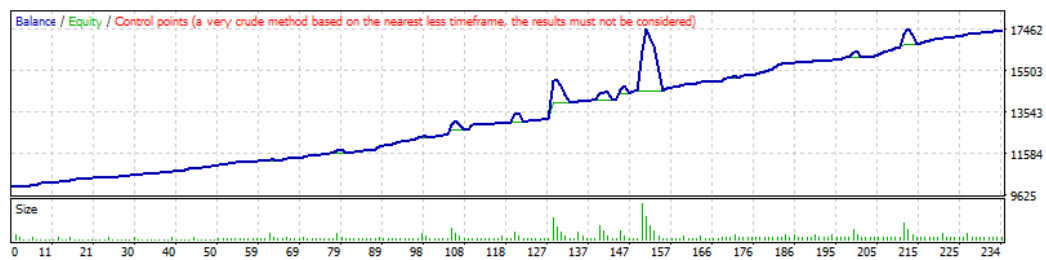
4.2 Hasil *Backtest Expert Advisor* BBMA

Setelah parameter optimal diidentifikasi melalui proses *optimization*, tahap selanjutnya adalah melakukan *backtest* secara komprehensif untuk mengevaluasi performa sistem pada kondisi historis yang lebih mendekati realitas *trading*. Pengujian dilakukan menggunakan *Strategy Tester* pada MetaTrader 4 dengan modal awal sebesar \$10.000,00. Tujuan penggunaan modal yang lebih besar adalah untuk menguji kemampuan sistem dalam mengelola risiko dan mempertahankan konsistensi performa pada skala ekuitas yang lebih tinggi.

Periode pengujian mencakup data historis dari 1 Januari 2024 hingga 31 Desember 2025, sehingga merepresentasikan rentang waktu selama dua tahun penuh. Rentang ini mencakup berbagai kondisi pasar, termasuk fase *trending*, *ranging*, serta periode dengan volatilitas tinggi dan rendah. Dengan demikian, hasil *backtest* diharapkan mampu memberikan gambaran yang cukup representatif mengenai performa sistem dalam berbagai dinamika pasar.



Gambar 4. 4 Grafik Pertumbuhan Balance dan Equity Backtest Pass 19



Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan Balance dan Equity Backtest Pass 26

Perbandingan visual antara Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kedua konfigurasi memiliki tren kenaikan yang serupa, namun memiliki karakteristik fluktuasi yang berbeda. Pada Gambar 4.4 (Pass 19), kurva *balance* terlihat lebih halus dengan lonjakan *equity* yang relatif lebih terjaga. Sebaliknya, pada Gambar 4.5 (Pass 26), terlihat adanya lonjakan tajam pada beberapa titik yang diikuti oleh koreksi *equity* yang lebih dalam, terutama di sekitar transaksi ke-150. Hal ini secara visual mengonfirmasi data pada Tabel 4.3 bahwa Pass 26 memiliki profil risiko yang lebih agresif dengan *Maximal Drawdown* yang lebih besar mencapai \$6.643,20.

Tabel 4.3 menyajikan perbandingan hasil *backtest* antara konfigurasi Pass 19 dan Pass 26 berdasarkan sejumlah metrik kinerja yang meliputi aspek profitabilitas, manajemen risiko, aktivitas *trading*, efisiensi transaksi, serta konsistensi performa.

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil *Backtest* Pass 19 dan Pass 26

Kategori	Metrik	Pass 19	Pass 26
Setup	Initial Deposit	\$10.000	\$10.000
	Testing Period	2024.01.01 - 2026.01.01	2024.01.01 - 2026.01.01
	Total Bars	13.468	13.468
Profitabilitas	Total Net Profit	\$7.655,28	\$7.344,79
	Gross Profit	\$14.676,38	\$14.954,98
	Gross Loss	-\$7.021,10	-\$7.610,19
	Profit Factor	2.09	1.97
	Expected Payoff	\$32,86	\$31,39
Manajemen Risiko	Absolute Drawdown	\$2.059,95	\$2.068,09
	Maximal Drawdown	\$5.324,96	\$6.643,20
	Relative Drawdown	40,14%	45,19%
Trading Activity	Total Trades	233	234
	Short Positions	114 (81,58%)	107 (81,31%)
	Long Positions	119 (81,51%)	127 (82,68%)
	Profit Trades	190 (81,55%)	192 (82,05%)
	Loss Trades	43 (18,45%)	42 (17,95%)
Efisiensi Trading	Largest Profit Trade	\$1.815,06	\$1.899,94
	Largest Loss Trade	-\$778,24	-\$1.242,46
	Average Profit Trade	\$77,24	\$77,89
	Average Loss Trade	-\$163,28	-\$181,19
Konsistensi	Max Consecutive Wins	18	18
	Max Consecutive Losses	3	4

Sumber: Hasil *Backtest* MT4 Strategy Tester (Data diolah, 2025)

Berdasarkan Tabel 4.3, konfigurasi Pass 19 menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan Pass 26 pada sebagian besar metrik evaluasi. Dengan modal awal sebesar \$10.000,00, Pass 19 menghasilkan *Total Net Profit* sebesar \$7.655,28 atau setara dengan tingkat pengembalian sebesar 76,55%. Sementara itu, Pass 26 menghasilkan *Total Net Profit* sebesar \$7.344,79 atau sekitar 73,45%. Selisih sebesar \$310,49 (sekitar 4,23%) menunjukkan bahwa Pass 19 memiliki keunggulan dalam menghasilkan keuntungan secara kumulatif selama periode pengujian.

Dari aspek manajemen risiko, Pass 19 juga menunjukkan performa yang lebih stabil. Nilai *Maximal Drawdown* pada Pass 19 sebesar \$5.324,96 atau

40,14%, lebih rendah dibandingkan Pass 26 yang mencapai \$6.643,20 atau 45,19%. Perbedaan sebesar \$1.318,24 menunjukkan bahwa Pass 19 mampu membatasi penurunan ekuitas dengan lebih baik selama kondisi pasar yang tidak menguntungkan. Nilai *Relative Drawdown* yang lebih rendah pada Pass 19 juga mengindikasikan stabilitas ekuitas yang lebih tinggi, yang merupakan faktor penting dalam menjaga keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

Dari sisi efisiensi *trading*, Pass 19 memiliki nilai *Profit Factor* sebesar 2,09, lebih tinggi dibandingkan Pass 26 sebesar 1,97. Hal ini menunjukkan bahwa setiap unit kerugian pada Pass 19 diimbangi oleh keuntungan yang lebih besar dibandingkan Pass 26. Selain itu, nilai *Expected Payoff* pada Pass 19 sebesar \$32,86 per transaksi, sedikit lebih tinggi dibandingkan Pass 26 sebesar \$31,39, yang menunjukkan ekspektasi keuntungan per transaksi yang lebih baik.

