

**OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM IDX30 MENGGUNAKAN
ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM DENGAN EVALUASI
*WALK-FORWARD OPTIMIZATION***

TUGAS AKHIR



DISUSUN OLEH:

MIFTAHULLAH SURYA NUGRAHA

NIM. 22106050038

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1910/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Portofolio Saham IDX30 Menggunakan Adaptive Genetic Algorithm dengan Evaluasi Walk-Forward Optimization

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MIFTAHULLAH SURYA NUGRAHA
Nomor Induk Mahasiswa : 22106050038
Telah diujikan pada : Kamis, 06 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Siti Mutmainah, S.Kom., M.Cs., Ph.D
SIGNED

Valid ID: 6a8556df89697



Penguji I

Nurochman, S.Kom., M.Kom
SIGNED

Valid ID: 6a7933aac44de



Penguji II

Dwi Otik Kurniawati, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 6a84121fdbf15



Yogyakarta, 06 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a856473b2d98

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Miftahullah Surya Nugraha
NIM : 22106050038
Program Studi : Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Optimasi Portofolio Saham IDX30 Menggunakan Adaptive Genetic Algorithm dengan Evaluasi Walk-Forward Optimization**” tidak mengandung karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi mana pun. Skripsi ini sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil duplikasi maupun saduran dari karya orang lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang digunakan sebagai referensi dan telah dicantumkan sumbernya sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia bertanggung jawab sepenuhnya atas segala akibat yang timbul sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Yogyakarta, 23 Juli 2026



Miftahullah Surya Nugraha
NIM. 22106050038

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Miftahullah Surya Nugraha

NIM : 22106050038

Judul Skripsi : Optimasi Portofolio Saham IDX30 Menggunakan *Adaptive Genetic Algorithm* Dengan Evaluasi *Walk-Forward Optimization*

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Informatika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunafasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Juli 2026

Pembimbing

Siti Mutmainah, S.Kom., M.Cs., Ph.D
NIP. 19791204 200604 2 003

ABSTRAK

Optimasi portofolio saham merupakan permasalahan yang melibatkan keseimbangan antara tingkat keuntungan, risiko, dan diversifikasi, sementara penggunaan *Standard Genetic Algorithm* (SGA) masih berpotensi mengalami *premature convergence* akibat parameter *crossover* dan mutasi yang bersifat statis. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan portofolio saham IDX30 menggunakan *Adaptive Genetic Algorithm* (AGA) dengan evaluasi *Walk-Forward Optimization* (WFO). Data yang digunakan berupa harga penutupan harian saham IDX30 periode Januari 2023 hingga Januari 2026 dengan objek penelitian berupa saham yang konsisten menjadi konstituen IDX30 selama periode tersebut. Penelitian meliputi tahap *preprocessing* data, perhitungan *expected return* dan matriks kovarians, implementasi SGA dan AGA, *hyperparameter tuning* menggunakan *Grid Search*, serta evaluasi *out-of-sample* menggunakan WFO dengan pembandingan SGA, strategi *Equal Weight*, dan indeks IDX30. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AGA menghasilkan performa terbaik dengan *Total Return* sebesar 46,49%, *Annual Return* sebesar 50,59%, volatilitas tahunan sebesar 21,21%, dan *Sharpe Ratio* sebesar 2,10. Selain itu, AGA juga menghasilkan *Maximum Drawdown* terkecil sebesar -15,74% serta kualitas solusi dan stabilitas optimasi yang lebih baik dibandingkan SGA. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Adaptive Genetic Algorithm mampu menghasilkan portofolio yang lebih optimal, terdiversifikasi, dan adaptif terhadap perubahan kondisi pasar dibandingkan metode pembandingan.

Kata kunci: *Adaptive Genetic Algorithm*, optimasi portofolio, IDX30, *Walk-Forward Optimization*, *Genetic Algorithm*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

Portfolio optimization is a complex problem that involves balancing return, risk, and diversification, while the conventional Standard Genetic Algorithm (SGA) is still prone to premature convergence due to its fixed crossover and mutation probabilities. This study aims to optimize an IDX30 stock portfolio using the Adaptive Genetic Algorithm (AGA) evaluated through the Walk-Forward Optimization (WFO) approach. The dataset consists of daily closing prices of IDX30 constituent stocks from January 2023 to January 2026, including only stocks that consistently remained in the IDX30 index throughout the observation period. The research methodology comprises data preprocessing, expected return and covariance matrix estimation, implementation of SGA and AGA, hyperparameter tuning using Grid Search, and out-of-sample evaluation using WFO with SGA, the Equal Weight strategy, and the IDX30 index as benchmarks. The experimental results demonstrate that AGA achieved the best portfolio performance, with a Total Return of 46.49%, an Annual Return of 50.59%, annual volatility of 21.21%, and a Sharpe Ratio of 2.10. Furthermore, AGA produced the lowest Maximum Drawdown of -15.74% and exhibited better solution quality and optimization stability than SGA. These findings indicate that the Adaptive Genetic Algorithm is capable of generating a more optimal, diversified, and adaptive portfolio than the benchmark methods under dynamic market conditions.

