



PERBANDINGAN HYBRID ALGORITMA GENETIKA DENGAN MULTILAYER PERCEPTRON DAN GEOMETRIC BROWNIAN MOTION UNTUK MEMPREDIKSI HARGA SAHAM

Muftiyatul Azizah¹

Corresponding author: Muftiyatul Azizah

¹Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia (STIESIA) Surabaya, muftiyatulazizah@stiesia.ac.id

Received : 8 Juni 2022, Revised : 27 Juli 2022, Accepted : 4 Agustus 2022

Abstract

The stock is an investor ownership sign of their investment or the amount of fund invested in a company. The purpose of the company issuing stock is to obtain additional capital from each stock sold. The more stock owned by investors shows, the higher the level of company performance. Prediction results from stock price movements are very important for developing market trading strategies. Stock price predictions can anticipate investment losses and provide optimal returns for investors. In this study, Microsoft stock price predictions will be made using a hybrid genetic algorithm and multilayer perceptron, as well as a hybrid genetic algorithm and the geometric Brownian motion. The MAPE value generated by the hybrid genetic algorithm and geometric Brownian motion is 0.0057139, while the MAPE value generated by the hybrid genetic algorithm and multilayer perceptron is 0.05164. The MAPE value predicted using a hybrid genetic algorithm and geometric Brownian motion is better than the MAPE value predicted using a hybrid genetic algorithm and multilayer perceptron.

Keywords: Hybrid Genetic Algorithm and Multilayer Perceptron, Hybrid Genetic Algorithm and Geometric Brownian Motion, Stock

Abstrak

Saham didefinisikan sebagai tanda kepemilikan investor atas investasi mereka atau sejumlah dana yang diinvestasikan dalam suatu perusahaan. Tujuan perusahaan menerbitkan saham yakni untuk memperoleh tambahan modal dari setiap lembar yang terjual. Semakin banyak saham yang dimiliki oleh para investor maka menunjukkan semakin tinggi tingkat kinerja perusahaan. Hasil prediksi dari pergerakan harga saham sangat penting untuk mengembangkan strategi perdagangan pasar. Prediksi harga saham dapat mengantisipasi kerugian investasi dan memberikan keuntungan optimal bagi para investor. Pada penelitian ini, akan dilakukan prediksi harga saham perusahaan Microsoft menggunakan metode hybrid algoritma genetika dan multilayer perceptron, serta dengan metode hybrid algoritma genetika dan *geometric Brownian motion*. Nilai MAPE yang dihasilkan dari hybrid algoritma genetika dan *geometric Brownian motion* adalah sebesar 0.0057139, sedangkan nilai MAPE yang dihasilkan oleh hybrid algoritma genetika dan multilayer perceptron adalah sebesar 0.05164. Nilai MAPE hasil prediksi menggunakan hybrid algoritma genetika dan *geometric Brownian motion* lebih baik dibandingkan dengan nilai MAPE hasil prediksi menggunakan hybrid algoritma genetika dan multilayer perceptron.

Kata kunci: Hybrid Algoritma Genetika dan Multilayer Perceptron; Hybrid Algoritma Genetika dan Geometric Brownian Motion; Saham

1. Pendahuluan

Definisi dari saham yakni sebagai tanda kepemilikan investor atas investasi mereka atau sejumlah dana yang diinvestasikan dalam suatu perusahaan. Saham juga mempunyai makna sebagai suatu kertas yang dapat membuktikan keikutsertaan pemegangnya dalam penanaman modal di suatu perusahaan [1].

Tujuan suatu perusahaan menerbitkan saham adalah untuk mendapatkan penambahan modal dari setiap lembar yang terjual. Kinerja suatu perusahaan semakin meningkat jika semakin banyak saham yang dimiliki oleh pemegang saham atau investor. Demikian juga sebaliknya, jika terjadi penurunan minat investor untuk menginvestasikan dananya dalam bentuk saham pada suatu perusahaan maka mempunyai makna bahwa kinerja perusahaan mengalami penurunan [1].

Strategi perdagangan pasar membutuhkan adanya prediksi harga saham agar dapat berkembang secara efektif. Prediksi harga saham merupakan sebuah peramalan deret waktu yang cukup sulit dilakukan karena pergerakan harga saham cenderung non-linear dan non stasioner yang dipengaruhi oleh banyak kondisi. Selain itu, harga saham dipengaruhi oleh banyak faktor ekonomi makro seperti peristiwa politik, kebijakan perusahaan, kondisi ekonomi umum, harapan investor, pilihan investor institusi, pergerakan pasar saham lain, dan psikologi investor dan sebagainya. Prediksi harga saham dapat membantu investor untuk mengantisipasi resiko-resiko investasi dan mendapatkan keuntungan secara optimal [2]. Sepuluh perusahaan terbesar di dunia berdasarkan nilai pasar pada tahun 2018 (dalam miliar dolar AS) adalah sebagai berikut Apple, Amazon.com, Alphabet, Microsoft, Facebook, Alibaba, Berkshire Hathaway, Tencent Holdings dan JPMorgan Chase [3]. Berdasarkan data tersebut, Penulis ingin memprediksi harga saham Microsoft dikarenakan perusahaan Microsoft memiliki pengaruh besar pada dunia teknologi.