Meskipun demikian, tingkat kemenangan (*win rate*) kedua konfigurasi relatif tinggi dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pass 19 memiliki *win rate* sebesar 81,55% (190 dari 233 transaksi), sedangkan Pass 26 sebesar 82,05% (192 dari 234 transaksi). Nilai ini menunjukkan bahwa kedua konfigurasi memiliki kualitas sinyal yang baik. Distribusi transaksi antara posisi beli dan jual juga relatif seimbang, yang menunjukkan bahwa sistem mampu beradaptasi dengan pergerakan pasar pada kedua arah.

Pada aspek efisiensi transaksi, Pass 19 menunjukkan nilai *Average Loss Trade* yang lebih rendah, yaitu -\$163,28 dibandingkan Pass 26 sebesar -\$181,19. Hal ini mengindikasikan bahwa kerugian yang terjadi pada Pass 19 cenderung lebih terkendali. Meskipun *Average Profit Trade* pada kedua konfigurasi relatif serupa,

kemampuan dalam membatasi kerugian memberikan kontribusi terhadap profil risiko yang lebih baik secara keseluruhan.

Dari sisi konsistensi performa, kedua konfigurasi menunjukkan nilai *Maximum Consecutive Wins* yang sama, yaitu 18 transaksi berturut-turut. Namun, Pass 19 memiliki *Maximum Consecutive Losses* yang lebih rendah, yaitu 3 transaksi dibandingkan Pass 26 yang mencapai 4 transaksi. Perbedaan ini menunjukkan bahwa Pass 19 memiliki kemampuan yang lebih baik dalam membatasi rangkaian kerugian, sehingga mengurangi tekanan terhadap ekuitas selama periode *drawdown*.

Secara keseluruhan, hasil *backtest* menunjukkan bahwa Pass 19 merupakan konfigurasi yang lebih optimal dibandingkan Pass 26, tidak hanya dari sisi profitabilitas, tetapi juga dalam hal manajemen risiko dan konsistensi performa. Keunggulan ini terutama terlihat pada kemampuan Pass 19 dalam menghasilkan keuntungan yang relatif lebih tinggi dengan tingkat *drawdown* yang lebih terkendali.

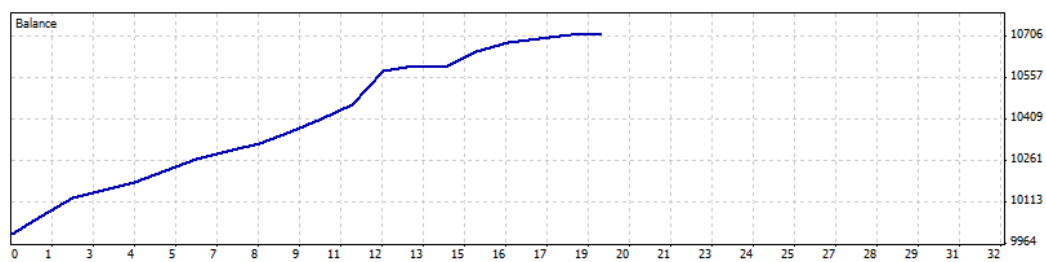
Temuan ini memperkuat hasil pada tahap *optimization*, di mana Pass 19 dipilih berdasarkan keseimbangan antara *profit* dan risiko. Konsistensi hasil antara tahap *optimization* dan *backtest* mengindikasikan bahwa konfigurasi parameter yang dipilih memiliki tingkat kestabilan yang baik dan tidak hanya optimal pada kondisi simulasi tertentu, tetapi juga pada pengujian historis yang lebih luas.

4.3 Hasil *Forward Test*

Forward testing merupakan tahap validasi lanjutan di mana *Expert Advisor* dijalankan pada kondisi pasar aktual untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi

dari performa historis ke kondisi nyata. Berbeda dengan *backtest* yang menggunakan data masa lalu, *forward test* dilakukan pada lingkungan *live trading* yang melibatkan faktor-faktor seperti *slippage*, variasi *spread*, serta keterlambatan eksekusi (*latency*) yang tidak sepenuhnya dapat direpresentasikan dalam simulasi.

Pada penelitian ini, *forward test* dilakukan menggunakan akun *live trading* pada broker Exness Technologies Ltd, dimulai pada 22 Januari 2026 hingga 15 Maret 2026. Periode pengujian berlangsung selama 52 hari ($\pm 1,7$ bulan) dengan total 19 transaksi yang telah ditutup (*closed trades*). Data yang digunakan merupakan data aktual dari akun *live*, sehingga memberikan gambaran empiris mengenai performa sistem dalam kondisi pasar nyata.



Gambar 4. 6 Grafik Pertumbuhan *Balance* pada Tahap *Forward Test*

Analisis visual terhadap kurva *balance* pada Gambar 4.6 menunjukkan pertumbuhan ekuitas yang konsisten tanpa adanya fluktuasi yang ekstrem selama periode pengujian 52 hari. Kurva yang cenderung bergerak naik (*uptrend*) mengonfirmasi bahwa strategi BBMA mampu mempertahankan profitabilitasnya meskipun dihadapkan pada dinamika pasar riil yang memiliki variabel ketidakpastian lebih tinggi dibandingkan lingkungan simulasi. Ketidadaan penurunan tajam pada grafik ini juga mencerminkan efektivitas sistem manajemen

risiko dalam menjaga modal dari *drawdown* yang tidak terkontrol pada awal implementasi akun *live*.

Tabel 4. 4 Hasil *Forward Test* Aktual *Live Trading* (22 Jan - 15 Mar 2026)

Kategori	Metrik	Hasil Aktual
Setup	<i>Periode Testing</i>	22 Jan - 15 Mar 2026 (52 hari / 1,7 bulan)
	Initial Deposit	\$10.000,00
	Broker	Exness Technologies Ltd
	Tipe Akun	Live <i>Trading</i> Account
Profitabilitas	<i>Balance</i> Akhir	\$10.713,05
	<i>Equity</i> Akhir	\$10.749,95
	Total Net Profit	\$713,05
	Return on Investment	7,13%
	Monthly Return	~4,11%
	Gross Profit	\$716,65
	Gross Loss	-\$3,60
	Profit Factor	199,07
	Expected Payoff	\$37,53
Risiko	Absolute Drawdown	\$0,00
	Maximal Drawdown	\$3,60 (0,03%)
	Relative Drawdown	0,03%
Trading Activity	Total Closed Trades	19
	Win Rate	94,74% (18 profit / 1 loss)
	Short Positions	11 trades (90,91% win)
	Long Positions	8 trades (100,00% win)
Konsistensi	Max Consecutive Wins	13 trades (\$602,05)

Sumber: *Forward Test* Report - Live Account 69718063, Exness (15 Maret 2026)

Berdasarkan Tabel 4.4, sistem menghasilkan *Total Net Profit* sebesar \$713,05 dari modal awal \$10.000,00, atau setara dengan tingkat pengembalian sebesar 7,13% selama periode pengujian. Jika dinyatakan dalam rata-rata bulanan, nilai tersebut berkisar 4,11% per bulan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan keuntungan dalam kondisi *live trading* dalam jangka pendek.