Keywords: *Adaptive Genetic Algorithm, optimasi portofolio, IDX30, Walk-Forward Optimization, Genetic Algorithm.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

"Those who have a 'why' to live, can bear with almost any 'how'."

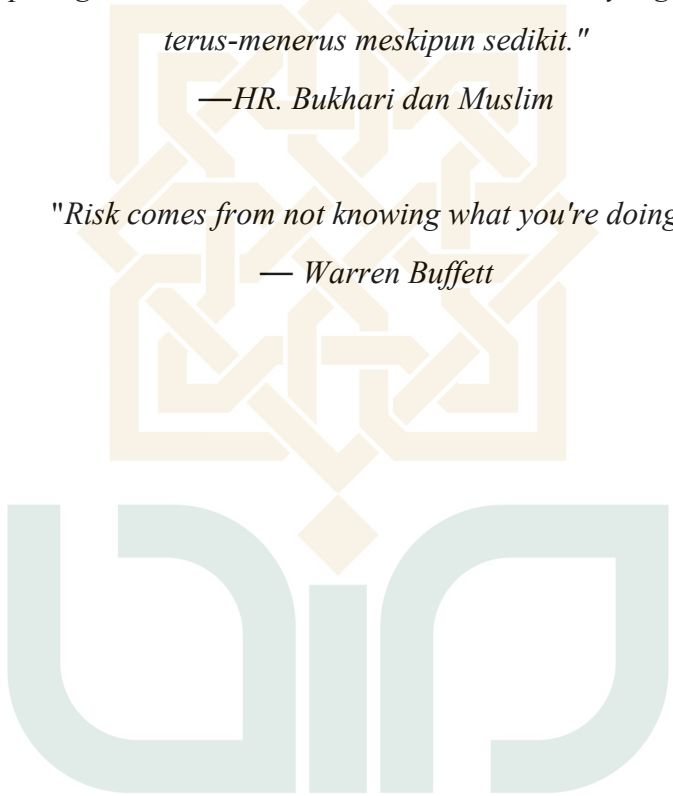
— *Viktor E. Frankl*

"Amal yang paling dicintai Allah adalah amalan kebaikan yang dilakukan secara terus-menerus meskipun sedikit."

—*HR. Bukhari dan Muslim*

"Risk comes from not knowing what you're doing."

— *Warren Buffett*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillāhirrahmānirrahīm

Karya sederhana ini penulis persembahkan dengan penuh cinta, hormat, dan rasa syukur kepada:

Bapak Isur dan Ibu Maryam, yang menjadi alasan terbesar di balik setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih atas cinta, doa, dan pengorbanan yang tiada henti, serta kerja keras yang telah diberikan untuk memenuhi setiap kebutuhan penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih pula atas setiap nasihat dan teladan yang mengajarkan penulis arti keikhlasan, keteguhan, tanggung jawab, serta pentingnya berpegang teguh pada kebenaran dalam setiap keadaan.

Kak Ainun, Kak Sirka, dan Kak Rahmat, yang selalu menjadi tempat penulis belajar, berbagi, dan bertumbuh. Terima kasih kepada Kak Ainun yang di tengah kesibukannya tetap meluangkan waktu untuk membantu dan memberikan perhatian kepada penulis. Terima kasih kepada Kak Sirka yang menjadi sosok yang penulis kagumi melalui keteguhan, kekuatan, dan kesabarannya dalam menjalani kehidupan, sehingga senantiasa menginspirasi penulis untuk tetap tegar menghadapi setiap tantangan. Terima kasih kepada Kak Rahmat yang melalui keteladanan, nasihat, dan dukungannya mengajarkan penulis bahwa kehidupan perlu dihadapi dengan kesiapan dan keberanian. Kehadiran kalian merupakan salah satu nikmat terbesar yang Allah SWT anugerahkan dalam perjalanan hidup penulis.

Semoga Allah SWT senantiasa menjaga Bapak, Ibu, Kak Ainun, Kak Sirka, dan Kak Rahmat dalam lindungan-Nya, melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan, serta membalas setiap doa, cinta, dan pengorbanan dengan sebaik-baik balasan di dunia maupun di akhirat.