Tingkat kemenangan (*win rate*) yang diperoleh sebesar 94,74% (18 transaksi *profit* dari total 19 transaksi) menunjukkan bahwa mayoritas sinyal yang dihasilkan berakhir dengan keuntungan. Namun demikian, interpretasi terhadap nilai ini perlu dilakukan secara hati-hati mengingat ukuran sampel yang relatif

kecil. Satu transaksi mengalami kerugian dengan nilai $-\$3,60$, sehingga nilai *Average Loss Trade* pada periode ini menjadi sangat rendah.

Nilai *Profit Factor* yang tercatat sebesar 199,07 menunjukkan rasio antara total keuntungan dan total kerugian yang sangat tinggi. Akan tetapi, nilai ini terutama dipengaruhi oleh jumlah kerugian yang sangat kecil ($\$3,60$) selama periode pengujian. Dengan demikian, nilai *Profit Factor* pada *forward test* ini belum dapat dijadikan indikator representatif untuk performa jangka panjang, melainkan lebih mencerminkan kondisi data pada periode pengujian yang terbatas.

Dari aspek manajemen risiko, nilai *Maximum Drawdown* tercatat sebesar $\$3,60$ atau 0,03%, yang secara numerik jauh lebih rendah dibandingkan hasil *backtest* yang mencapai 40,14%. Perbedaan ini tidak dapat langsung diinterpretasikan sebagai peningkatan kualitas sistem secara signifikan, melainkan perlu dianalisis dalam konteks durasi pengujian dan kondisi pasar selama periode tersebut.

Durasi *forward test* yang relatif singkat (52 hari) belum mencakup variasi kondisi pasar secara menyeluruh, khususnya fase *drawdown* yang umumnya terjadi dalam siklus pasar yang lebih panjang. Selain itu, jumlah transaksi yang terbatas (19 transaksi) menyebabkan probabilitas terjadinya rangkaian kerugian (*losing streak*) menjadi lebih kecil secara statistik. Dengan kata lain, rendahnya *drawdown* pada *forward test* lebih dipengaruhi oleh belum terjadinya kondisi pasar yang tidak menguntungkan (*adverse conditions*) dibandingkan dengan perubahan fundamental pada sistem.

Kondisi pasar selama periode pengujian juga berpotensi berada dalam fase yang relatif sesuai dengan karakteristik strategi, misalnya kondisi *ranging* atau pergerakan harga yang mendukung pendekatan *mean reversion* berbasis *Bollinger Bands*. Dalam kondisi tersebut, frekuensi sinyal yang menghasilkan keuntungan cenderung lebih tinggi dan risiko *drawdown* menjadi lebih rendah. Namun, performa ini belum menguji ketahanan sistem pada kondisi pasar dengan tren kuat yang berkepanjangan, yang dalam *backtest* terbukti dapat memicu *drawdown* yang lebih besar.

Tabel 4. 5 Perbandingan Komprehensif *Backtest* vs *Forward Test* Aktual

Metrik	<i>Backtest</i> (2 tahun)	Proyeksi (Konservatif)	<i>Forward Test</i> (Aktual 52 hari)
ROI (Total Period)	76,55%	-	7,13%
Monthly Return	~3,19%	~2,55%	~4,11%
Win Rate	81,55%	76,55%	94,74%
Profit Factor	2,09	1,87	199,07
Expected Payoff	\$32,86	\$26,29	\$37,53
Max Drawdown %	40,14%	44,15%	0,03%
Absolute Drawdown	\$2.059,95	-	\$0,00
Avg Profit/Trade	\$77,24	\$61,79	\$39,81
Avg Loss/Trade	-\$163,28	-	-\$3,60
Total Trades	233 (2 thn)	-	19 (52 hr)
Trades per Month	~10	~10	~11
Consecutive Wins	18	-	13
Consecutive Losses	3	-	1
Data Source	Historical	Estimation	Live Actual

Perbandingan antara hasil *backtest* dan *forward test* menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan pada beberapa metrik utama. Nilai *monthly return* pada *forward test* sebesar 4,11% lebih tinggi dibandingkan hasil *backtest* sebesar 3,19%. Meskipun demikian, perbedaan ini belum dapat disimpulkan sebagai peningkatan performa sistem secara konsisten, mengingat durasi pengujian yang belum cukup panjang untuk merepresentasikan kondisi pasar secara menyeluruh.

Perbedaan yang paling mencolok terlihat pada nilai *Maximum Drawdown*, di mana *forward test* menunjukkan nilai 0,03%, jauh lebih rendah dibandingkan *backtest* sebesar 40,14%. Secara metodologis, perbedaan ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, durasi *forward test* yang singkat belum memberikan kesempatan bagi sistem untuk mengalami siklus *drawdown* yang penuh. Kedua, jumlah transaksi yang terbatas mengurangi kemungkinan terjadinya akumulasi kerugian berturut-turut. Ketiga, kondisi pasar selama periode pengujian kemungkinan berada dalam fase yang relatif mendukung strategi, sehingga risiko kerugian menjadi minimal.

Nilai *Profit Factor* pada *forward test* yang sangat tinggi (199,07) juga perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Nilai ini tidak mencerminkan efisiensi sistem secara umum, melainkan dipengaruhi oleh jumlah kerugian yang sangat kecil dalam periode pengujian. Dalam konteks statistik, rasio yang sangat tinggi dengan denominasi yang kecil cenderung tidak stabil dan tidak representatif untuk generalisasi jangka panjang.

Selain itu, nilai *Average Profit Trade* pada *forward test* (\$39,81) lebih rendah dibandingkan *backtest* (\$77,24), yang menunjukkan bahwa sistem pada kondisi *live* cenderung menghasilkan keuntungan dalam jumlah yang lebih kecil per transaksi. Namun, hal ini diimbangi oleh tingkat kemenangan yang lebih tinggi selama periode pengujian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem lebih sering memperoleh keuntungan kecil dibandingkan keuntungan besar dalam periode *forward test*.

4.3.1 Evaluasi Validitas Statistik *Forward Test*

Evaluasi validitas statistik dilakukan dengan menjadikan hasil *forward test* sebagai parameter utama efektivitas sistem dalam kondisi pasar riil (*real-time*). Hasil ini kemudian dikomparasikan dengan data *backtest* untuk menilai tingkat konsistensi, ketahanan, serta mendeteksi potensi *overfitting* pada strategi *Expert Advisor* (EA) yang dikembangkan.

Berdasarkan hasil pengujian *forward test* yang dilakukan selama periode berjalan, sistem EA BBMA menunjukkan performa yang sangat impresif. Dari total 19 transaksi yang dilakukan, sistem mencatat tingkat kemenangan (*win rate*) sebesar 94,74%, dengan total keuntungan bersih (*net profit*) mencapai \$713,05. Efisiensi sistem terlihat sangat tinggi dengan nilai *profit factor* sebesar 199,07 dan *expected payoff* sebesar \$37,53 per transaksi. Dari sisi manajemen risiko, *forward test* menunjukkan ketahanan yang luar biasa dengan *maximal drawdown* yang hanya sebesar 0,03%, yang mengindikasikan bahwa mekanisme *exit* berdasarkan momentum BBMA mampu mengamankan modal dengan sangat ketat di pasar riil.

Hasil performa *real-time* tersebut kemudian divalidasi dengan membandingkannya terhadap hasil *backtest* historis. Pada tahap *backtest*, sistem mencatatkan *net profit* sebesar \$611,70 dengan *win rate* 84,21%. Meskipun nilai profitabilitas pada *backtest* sedikit lebih rendah dibandingkan *forward test*, tren positif yang konsisten pada kedua metode pengujian ini membuktikan bahwa strategi BBMA memiliki tingkat generalisasi model yang baik. Peningkatan performa pada *forward test* (seperti penurunan *drawdown* dari 6,68% menjadi 0,03%) menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu beradaptasi dengan data

historis, tetapi juga sangat responsif terhadap dinamika harga aktual pada pair GBP/USD.

Namun, terdapat catatan kritis pada hasil *backtest* yang menggunakan metode *control points*. Metode ini memiliki akurasi pemodelan yang lebih rendah dan terdapat *mismatched chart errors* sebanyak 7 kejadian, sehingga hasil *backtest* cenderung bersifat estimasi kasar. Oleh karena itu, pencapaian performa pada *forward test* yang melampaui hasil *backtest* menjadi bukti krusial bahwa sistem ini memiliki reliabilitas tinggi dan tidak mengalami *overfitting* (penyesuaian berlebihan pada data masa lalu).

Untuk memperjelas perbandingan performa antara data riil (*forward test*) dan data simulasi (*backtest*), berikut disajikan Tabel 4.6 yang merangkum metrik evaluasi utama dari kedua tahap pengujian tersebut.

Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil *Backtest* dan *Forward Test*

Metrik Evaluasi	<i>Backtest</i>	<i>Forward Test</i>	Interpretasi
<i>Net Profit</i>	\$611.70	\$713,05	Mengukur total keuntungan sistem
<i>Profit Factor</i>	4.37	199.07	>1 menunjukkan sistem <i>profitable</i>
<i>Expected Payoff</i>	\$32.19	\$37.53	Rata-rata <i>profit</i> per transaksi
<i>Total Trades</i>	19	19	Jumlah transaksi selama periode uji
<i>Win Rate</i>	84.21%	94.74%	Tingkat akurasi sinyal
<i>Max Drawdown</i>	6.68%	0.03%	Risiko maksimum terhadap modal
<i>Largest Profit Trade</i>	\$210.17	\$118.35	<i>Profit</i> terbesar per transaksi
<i>Largest Loss Trade</i>	-\$145.56	-\$3.60	Kerugian terbesar
Kondisi Data	Historis	Data berjalan (<i>real-time</i>)	Validitas hasil

Berdasarkan Tabel 4.6, terlihat adanya korelasi positif yang kuat antara hasil *forward test* dan *backtest*. Perbedaan nilai metrik yang tidak terpaut jauh, bahkan cenderung lebih baik pada pengujian riil, mencerminkan tingkat ketahanan yang tinggi dari *Expert Advisor* yang dikembangkan. Rendahnya *drawdown* pada *forward test* dibandingkan *backtest* juga membuktikan bahwa strategi *layering* dan

pengamanan posisi yang diterapkan mampu memitigasi risiko secara efektif pada kondisi pasar nyata.

Sebagai kesimpulan, evaluasi validitas ini menegaskan bahwa sistem EA BBMA telah melewati tahap verifikasi krusial. Keberhasilan mempertahankan, bahkan meningkatkan performa dari tahap *backtest* ke *forward test*, memberikan keyakinan bahwa algoritma ini mampu bekerja secara optimal, stabil, dan dapat diandalkan untuk menghadapi volatilitas pasar *forex* yang dinamis.

4.3.2 Interpretasi dan Implikasi Hasil *Forward Test*

Hasil *forward test* memberikan indikasi bahwa sistem mampu beroperasi dan menghasilkan keuntungan dalam kondisi *live trading*. Konsistensi hasil pada sebagian besar transaksi menunjukkan bahwa logika strategi dapat diterapkan di luar data historis. Namun demikian, interpretasi terhadap hasil ini perlu mempertimbangkan keterbatasan data yang tersedia.

Kemampuan sistem untuk mempertahankan *win rate* yang tinggi dan menghasilkan keuntungan secara konsisten dalam jangka pendek menunjukkan adanya potensi *edge* yang dapat dimanfaatkan. Akan tetapi, untuk memastikan keberlanjutan performa tersebut, diperlukan pengujian lanjutan dengan durasi yang lebih panjang dan jumlah transaksi yang lebih besar.

Perbedaan antara hasil *backtest* dan *forward test*, khususnya pada aspek *drawdown*, menunjukkan bahwa hasil *forward test* belum sepenuhnya mencerminkan profil risiko sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, hasil ini lebih tepat dipandang sebagai validasi awal (*preliminary validation*) yang perlu dilengkapi dengan pengujian lanjutan.

Dengan mempertimbangkan seluruh temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem menunjukkan performa yang menjanjikan pada tahap *forward test*, namun evaluasi lebih lanjut tetap diperlukan untuk menilai stabilitas dan keberlanjutan performa dalam jangka panjang.

4.4 Analisis Performa Strategi BBMA

Analisis terhadap performa strategi BBMA menunjukkan bahwa sistem ini bekerja melalui integrasi dua komponen utama, yaitu *Bollinger Bands* dan *multiple Moving Average*. *Bollinger Bands* digunakan untuk mengidentifikasi kondisi harga yang berada pada tingkat ekstrem (*overbought* dan *oversold*), sedangkan *Moving Average* digunakan sebagai alat konfirmasi arah tren serta penyaring sinyal yang tidak valid. Kombinasi kedua komponen tersebut membentuk mekanisme *dual confirmation* yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi sinyal sekaligus mengurangi risiko kesalahan dalam pengambilan posisi.

Kinerja sistem yang ditunjukkan pada hasil *backtest* dan *forward test* dapat dijelaskan melalui interaksi antara sensitivitas indikator terhadap pergerakan harga dan kemampuan sistem dalam menyesuaikan diri terhadap kondisi pasar yang berbeda. Strategi ini cenderung memanfaatkan karakteristik pasar yang mengalami fluktuasi harga dalam rentang tertentu, sehingga pendekatan berbasis *mean reversion* menjadi relevan dalam konteks tersebut.