Kepada diri penulis sendiri, terima kasih karena telah memilih untuk terus melangkah, terus belajar, dan tidak berhenti mencari petunjuk menuju jalan yang baik dan benar. Terima kasih karena tetap bertahan, bangkit setiap kali terjatuh, serta terus berusaha menjadi pribadi yang lebih baik di tengah berbagai tantangan kehidupan. Semoga setiap langkah yang telah dan akan ditempuh senantiasa berada dalam petunjuk, rahmat, dan ridha Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh, Alhamdulillah rabbil 'ālamīn. Atas rahmat, hidayah, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Optimasi Portofolio Saham IDX30 Menggunakan Adaptive Genetic Algorithm dengan Evaluasi Walk-Forward Optimization." Selawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, teladan bagi seluruh umat manusia.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selama proses penyusunannya, penulis memperoleh doa, dukungan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Siti Mutmainah, S.Kom., M.Cs., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Agus Mulyanto, S.Si., M.Kom., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas arahan dan perhatian selama penulis menempuh pendidikan.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Informatika, atas ilmu, wawasan, dan pengalaman yang diberikan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Muhammad Mustakim, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Informatika, atas dukungan dan pelayanan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, atas dukungan terhadap penyelenggaraan pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi.
6. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.

7. Bapak Isur dan Ibu Maryam, selaku orang tua penulis, serta Kak Ainun, Kak Sirka, Kak Rahmat, dan Mbak Arum, atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, nasihat, dan semangat yang senantiasa menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman satu kelompok bimbingan, yaitu Arga, Surya, Husnul, dan Nadif, atas diskusi dan semangat selama penyusunan tugas akhir.
9. Teman-teman seperantauan, yaitu Adit, Adly, Adry, Dadan, Rofif, dan Wais, atas kebersamaan, dukungan, dan persaudaraan selama penulis menjalani masa studi di Yogyakarta.
10. Keluarga Besar *Kalijaga Basketball*, atas kebersamaan, persaudaraan, dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
11. Keluarga Besar PK IMM Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, untuk kesempatan belajar, bertumbuh, dan mengembangkan nilai pengabdian.
12. Teman-teman Program Studi Informatika Angkatan 2022, atas kebersamaan, kerja sama, dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas doa, bantuan, dan dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.

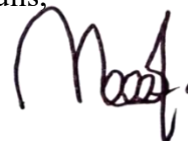
Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan dan pengembangan penelitian pada masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang optimasi portofolio, komputasi evolusioner, dan penerapan kecerdasan buatan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta,

Penulis,



Miftahullah Surya Nugraha

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Pasar Modal.....	8
2.2.2 Saham	9
2.2.3 Indeks IDX30	10
2.2.4 Portofolio dan Diversifikasi	10
2.2.5 Model Optimasi Portofolio Mean-Variance	11
2.2.6 <i>Sharpe Ratio</i>	14
2.2.7 Batasan Portofolio dan Penanganan <i>Constraint</i>	14
2.2.8 <i>Genetic Algorithm</i>	17

2.2.9	Evaluasi Performa Algoritma Optimasi	20
2.2.10	Evaluasi Performa Portofolio	21
2.3	Ringkasan Persamaan Penelitian	24
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.1.1	Perangkat Keras	26
3.1.2	Perangkat lunak dan Lingkungan Komputasi	26
3.1.3	Dataset Penelitian	27
3.2	Cara Kerja	27
3.2.1	Pengumpulan Data Dan Preprocessing Data	28
3.2.2	Pembagian Dataset	30
3.2.3	Perhitungan Statistik Portofolio	31
3.2.4	Perumusan Fungsi Fitness	34
3.2.5	Implementasi <i>Standard Genetic Algorithm</i>	36
3.2.6	Implementasi Adaptive Genetic Algorithm	41
3.2.7	<i>Hyperparameter Tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i>	47
3.2.8	<i>Walk-Forward Optimization</i>	50
3.3	Metode Analisis Hasil	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Hasil Persiapan Dataset Penelitian	55
4.1.1	Ringkasan Dataset Penelitian	55
4.1.2	Saham IDX30 yang Konsisten Selama Periode Penelitian ...	56
4.1.3	Pembagian Dataset Penelitian	57
4.1.4	Hasil Perhitungan Statistik Portofolio	57
4.2	Uji Coba dan Verifikasi Implementasi Algoritma	61
4.2.1	Verifikasi Konvergensi Fitness	61
4.2.2	Verifikasi Evolusi Parameter Algoritma	62
4.2.3	Ringkasan Hasil Verifikasi Algoritma	63
4.3	Hasil <i>Hyperparameter Tuning</i>	63
4.3.1	Hasil <i>Tuning</i> Parameter <i>Fungsi Fitness</i>	64
4.3.2	Hasil <i>Tuning Standard Genetic Algorithm</i>	65