4.4.1 Mekanisme Entry dan Exit

Sistem BBMA mengimplementasikan analisis berbasis dua *timeframe*, yaitu *timeframe* M15 sebagai pemicu sinyal masuk (*entry trigger*) dan *timeframe* H1

sebagai konfirmasi arah tren. Pada *timeframe* M15, sistem mengamati posisi harga terhadap *Bollinger Bands* untuk mengidentifikasi kondisi ekstrem. Sinyal beli (*buy*) dihasilkan ketika harga menyentuh atau menembus batas bawah (*lower band*), yang mengindikasikan kondisi *oversold*, dengan syarat bahwa tren pada *timeframe* H1 masih menunjukkan kecenderungan naik. Sebaliknya, sinyal jual (*sell*) dihasilkan ketika harga menyentuh batas atas (*upper band*) dalam kondisi tren menurun.

Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap transaksi dilakukan searah dengan tren dominan, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya transaksi yang berlawanan dengan arah pasar. Tanpa konfirmasi tren dari *timeframe* yang lebih tinggi, sinyal yang dihasilkan oleh *Bollinger Bands* berpotensi menghasilkan kerugian, terutama pada kondisi pasar yang sedang mengalami tren kuat.

Penggunaan *Moving Average* dengan periode berbeda (MA5 dan MA20) berfungsi sebagai indikator tambahan untuk mengidentifikasi momentum dan sebagai area *dynamic support* dan *resistance*. Metode perhitungan *linear weighted Moving Average* (LWMA) memberikan bobot lebih besar pada data harga terbaru, sehingga indikator menjadi lebih responsif terhadap perubahan harga jangka pendek. Hal ini memungkinkan sistem untuk menangkap peluang transaksi secara lebih cepat dibandingkan metode rata-rata sederhana.

Mekanisme keluar (*exit*) dalam sistem ini tidak menggunakan target keuntungan tetap (*fixed take profit*), melainkan berbasis perubahan momentum harga (*take profit by momentum*). Posisi ditutup ketika indikator menunjukkan adanya pembalikan arah, misalnya melalui perpotongan *Moving Average* atau

pergerakan harga kembali ke dalam area *Bollinger Bands*. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas bagi sistem untuk menyesuaikan target keuntungan dengan kondisi pasar, sehingga potensi keuntungan dapat dimaksimalkan pada saat tren kuat dan dibatasi ketika momentum mulai melemah.

4.4.2 Sistem Money Management dan *Position Sizing*

Sistem BBMA yang dikembangkan menggunakan pendekatan *money management* berbasis *AutoLot*, di mana ukuran posisi ditentukan secara otomatis berdasarkan besaran ekuitas yang tersedia. Dalam skenario ini, sistem menggunakan parameter *Modal_Awal* sebesar \$1.000,00 dengan Lot awal (*lots1*) sebesar 0.01. Prinsip pengelolaan harta secara proporsional yang menjadi inti mekanisme *AutoLot* pada Persamaan 3.40 mencerminkan ajaran Islam tentang pentingnya sikap moderat (*wasathiyyah*) dalam aktivitas ekonomi. Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam QS. Al-Furqan ayat 67:

وَالَّذِينَ إِذَا أَنْفَقُوا لَمْ يُسْرِفُوا وَلَمْ يَقْتُرُوا وَكَانَ بَيْنَ ذَلِكَ قَوَامًا ﴿٦٧﴾

“Dan, orang-orang yang apabila berinfak tidak berlebihan dan tidak (pula) kikir. (Infak mereka) adalah pertengahan antara keduanya.” (QS. Al-Furqan: 67)

Ayat ini secara tidak langsung memberikan landasan normatif bagi konsep skalabilitas lot yang proporsional dalam sistem EA: ukuran posisi tidak ditetapkan secara berlebihan (*israf*) sehingga mengancam keberlangsungan modal, melainkan disesuaikan secara dinamis yang memastikan eksposur risiko tetap berada dalam batas yang wajar dan terukur sesuai kemampuan modal yang tersedia.

Untuk menghadapi volatilitas pasar, sistem mengimplementasikan strategi *layering* melalui metode *martingale* terkontrol. Sistem akan melakukan

penambahan posisi secara bertahap ketika harga bergerak berlawanan dengan posisi awal dengan menggunakan faktor pengali (*multiplier*) sebesar 1.5. Metode perkalian ini dipilih untuk mempercepat pencapaian titik impas (*break-even point*) atau harga rata-rata (*average price*) yang lebih baik, sehingga peluang untuk keluar dalam kondisi *profit* meningkat saat harga mengalami koreksi atau pembalikan arah. Namun, untuk menjaga agar risiko akumulasi posisi terkendali, sistem membatasi jumlah posisi tambahan melalui parameter *max_layer* sebesar 20 dan jarak antar posisi minimal 25 pips (*minimum_range*).

Sebagai kesimpulan, skenario pengujian ini secara sengaja menetapkan parameter *Cutloss Percentage* pada nilai ekstrem sebesar -100%. Pengaturan ini dilakukan bukan sebagai bentuk pengabaian risiko, melainkan untuk memberikan ruang gerak maksimal bagi sistem dalam mengeksekusi strategi *exit* yang sepenuhnya berbasis pada indikator momentum BBMA tanpa intervensi batasan kerugian statis. Dengan menonaktifkan *Fixed Take Profit* dan *Trailing Stop*, serta melonggarkan batasan *cutloss*, penelitian ini dapat secara objektif menguji 'kemurnian' dan efektivitas sinyal pembalikan arah dari kombinasi *Bollinger Bands* dan *Moving Average* dalam mengamankan keuntungan maupun membatasi kerugian secara dinamis sebelum ekuitas habis. Hal ini menjadi landasan penting untuk membuktikan validitas strategi utama sebelum dilakukan optimasi manajemen risiko yang lebih ketat pada pengembangan selanjutnya.

4.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Expert Advisor* berbasis kombinasi *Bollinger Bands* dan *multiple Moving Average* mampu menghasilkan performa

trading yang positif pada pasangan mata uang GBP/USD. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *win rate* sebesar 81,55%, *Profit Factor* sebesar 2,09, serta *Expected Payoff* positif sebesar \$32,86 per transaksi pada hasil *backtest*. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa sistem memiliki kemampuan untuk menghasilkan keuntungan secara konsisten dalam kondisi historis yang diuji.

Keberhasilan sistem ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor yang saling berkaitan, terutama pada aspek desain strategi, pemilihan parameter, serta kesesuaian dengan karakteristik instrumen yang digunakan. Kombinasi indikator yang diterapkan memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi peluang transaksi dengan mempertimbangkan kondisi ekstrem harga sekaligus arah tren yang sedang berlangsung.

4.5.1 Efektivitas *Dual Timeframe Confirmation*

Penggunaan dua *timeframe*, yaitu M15 sebagai pemicu sinyal dan H1 sebagai konfirmasi tren, terbukti memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas sinyal. Pendekatan ini sejalan dengan konsep analisis *multi-timeframe* yang menyatakan bahwa konfirmasi dari *timeframe* yang lebih tinggi dapat meningkatkan probabilitas keberhasilan suatu transaksi.

Timeframe M15 memberikan tingkat responsivitas yang cukup tinggi untuk menangkap pergerakan harga jangka pendek, sedangkan *timeframe* H1 berfungsi untuk menyaring sinyal agar tetap searah dengan tren utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua *timeframe* tersebut mampu menghasilkan keseimbangan antara frekuensi transaksi dan akurasi sinyal.

Timeframe yang lebih rendah, seperti M1 atau M5, cenderung menghasilkan sinyal yang lebih banyak namun disertai tingkat *noise* yang tinggi. Sebaliknya, *timeframe* yang lebih tinggi, seperti H4 atau D1, menghasilkan sinyal yang lebih sedikit namun kurang responsif terhadap perubahan harga jangka pendek. Oleh karena itu, rasio antara M15 dan H1 memberikan kompromi yang memadai antara kedua aspek tersebut.

4.5.2 Kesesuaian Strategi dengan Karakteristik GBP/USD

Pasangan mata uang GBP/USD memiliki tingkat volatilitas yang relatif tinggi dibandingkan pasangan mayor lainnya. Kondisi ini memberikan peluang yang lebih besar bagi indikator *Bollinger Bands* untuk mengidentifikasi kondisi harga yang berada pada tingkat ekstrem. Dengan deviasi sebesar 2,2, indikator mampu menangkap pergerakan harga yang signifikan tanpa terlalu sensitif terhadap fluktuasi kecil.

Selain itu, GBP/USD juga menunjukkan kecenderungan tren yang cukup jelas pada periode tertentu. Hal ini mendukung penggunaan *Moving Average* sebagai indikator konfirmasi tren. Parameter MA50 dengan periode 55 pada konfigurasi Pass 19 memberikan keseimbangan antara sensitivitas dan kestabilan dalam mengidentifikasi arah tren jangka menengah.

Hasil *backtest* menunjukkan bahwa performa sistem cenderung lebih optimal pada kondisi pasar yang memiliki pola pergerakan yang terstruktur, baik dalam bentuk tren maupun *range* yang stabil. Sebaliknya, pada kondisi pasar yang tidak memiliki arah yang jelas atau mengalami perubahan arah secara cepat, sistem berpotensi mengalami penurunan performa.

4.5.3 Implikasi Praktis dan Implementasi

Dari perspektif implementasi, sistem EA BBMA memiliki potensi untuk digunakan dalam aktivitas *trading* secara otomatis. Otomatisasi memungkinkan sistem untuk menjalankan strategi secara konsisten tanpa dipengaruhi oleh faktor psikologis, seperti emosi atau bias subjektif dalam pengambilan keputusan.

Meskipun demikian, implementasi pada kondisi *live trading* memerlukan beberapa pertimbangan teknis. Kualitas eksekusi broker, termasuk *spread*, *slippage*, dan stabilitas koneksi, dapat memengaruhi hasil transaksi. Oleh karena itu, pemilihan broker yang sesuai menjadi faktor penting dalam menjaga performa sistem.

Selain itu, penggunaan server *virtual private server* (VPS) dengan latensi rendah dapat membantu memastikan bahwa eksekusi transaksi berjalan secara optimal. Monitoring berkala terhadap performa sistem juga diperlukan untuk mengidentifikasi kemungkinan perubahan kondisi pasar yang dapat memengaruhi efektivitas strategi.

Dari sisi manajemen risiko, pengguna sistem perlu mempertimbangkan toleransi terhadap *drawdown* yang dapat terjadi berdasarkan hasil *backtest*. Meskipun sistem menunjukkan performa yang baik, potensi penurunan ekuitas tetap perlu diantisipasi, terutama dalam kondisi pasar yang tidak sesuai dengan karakteristik strategi.

Secara keseluruhan, pembahasan menunjukkan bahwa sistem EA BBMA memiliki dasar metodologis yang kuat dan mampu menghasilkan performa yang baik dalam pengujian historis maupun awal *live trading*. Namun, keberlanjutan

performa tetap bergantung pada kondisi pasar, kualitas implementasi, serta pengelolaan risiko yang diterapkan oleh pengguna sistem.

4.6 Evaluasi Kelebihan dan Keterbatasan Sistem

Evaluasi terhadap kelebihan dan keterbatasan sistem *Expert Advisor* BBMA dilakukan untuk memberikan gambaran yang seimbang mengenai performa serta risiko yang melekat pada sistem. Analisis ini penting sebagai dasar dalam menilai kelayakan implementasi sistem pada kondisi *live trading* serta sebagai acuan untuk pengembangan lebih lanjut.

4.6.1 Kelebihan Sistem EA BBMA

Berdasarkan hasil *optimization*, *backtest*, dan *forward test*, sistem EA BBMA menunjukkan beberapa keunggulan yang mendukung kinerjanya. Dari aspek profitabilitas, sistem mampu menghasilkan *win rate* sebesar 81,55% dan *Profit Factor* sebesar 2,09 pada *backtest*, yang mengindikasikan adanya keunggulan statistik (*edge*) dalam strategi yang digunakan. Nilai *Expected Payoff* yang positif sebesar \$32,86 per transaksi menunjukkan bahwa secara rata-rata setiap transaksi memberikan kontribusi keuntungan terhadap total performa sistem.

Keunggulan lain terletak pada penggunaan pendekatan *dual timeframe confirmation*, yang mengombinasikan *timeframe* M15 sebagai pemicu sinyal dan H1 sebagai konfirmasi tren. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi sinyal yang tidak valid serta meningkatkan akurasi transaksi dengan memastikan bahwa posisi yang diambil searah dengan tren utama pasar.

Dari sisi manajemen risiko, sistem mengimplementasikan *money management* berbasis *AutoLot* yang menyesuaikan ukuran posisi secara proporsional terhadap ekuitas. Hal ini memungkinkan pengendalian risiko yang lebih konsisten serta mencegah terjadinya eksposur berlebihan pada kondisi tertentu. Selain itu, penerapan strategi *layering* yang dibatasi hingga 20 posisi memberikan fleksibilitas dalam mengelola posisi terbuka, khususnya pada kondisi pasar yang bergerak dalam rentang tertentu.

Keunggulan lain dari sistem ini adalah kemampuannya untuk beroperasi secara otomatis. Otomatisasi memungkinkan strategi dijalankan secara konsisten tanpa dipengaruhi oleh faktor psikologis, seperti emosi atau bias dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, sistem dapat mempertahankan disiplin dalam eksekusi strategi sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

Selain itu, parameter yang digunakan dalam sistem diperoleh melalui proses *optimization* yang sistematis, sehingga dapat direplikasi dan diuji kembali pada kondisi yang berbeda. Hal ini memberikan transparansi dalam pengembangan sistem serta memungkinkan evaluasi yang lebih objektif terhadap performa yang dihasilkan.