4.3.3	Hasil Tuning Adaptive Genetic Algorithm	65
4.3.4	Ringkasan Parameter Terbaik.....	66
4.4	Hasil <i>Walk-Forward Optimization</i>	67
4.4.1	Hasil <i>Re-Optimization</i> Setiap Fase.....	67
4.4.2	Analisis Rebalancing Portofolio	68
4.5	Evaluasi Performa Algoritma	69
4.5.1	Kualitas Solusi dan Stabilitas Optimasi	69
4.5.2	Efisiensi Komputasi	71
4.5.3	Analisis Konvergensi Algoritma	72
4.5.4	Analisis Keragaman Populasi.....	74
4.5.5	Analisis Mekanisme Adaptif	75
4.6	Evaluasi Performa Portofolio	77
4.6.1	Perbandingan Return dan Risiko Portofolio.....	77
4.6.2	Analisis Sharpe Ratio	78
4.6.3	Analisis <i>Maximum Drawdown</i>	79
4.6.4	Analisis Pertumbuhan Nilai Investasi	80
4.6.5	Analisis Performa pada Setiap Fase Walk-Forward.....	81
4.6.6	Hasil Perbandingan Portofolio	81
BAB V PENUTUP.....		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
DAFTAR REFERENSI.....		85
LAMPIRAN.....		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	28
Gambar 3. 2 Cuplikan Data Mentah Saham IDX30.....	29
Gambar 3. 3 Cuplikan Dataset Akhir	30
Gambar 3. 4 Cuplikan Data <i>Return</i> Harian	31
Gambar 3. 5 Cuplikan Matriks <i>Return</i> pada <i>Training Set</i>	32
Gambar 3. 6 Vektor Expected Return Saham	33
Gambar 3. 7 Matriks Kovarians Saham	34
Gambar 3. 8 Diagram Alir Adaptive Genetic Algorithm	45
Gambar 3. 9 Skema <i>Expanding Window</i> pada <i>Walk-Forward Optimization</i> ..	51
Gambar 4. 1 <i>Heatmap Correlation Matrix Return</i> Saham	60
Gambar 4. 2 Perbandingan Konvergensi <i>Fitness</i> SGA dan AGA.....	61
Gambar 4. 3 Perbandingan Evolusi Parameter SGA dan AGA.....	62
Gambar 4. 4 Perubahan Bobot Portofolio AGA Antar Fase	68
Gambar 4. 5 Perbandingan Konvergensi <i>Best Fitness</i>	73
Gambar 4. 6 Perbandingan Keragaman Populasi	74
Gambar 4. 7 Perbandingan Probabilitas Crossover	75
Gambar 4. 8 Perbandingan Probabilitas Mutasi	76
Gambar 4. 9 Perbandingan <i>Equity Curve Walk-Forward Optimization</i>	80
Gambar 4. 10 Perbandingan Performa Akhir	82

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Tinjauan Pustaka	5
Tabel 2. 2 Ringkasan Persamaan.....	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	26
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak dan Lingkungan Komputasi.....	26
Tabel 3. 3 Variabel Dataset	27
Tabel 3. 4 Pembagian Dataset	30
Tabel 3. 5 Simulasi Populasi Awal SGA	37
Tabel 3. 6 Simulasi kromosom setelah crossover, mutasi, dan repair	39
Tabel 3. 7 Parameter <i>Tuning Fungsi Fitness</i>	49
Tabel 3. 8 Parameter <i>Tuning Standard Genetic Algorithm</i>	49
Tabel 3. 9 Parameter <i>Tuning Adaptive Genetic Algorithm</i>	49
Tabel 3. 10 Struktur Data <i>Walk-Forward Optimization</i>	51
Tabel 4. 1 Ringkasan Dataset Penelitian.....	55
Tabel 4. 2 Saham IDX30 Konsisten	56
Tabel 4. 3 Pembagian Dataset Penelitian	57
Tabel 4. 4 Ringkasan <i>Return</i> Harian Data Pelatihan	57
Tabel 4. 5 <i>Expected Return</i> Saham	58
Tabel 4. 6 Ringkasan Matriks Kovarians	59
Tabel 4. 7 Ringkasan Hasil Verifikasi Algoritma	63
Tabel 4. 8 Hasil <i>Tuning Parameter Fitness Function</i>	64
Tabel 4. 9 Hasil Tuning Parameter Standard Genetic Algorithm.....	65
Tabel 4. 10 Hasil Tuning Parameter Adaptive Genetic Algorithm	65
Tabel 4. 11 Ringkasan Parameter Terbaik.....	66
Tabel 4. 13 Ringkasan Hasil Optimasi Setiap Fase.....	67
Tabel 4. 14 Perbandingan Kinerja Optimasi SGA dan AGA	70
Tabel 4. 15 Perbandingan Efisiensi Komputasi	72
Tabel 4. 16 Perbandingan <i>Return</i> dan <i>Risiko Portofolio</i>	77
Tabel 4. 17 Perbandingan <i>Sharpe Ratio</i>	78
Tabel 4. 18 Perbandingan <i>Maximum Drawdown</i>	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar modal merupakan salah satu sarana investasi yang memungkinkan masyarakat memperoleh imbal hasil melalui berbagai instrumen keuangan, salah satunya adalah saham [1, 2]. Imbal hasil investasi saham selalu beriringan dengan risiko akibat fluktuasi harga yang dipengaruhi berbagai faktor ekonomi, politik, dan kondisi pasar. Meskipun demikian, instrumen ini tetap banyak diminati karena menawarkan potensi imbal hasil yang relatif tinggi [1, 3]. Daya tarik tersebut mendorong peningkatan partisipasi masyarakat dalam aktivitas investasi. Berdasarkan data PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI), jumlah investor saham dan surat berharga meningkat sekitar 63,7% selama periode 2023–2025 [4]. Peningkatan partisipasi ini menunjukkan semakin pentingnya peran pasar modal, khususnya saham, sebagai sarana investasi pendukung perekonomian Indonesia.