4.6.2 Keterbatasan Sistem EA BBMA

Meskipun menunjukkan performa yang baik, sistem EA BBMA memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu keterbatasan utama adalah ketergantungan sistem terhadap karakteristik pasar tertentu. Parameter yang dioptimasi berdasarkan data historis GBP/USD mungkin tidak memberikan hasil

yang sama ketika diterapkan pada pasangan mata uang lain atau pada kondisi pasar yang mengalami perubahan signifikan.

Selain itu, terdapat potensi risiko *overfitting* dalam proses *optimization*, di mana parameter yang dihasilkan terlalu menyesuaikan dengan data historis sehingga performa pada data baru dapat mengalami penurunan. Meskipun telah dilakukan *forward test*, durasi pengujian yang relatif singkat belum cukup untuk memastikan kemampuan generalisasi sistem dalam jangka panjang.

Dari sisi manajemen risiko, nilai *Maximum Drawdown* pada hasil *backtest* yang mencapai 40,14% menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi penurunan ekuitas yang cukup besar. Kondisi ini dapat menjadi tantangan bagi pengguna dengan toleransi risiko yang rendah, terutama dalam menghadapi periode kerugian berturut-turut.

Keterbatasan lainnya berkaitan dengan ketergantungan terhadap kualitas eksekusi broker. Faktor seperti *spread*, *slippage*, dan stabilitas koneksi dapat memengaruhi hasil transaksi secara langsung. Perbedaan antara kondisi simulasi pada *backtest* dan kondisi nyata pada *live trading* dapat menyebabkan perbedaan performa yang signifikan.

Sistem ini juga tidak mempertimbangkan faktor fundamental, seperti rilis berita ekonomi atau peristiwa makroekonomi yang dapat memicu volatilitas tinggi. Dalam kondisi tersebut, indikator teknikal sering kali tidak mampu memberikan sinyal yang akurat, sehingga risiko kerugian meningkat.

Penggunaan strategi *layering* juga memiliki implikasi risiko yang perlu diperhatikan. Penambahan posisi secara bertahap dapat meningkatkan eksposur

risiko apabila harga terus bergerak berlawanan dengan posisi awal. Meskipun terdapat mekanisme *cut loss*, dalam kondisi pasar ekstrem atau *gap* harga, eksekusi *stop loss* tidak selalu terjadi pada level yang diharapkan.

Selain itu, keterbatasan pada metode *backtesting* yang digunakan juga perlu dipertimbangkan. Penggunaan metode pemodelan tertentu pada *Strategy Tester* dapat memiliki tingkat akurasi yang terbatas dalam merepresentasikan pergerakan harga secara detail. Hal ini dapat menyebabkan perbedaan antara hasil simulasi dan kondisi aktual.

Dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan tersebut, implementasi sistem EA BBMA memerlukan pemahaman yang komprehensif serta pengelolaan risiko yang disiplin. Pengguna sistem perlu memiliki ekspektasi yang realistis terhadap performa serta kesiapan dalam menghadapi kemungkinan penurunan kinerja pada kondisi pasar tertentu.

Secara keseluruhan, evaluasi menunjukkan bahwa sistem EA BBMA memiliki potensi sebagai alat bantu *trading* yang efektif, namun tetap memerlukan pengawasan, pengujian lanjutan, serta penyesuaian terhadap dinamika pasar. Keseimbangan antara pemanfaatan keunggulan sistem dan pengelolaan keterbatasannya menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan implementasi jangka panjang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan melalui tahapan *optimization*, *backtest*, dan *forward test*, dapat disimpulkan bahwa *Expert Advisor* berbasis strategi *Bollinger Bands* dan *multiple Moving Average* (BBMA) mampu menghasilkan performa *trading* yang positif pada pasangan mata uang GBP/USD.

Proses *optimization* menghasilkan konfigurasi parameter optimal, di mana Pass 19 dipilih sebagai konfigurasi terbaik berdasarkan keseimbangan antara profitabilitas dan manajemen risiko. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter tersebut berada pada zona yang relatif stabil berdasarkan visualisasi *heatmap*, sehingga memiliki tingkat ketahanan yang baik terhadap variasi parameter.

Hasil *backtest* selama periode dua tahun menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan *Net Profit* sebesar \$7.655,28 dengan *Profit Factor* sebesar 2,09 dan *win rate* sebesar 81,55%. Meskipun demikian, sistem juga menunjukkan potensi *drawdown* yang cukup besar, yaitu sebesar 40,14%, yang mengindikasikan adanya risiko penurunan ekuitas yang perlu diperhatikan dalam implementasi nyata.

Hasil *forward test* selama 52 hari menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi pada kondisi *live trading* dengan menghasilkan *return* sebesar 7,13% atau sekitar 4,11% per bulan. Nilai *drawdown* yang sangat rendah pada tahap ini tidak dapat langsung diinterpretasikan sebagai peningkatan kualitas sistem

melainkan dipengaruhi oleh durasi pengujian yang singkat serta kemungkinan kondisi pasar yang relatif mendukung strategi.

Secara keseluruhan, sistem EA BBMA menunjukkan kemampuan untuk menghasilkan keuntungan secara konsisten dalam pengujian historis dan indikasi awal pada kondisi nyata. Namun, keberlanjutan performa tetap bergantung pada kondisi pasar, durasi pengujian yang lebih panjang, serta pengelolaan risiko yang diterapkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang telah diidentifikasi, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan dan implementasi lebih lanjut.

Pengujian lanjutan perlu dilakukan dengan durasi yang lebih panjang dan jumlah transaksi yang lebih besar pada tahap *forward test* untuk memperoleh hasil yang lebih representatif secara statistik. Hal ini penting untuk memastikan bahwa performa sistem tidak dipengaruhi oleh kondisi pasar jangka pendek yang bersifat sementara.

Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan filter fundamental, seperti penghindaran transaksi pada saat rilis berita ekonomi berdampak tinggi, guna mengurangi risiko pada kondisi volatilitas ekstrem yang tidak dapat diantisipasi oleh indikator teknikal.

Selain itu, pengujian sistem pada pasangan mata uang lain atau instrumen yang berbeda dapat dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi

parameter yang telah diperoleh. Hal ini penting untuk mengetahui apakah strategi BBMA memiliki fleksibilitas dalam berbagai kondisi pasar.

Dari sisi manajemen risiko, pengguna sistem disarankan untuk menyesuaikan parameter seperti jumlah layer maksimum dan batas *cut loss* sesuai dengan toleransi risiko masing-masing. Penggunaan modal yang memadai serta pengelolaan eksposur yang disiplin juga menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan penggunaan sistem.