Seiring tingginya partisipasi tersebut, Indeks IDX30 sering dijadikan acuan investasi karena merepresentasikan saham berkapitalisasi besar dan likuiditas tinggi [5]. Namun, perbedaan karakteristik *return*, risiko, dan korelasi antar-saham menuntut investor untuk tidak sekadar memilih aset, tetapi juga menentukan proporsi alokasi dana secara presisi. Kebutuhan menyeimbangkan potensi keuntungan dan risiko inilah yang memunculkan permasalahan fundamental berupa optimasi portofolio [6].

Untuk menyelesaikan persoalan tersebut, *Mean-Variance Portfolio Theory* (MPT) yang diperkenalkan Markowitz menjadi pendekatan klasik yang paling lazim digunakan. Meskipun menjadi fondasi optimasi modern, MPT diketahui sensitif terhadap kesalahan estimasi, terutama pada kondisi pasar yang tidak pasti [6, 7]. Kelemahan ini membuat model tersebut cenderung memusatkan investasi pada segelintir aset, sehingga kinerjanya sering kali kalah dari strategi pembobotan merata (*Equal Weight*) pada pengujian out-of-sample [8, 9, 10]. Untuk mengatasi pemusatan bobot aset dan meningkatkan diversifikasi, berbagai constraint (batasan operasional) kemudian dikembangkan [11, 12]. Namun, penambahan *constraint* ini

justru membuat ruang pencarian menjadi semakin kompleks, sehingga sangat sulit diselesaikan apabila hanya mengandalkan metode analitik konvensional [7, 13].

Untuk mengatasi kompleksitas tersebut, pendekatan komputasi metaheuristik sering dijadikan alternatif penyelesaian. Dalam hal ini, *Genetic Algorithm* (GA) banyak digunakan karena mampu melakukan pencarian solusi pada ruang solusi yang luas tanpa memerlukan informasi turunan fungsi objektif [14]. Akan tetapi, penggunaan probabilitas *crossover* dan mutasi yang bersifat tetap pada *Standard Genetic Algorithm* (SGA) berpotensi menyebabkan konvergensi dini (*premature convergence*) sehingga algoritma terjebak pada solusi lokal. Sebagai pengembangannya, *Adaptive Genetic Algorithm* (AGA) menerapkan penyesuaian probabilitas *crossover* dan mutasi secara dinamis berdasarkan kondisi populasi [15, 16]. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas solusi sekaligus menjaga keragaman populasi selama proses optimasi.

Meskipun meningkatkan kualitas optimasi, hasilnya tetap perlu diuji pada kondisi pasar yang dinamis. Oleh karena itu, selain metode optimasi, validitas evaluasi juga menjadi aspek penting dalam penelitian optimasi portofolio. Banyak penelitian masih menggunakan satu periode pengujian sehingga hasilnya berpotensi kurang merepresentasikan kondisi pasar yang dinamis. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Walk-Forward Optimization* (WFO) yang memungkinkan proses optimasi dan pengujian dilakukan secara berulang pada beberapa periode waktu sehingga menghasilkan evaluasi yang lebih realistis [17, 18]