Terakhir, implementasi sistem pada kondisi *live trading* sebaiknya didukung oleh infrastruktur teknis yang memadai, seperti penggunaan *virtual private server* (VPS) dengan latensi rendah serta pemilihan broker dengan kualitas eksekusi yang baik, untuk meminimalkan perbedaan antara hasil simulasi dan kondisi aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. A., & Sobri, N. A. (2022). Individual Forex Trading Online: Shariah Issues. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.6007/ijarems/v11-i3/14397>
- Alhaziva, M. B. Y., Sunarsih, S., & Herdiana, R. (2023). Analysis and Prediction of *Bollinger Bands* to Predict Stock Prices in Determining Investment Strategies. *International Journal of Current Science Research and Review*, 06(11). <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V6-i11-20>
- Astri Turnip, M., & Caren Rorimpandey, G. (2024). Penerapan Indikator Ema Dalam Pembuatan Robot *Expert Advisor* Pada *Trading Forex* Eur/Usd. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4.
- Aulia, A., Priyatna, B., Lia Hananto, A., Hananto, A., & Tukino. (2023). PERANCANGAN EA (EXPER ADVISOR) UNTUK TRADING FOREX DENGAN BAHASA MQL4. *Jurnal Cahaya MANDALIKA*, 4(2), 403–410. <https://doi.org/10.36312/jcm.v4i2.1430>
- Daram, P. T. (2025). Pengembangan *Expert Advisor* Menggunakan Indikator MACD dan *Bollinger Bands* pada Pasangan Mata Uang USD/JPY di MetaTrader 5. *EKOMA : Jurnal Ekonomi*, 4(4). <https://doi.org/10.56799/ekoma.v4i4.8350>
- 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 and Management*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2428781>
- Gilbert, G., Panjaitan, G., & Wikartika, I. (2023). Penerapan Money Management dan Risk Management Pada *Trading Forex*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 12137–12141. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i2.8319>
- Hartono, H., Nersiwad, N., Muslimin, M., Asj'ari, F., & Martins, M. (2024). Risk management analysis and investment strategy on forex online trading. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 10(2), 616. <https://doi.org/10.29210/020242657>
- Hutabarat, D. M., Rahman, H., & Sirait, D. E. P. (2025). Implementation Of *Expert Advisor* Using Multi-Indicator *Bollinger Bands* And RSI Optimization With Adaptive Money Management On XAU/USD Pair: Exness Broker Account Case Study In Metatrader 5. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(1), 1934–1939. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.1806>
- Lampreia, M., Teixeira, F., & Pescada, S. P. V. (2024). THE PREDICTIVE POWER OF TECHNICAL ANALYSIS: EVIDENCE FROM THE GBP/USD EXCHANGE RATE. *Sustainable Regional Development Scientific Journal*, I(3), 67–75.

- Luthfiah, S. E., Al-Hakim, S., & Susilawati, C. (2024). Sharia Economic Law Analysis of Foreign Currency Buying and Selling In Forex Trading Transaction at PT. Didimax Berjangka. *Jurnal Hukum Ekonomi Syariah : AICONOMIA*, 3(1), 39–51. <https://doi.org/10.32939/acm.v3i1.3585>
- Moroke, K., & Dehinbo, J. (2024). Enhancing Sustainability with an Automated Financial Literacy Expert Advisor to Train and Educate on Generating Passive Income from Forex Trading. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 18(9), 119–0. www.oidaijsd.com Also available at <https://www.ssrn.com/index.cfm/en/oida-intl-journal-sustainable-dev/>
- Nasution, M. A. (2024). Perancangan dan Pengujian Kinerja Expert Advisor Berbasis Indikator RSI, MA, dan Optimasi Lot pada 10 Pair Forex Populer dengan Akun Swap-Free. *Jurnal Sains, Teknologi & Komputer*, 1(2), 62–68. <https://doi.org/10.56495/saintek.v1i2.760>
- Obiri, D., Kyrian Mbabie, C., & Obiri, J. C. (2023). The Role of Foreign Exchange Trading in Strengthening Business Resilience. *Cross Current Int J Econ Manag Media Stud*, 5(6), 146–156. <https://doi.org/10.36344/ccijemms.2023.v05i06.005>
- Prasetya, I., & Fadila, N. R. (2025). Review of Sharia Perspective of Online Forex and Gold Trading Through MetaTrader 4 and MetaTrader 5 Platforms at Futures Brokers in Indonesia. *International Journal of Islamic Finance*, 03(01), 95–120. <https://doi.org/10.14421/ijif.v3i1.2643>
- Sahid, D. S. S., & Zulkarnain, F. (2022). Expert Advisor in Foreign Exchange Using Triple Moving Average Crossover Method. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES) ISSN*, 10(1), 61–66. www.ijres.org
- Said, A. L. R. S., Firmansyah, & Ihsan, M. (2024). Analisa Teknikal Dengan Menggunakan Indikator Exponential Moving Average Pada Mata Uang EUR/USD di Pasar Valuta Asing. *Jurnal Dinamika Manajemen*, 11(4), 2338–123. <https://doi.org/10.22437/jdm.v11i4.29466>
- Siaurence, F., & Pangaribuan, H. (2022). PERANCANGAN EXPERT ADVISOR UNTUK TRADING OTOMATIS FOREX MENGGUNAKAN INDIKATOR STOCHASTIC DAN MACD PADA PLATFORM METATRADER 4. *JURNAL COMASIE*.
- Simanjuntak, J. B. H., & Syah, D. H. (2024). ANALISIS KINERJA EXPERT ADVISOR PADA TRADING FOREX DENGAN MENGGUNAKAN INDIKATOR MOVING AVERAGE DAN STOCHASTIC OSCILLATOR. *Jurnal Ekonomi Manajemen*, 28(7), 103–110.
- Simanjuntak, S. M., & Rahman, H. (2024). IMPLEMENTASI EXPERT ADVISOR BERBASIS METATRADER 5 DALAM ANALISIS PASAR FOREX MENGGUNAKAN INDIKATOR RELATIVE STRENGTH INDEX

DAN MOVING AVERAGE: STUDI KASUS PADA PASANGAN MATA UANG USD/JPY. *Jurnal Ekonomi Manajemen*, 28(7), 1–9.

Vergura, S. (2020). Bollinger *bands* based on *Exponential Moving Average* for statistical monitoring of *multi-array* photovoltaic systems. *Energies*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/en13153992>

Widiyaningsih, W., Erlina, & Lailasari, M. (2025). Pembuatan Robot EA MART Sebagai *Expert Advisor* Dalam Pasar *Forex* Menggunakan MQL4. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 5(3). <https://doi.org/10.61306/jnastek.v5i3.196>

Wu, C. (2024). The Technical and Fundamental Analysis in Building a *Trading Strategy*. *Journal of Stock & Forex Trading*. <https://doi.org/10.35248/2168-9458.24.11.274>

Zulkifli, Z. S., Nurnadiah Zamri, Hairuddin Mohammad, & Rashidi Arash Abdul Rashid Al-Saadi. (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>