Berdasarkan penelitian sebelumnya, optimasi portofolio menggunakan algoritma evolusioner telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang memadukan AGA dengan metode pengujian WFO pada saham-saham di Indonesia masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan optimasi portofolio saham IDX30 menggunakan AGA yang dievaluasi melalui WFO. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan portofolio yang terdiversifikasi secara optimal, adaptif, dan *robust* terhadap perubahan kondisi pasar.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana penerapan *Adaptive Genetic Algorithm* pada optimasi portofolio saham IDX30 yang dievaluasi menggunakan pendekatan *Walk-Forward Optimization*?
2. Bagaimana pengaruh mekanisme adaptif pada probabilitas *crossover* dan mutasi terhadap kemampuan *Adaptive Genetic Algorithm* dalam menghasilkan solusi portofolio yang lebih stabil dan berkualitas dibandingkan *Genetic Algorithm* konvensional?
3. Bagaimana performa portofolio yang dihasilkan *Adaptive Genetic Algorithm* dibandingkan *Genetic Algorithm* konvensional, strategi *Equal Weight* (1/N), dan indeks IDX30 berdasarkan hasil evaluasi *Walk-Forward Optimization*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap terarah dan sesuai dengan fokus pembahasan, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan saham-saham yang secara konsisten terdaftar dalam indeks IDX30 selama periode penelitian dan memenuhi kriteria kelengkapan data historis.
2. Periode data historis penelitian dibatasi dari Januari 2023 hingga Januari 2026.
3. Fungsi objektif penelitian ini berupa minimisasi yang mengintegrasikan *Sharpe Ratio* dengan *diversification penalty* berbasis *Herfindahl Index* dan *maximum weight constraint*.
4. Portofolio yang dibentuk bersifat *long-only*, yaitu hanya memperbolehkan bobot investasi bernilai non-negatif, sehingga tidak memperbolehkan praktik *short selling*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model optimasi portofolio saham IDX30 menggunakan *Adaptive Genetic Algorithm* untuk meminimalkan fungsi objektif yang berfokus pada optimalisasi *Sharpe Ratio*, dengan tetap mengakomodasi parameter kontrol diversifikasi dan batasan alokasi investasi.
2. Menganalisis pengaruh mekanisme adaptif pada probabilitas *crossover* dan mutasi terhadap kemampuan *Adaptive Genetic Algorithm* dalam menghasilkan solusi portofolio yang lebih stabil dan berkualitas dibandingkan *Genetic Algorithm* konvensional.
3. Mengevaluasi performa portofolio yang dihasilkan menggunakan pendekatan *Walk-Forward Optimization* serta membandingkannya dengan *Genetic Algorithm* konvensional, strategi *Equal Weight* (1/N), dan indeks IDX30.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan metode optimasi portofolio berbasis komputasi evolusioner melalui penerapan *Adaptive Genetic Algorithm* (AGA) pada saham IDX30 yang dievaluasi secara dinamis menggunakan *Walk-Forward Optimization* (WFO). Selain memperkaya kajian akademik pada bidang optimasi portofolio dan sistem cerdas, penelitian ini juga diharapkan menjadi alternatif pendekatan berbasis kecerdasan buatan yang dapat membantu investor membentuk portofolio yang lebih terdiversifikasi, adaptif terhadap perubahan pasar, dan dievaluasi secara lebih realistis melalui proses re-optimisasi berkala.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan Adaptive Genetic Algorithm (AGA) untuk optimasi portofolio saham IDX30. Setiap kandidat solusi direpresentasikan sebagai kromosom yang memuat bobot investasi dan dievaluasi menggunakan fungsi fitness yang mengintegrasikan Sharpe Ratio, penalti diversifikasi berbasis Herfindahl Index, serta penalti pelanggaran batas maksimum bobot. Mekanisme repair juga diterapkan untuk memastikan setiap kromosom memenuhi budget constraint, long-only constraint, dan batas maksimum bobot yang telah ditetapkan.

Berdasarkan sepuluh pengulangan independen pada setiap fase Walk-Forward Optimization (WFO), AGA secara konsisten menghasilkan rata-rata fitness yang lebih rendah daripada Standard Genetic Algorithm (SGA) pada seluruh fase, dengan selisih antara 0,0052 dan 0,0061. AGA juga menghasilkan rata-rata Sharpe Ratio yang lebih tinggi pada setiap fase, dengan peningkatan antara 6,31% dan 30,11% dibandingkan SGA. Dari sisi stabilitas, standar deviasi fitness AGA berada pada kisaran 0,00059–0,00105, lebih rendah daripada SGA yang berada pada kisaran 0,00161–0,00326. Standar deviasi Sharpe Ratio AGA juga lebih rendah pada seluruh fase, yaitu 0,0021–0,0042 dibandingkan 0,0046–0,0077 pada SGA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme adaptif mampu meningkatkan kualitas dan konsistensi solusi pada seluruh fase WFO meskipun setiap fase menggunakan periode pelatihan dan pengujian yang berbeda.

Berdasarkan penggabungan return out-of-sample dari seluruh fase WFO secara kronologis, setelah memperhitungkan proses rebalancing dan biaya transaksi, AGA menghasilkan total return sebesar 46,49%, annual return sebesar 50,59%, volatilitas tahunan sebesar 21,21%, Sharpe Ratio sebesar 2,10, dan Maximum Drawdown sebesar -15,74%. Sebagai perbandingan, SGA menghasilkan total return sebesar 33,90%, Sharpe Ratio sebesar 1,45, dan Maximum Drawdown sebesar -17,35%; strategi Equal Weight menghasilkan total

return sebesar 38,51%, Sharpe Ratio sebesar 1,60, dan Maximum Drawdown sebesar -18,78%; sedangkan indeks IDX30 menghasilkan total return sebesar 13,48%, Sharpe Ratio sebesar 0,38, dan Maximum Drawdown sebesar -17,14%. Dengan demikian, AGA menghasilkan kinerja keseluruhan terbaik karena memberikan return dan risk-adjusted return tertinggi sekaligus memiliki penurunan nilai maksimum paling kecil dibandingkan seluruh metode pembandingan.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan cakupan saham yang lebih luas, seperti LQ45, IDX80, atau seluruh saham di Bursa Efek Indonesia, untuk menguji kemampuan generalisasi model. Fungsi optimasi juga dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan ukuran risiko lain, seperti *Value at Risk* (VaR) atau *Conditional Value at Risk* (CvaR). Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan faktor fundamental perusahaan sebagai pertimbangan dalam pembentukan portofolio. Perbandingan dengan algoritma metaheuristik lain, seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Differential Evolution* (DE), dan *Simulated Annealing* (SA), serta penggunaan data historis yang lebih panjang pada berbagai kondisi pasar juga disarankan untuk memperoleh evaluasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Z. Bodie, A. Kane, and A. J. Marcus, *Investments*, 10th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- [2] S. A. Purnamasari, “Mekanisme Perkembangan Pasar Modal Sebagai Salah Satu Produk Investasi di Masyarakat,” *Jurnal Rumpun Manajemen dan Ekonomi*, vol. 2, no. 3, pp. 499–515, 2025, doi: 10.61722/jrme.v2i3.4739.
- [3] M. N. Abdallah, W. Febrianti, and L. Mardianto, “Optimasi Portofolio Berdasarkan Model Mean-Variance dengan Menggunakan Lagrange Multiplier pada Saham IDX30,” *Original Article Indonesian Journal of Applied Mathematics*, vol. 4, no. 2, pp. 38–46, 2024, doi: 10.35472/indoja.
- [4] PT Kustodian Sentral Efek Indonesia, “Statistik Pasar Modal Indonesia,” Dec. 2025. Accessed: Feb. 15, 2026. [Online]. Available: https://web.ksei.co.id/files/Statistik_Publik_Desember_2025.pdf
- [5] Bursa Efek Indonesia (BEI), “Panduan dan Metodologi Indeks IDX80, LQ45 dan IDX30,” 2024. [Online]. Available: www.idx.co.id
- [6] H. Markowitz, “Portfolio Selection,” *J. Finance*, vol. 7, no. 1, pp. 77–91, Mar. 1952, Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-1082%28195203%297%3A1%3C77%3APS%3E2.0.CO%3B2-1>
- [7] D. C. Fransisca, Sukono, D. Chaerani, and N. A. Halim, “Robust Portfolio Mean-Variance Optimization for Capital Allocation in Stock Investment Using the Genetic Algorithm: A Systematic Literature Review,” Aug. 01, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/computation12080166.
- [8] M. Gelmini and P. Uberti, “The equally weighted portfolio still remains a challenging benchmark,” *International Economics*, vol. 179, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.inteco.2024.100525.
- [9] G. Abate, T. Bonafini, and P. Ferrari, “Portfolio Constraints: An Empirical Analysis,” *International Journal of Financial Studies*, vol. 10, no. 1, Mar. 2022, doi: 10.3390/ijfs10010009.

- [10] J. Bock, "An updated review of (sub-)optimal diversification models," 2018. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=3287835>
- [11] R. Jagannathan and T. Ma, "NBER WORKING PAPER SERIES RISK REDUCTION IN LARGE PORTFOLIOS: WHY IMPOSING THE WRONG CONSTRAINTS HELPS," 2002. [Online]. Available: <http://www.nber.org/papers/w8922>
- [12] I. Muñoz and A. Cifuentes, "Portfolio optimization: Do risk metrics matter?," *Finance Research Open*, vol. 2, no. 1, p. 100098, Mar. 2026, doi: 10.1016/j.fmr.2026.100098.
- [13] Y. Jin, R. Qu, and J. Atkin, "Constrained Portfolio Optimisation: the state-of-the-art Markowitz Models," Feb. 2016, doi: 10.5220/0005758303880395.
- [14] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms: in Search, Optimization & Machine Learning*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1989.
- [15] M. Srinivas and L. M. Patnaik, "Adaptive Probabilities of Crossover Genetic in Mutation and Algorithms," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol. 24, no. 4, 1994.
- [16] W. Sun, Q. Su, H. Yuan, and Y. Chen, "Optimization Performance Analysis for Adaptive Genetic Algorithm with Nonlinear Probabilities," *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 13, no. 6, p. 2022, 2022, [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org
- [17] R. Pardo, *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [18] G. Deep, A. Deep, and W. Lamptey, "Interpretable Hypothesis-Driven Trading: A Rigorous Walk-Forward Validation Framework for Market Microstructure Signals," Dec. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2512.12924>
- [19] N. Pavita Rahmadhisa, D. Susanti, and B. Subartini, "IDX30 Stock Portfolio Optimization Using Genetic Algorithm Based on Capital Asset Pricing Model," *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, vol. 6, no. 2, pp. 200–207, 2025.

- [20] M. F. Azim, A. Azizah, and D. Anggraini, "Optimasi Bobot Portofolio Menggunakan Algoritma Genetika," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 7, no. 1, p. 58, Mar. 2021, doi: 10.24014/jsms.v7i1.12190.
- [21] S. Millán-Palacios and J. Sánchez-Soriano, "Investment Portfolios Optimization with Genetic Algorithm: An Approach Applied to the Spanish Market (IBEX 35)," *Electronics (Switzerland)*, vol. 14, no. 13, Jul. 2025, doi: 10.3390/electronics14132559.
- [22] C. N. Christodoulou-Volos, "Genetic algorithm for intelligent portfolio selection: A data-driven approach to asset allocation," *Edelweiss Applied Science and Technology*, vol. 9, no. 10, pp. 1472–1486, Oct. 2025, doi: 10.55214/2576-8484.v9i10.10681.
- [23] E. J. Elton, M. J. Gruber, S. J. Brown, and W. N. Goetzmann, *MODERN PORTFOLIO THEORY AND INVESTMENT ANALYSIS*, 9th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [24] W. F. Sharpe, "The Sharpe Ratio," *The Journal of Portfolio Management*, 1994, [Online]. Available: <http://www.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/sr.htm>
- [25] A. Meucci, "Managing Diversification 1," 2010. [Online]. Available: <http://ssrn.com/abstract=1358533http://ssrn.com/abstract=1358533http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/23271>. JELClassification: C1, G11
- [26] S. A. Rhoades, "The Herfindahl-Hirschman Index," *Federal Reserve Bulletin*, p. 188, 1993, [Online]. Available: <http://fraser.stlouisfed.org/>
- [27] I. Brezina, J. Pekár, Z. Čičková, and M. Reiff, "Herfindahl–Hirschman index level of concentration values modification and analysis of their change," *Cent. Eur. J. Oper. Res.*, vol. 24, no. 1, pp. 49–72, Mar. 2016, doi: 10.1007/s10100-014-0350-y.
- [28] T.-J. Chang, N. Meade, J. E. Beasley, and Y. M. Sharaiha, "Heuristics for cardinality constrained portfolio optimisation," 1998.
- [29] K. Deb, "Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms: An Introduction," 2011. [Online]. Available: <http://www.iitk.ac.in/kangal/deb.htm>

- [30] C. A. C. Coello, "Theoretical and Numerical Constraint-Handling Techniques Used with Evolutionary Algorithms: A Survey of the State of the Art," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 191, no. 11–12, pp. 1245–1287, 2002, doi: 10.1016/S0045-7825(01)00323-1.
- [31] S. N. Sivanandam and S. N. Deepa, *Introduction to Genetic Algorithms*. New York, 2008.
- [32] C. Cebeci and O. Timur, "Deterministic Parameter Control Methods for Genetic Algorithms: Benchmarking on Test Functions and Boost Converter Design Optimisation," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 15, no. 20, Oct. 2025, doi: 10.3390/app152011093.
- [33] A. Laoufi, S. Hadjeri, and A. Hazzab, "Adaptive Probabilities of Crossover and Mutation in Genetic Algorithms for power economic dispatch," 2006. [Online]. Available: <http://www.ripublication.com/ijaer.htm>
- [34] H. Li and N. Shi, "Application of Genetic Optimization Algorithm in Financial Portfolio Problem," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/5246309.
- [35] C. R. Bacon, *Practical Portfolio Performance Measurement and Attribution*, 2nd ed. 2008.
- [36] S. Han and L. Xiao, "An improved adaptive genetic algorithm," *SHS Web of Conferences*, vol. 140, p. 01044, 2022, doi: 10.1051/shsconf/202214001044.
- [37] J. Bergstra, J. B. Ca, and Y. B. Ca, "Random Search for Hyper-Parameter Optimization Yoshua Bengio," 2012. [Online]. Available: <http://scikit-learn.sourceforge.net>.
- [38] S. R. Malla, S. Kayastha, R. Suwal, H. C. Bhandari, and R. Adhikari, "XGBoost Forecasting of NEPSE Index Log Returns with Walk Forward Validation," Jan. 2026, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2601.08896>
- [39] F. Llc, "User Guide Wealth-Lab Pro®," 2017.
- [40] M. López de Prado, "Praise for Advances in Financial Machine Learning," 2018.