Terdapat beberapa proses untuk memprediksi harga saham. Pada tahun

2011, Kara dan rekannya memprediksi harga saham dengan mengambil sampel data saham di Istanbul [2]. Metode yang digunakan untuk memprediksi adalah *Support Vector Machines* dan *Artificial Neural Network*. Hasil prediksi dengan metode *Artificial Neural Network* menunjukkan hasil yang lebih signifikan dibandingkan dengan hasil prediksi dari metode *Support Vector Machines*. Pada tahun 2016, Qiu dan Song memprediksi pergerakan saham dengan *Artificial Neural Network* [4]. Pada tahun 2014, Masoud menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk memprediksi pergerakan harga saham di Pasar Libya [5]. Jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah *backpropagation* dengan beberapa fungsi *error* yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian oleh Masoud diperoleh bahwa JST dapat digunakan sebagai cara alternatif yang lebih baik untuk memprediksi harga saham. Pada tahun 2014, Amin dan rekannya memprediksi harga saham di Tehran dengan menggunakan *Artificial Neural Network* dan *hybrid genetic algorithm* dengan *Artificial Neural Network* [6]. Dari penelitian tersebut, diperoleh bahwa metode *hybrid genetic algorithm* dengan *Artificial Neural Network* lebih efisien dibandingkan dengan metode *Artificial Neural Network*. Pada tahun 2016, Reddy dan Clinton memprediksi harga saham di Australia dengan menggunakan *Geometric Brownian Motion* (GBM) [7]. Hasilnya menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan GBM hampir sama dengan data aslinya.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Azizah dan rekannya menggunakan *Geometric Brownian Motion* (GBM) serta Multilayer Perceptron untuk memprediksi harga saham menunjukkan bahwa hasil prediksi *Geometric Brownian Motion* lebih baik dibandingkan dengan Multilayer Perceptron [8]. Dari penelitian tersebut, Penulis tertarik untuk mengembangkan metode yang digunakan yakni menambahkan metode *hybrid* algoritma genetika pada masing-masing metode

sehingga pada penelitian ini akan menggunakan *hybrid* algoritma genetika dan multilayer perceptron serta *hybrid* algoritma genetika dan *geometric brownian motion* untuk memprediksi harga saham. Data yang digunakan tetap sama yakni data saham perhari pada perusahaan *Microsoft* dari 01 Oktober 2018 sampai 29 Maret 2019 yang diperoleh dari *yahoo finance* [9].

2. Metode

Model *geometrik Brownian motion* pertama kali diperkenalkan oleh Paul pada tahun 1965 untuk memodelkan harga saham. Berikut adalah model *geometrik Brownian motion*:

$$S(t) = S(t - 1)e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma\varepsilon\sqrt{dt}} \quad (1)$$

Dengan:

$S(t)$: harga saham pada saat t
 $S(t - 1)$: harga saham pada saat $t-1$
 μ : *drift* (ekspektasi laju pergerakan harga saham)
 σ : volatilitas (tingkat pergerakan harga saham)
 ε : random normal

Model *geometrik Brownian motion* telah digunakan pada pemodelan dinamika harga komoditi di Indonesia yaitu minyak sawit dan emas [10]. Pengaplikasian metode *geometric Brownian motion* untuk memodelkan harga saham dapat digunakan jika nilai *return* dari suatu saham di masa lalu berdistribusi normal, sehingga harga saham di masa yang akan datang bisa diprediksi dengan *geometric Brownian motion* [11].

Struktur fungsional dari jaringan saraf biologi merupakan inspirasi dalam pembentukan model matematika atau model komputasi jaringan saraf tiruan [12]. Permasalahan yang kompleks diselesaikan dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf tiruan mempelajari pola-pola dari jumlah data yang banyak dengan menyaring data, mencari hubungan, membangun model, dan mengoreksi kesalahan model itu sendiri berkali-kali [13].

Jaringan saraf tiruan mempunyai beberapa metode pembelajaran yakni salah

satunya adalah *multilayer perceptron* (jaringan banyak lapis perceptron). *Multilayer perceptron* (MLP) adalah metode pembelajaran yang berjalan dengan cara memperbarui bobotnya dan membandingkannya dengan target sampai menghasilkan output yang mendekati target, sehingga dapat dikatakan bahwa model MLP merupakan metode yang belajar dari kesalahan [13].

Algoritma merupakan teknik penyusunan langkah-langkah penyelesaian masalah yang dirumuskan dengan baik, tersusun secara logis, sistematis, dan dalam jumlah yang berhingga. Algoritma genetika merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan berupa teknik optimasi dan pencarian berdasarkan pada prinsip genetika dan seleksi. Algoritma ini dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan dengan satu atau banyak variabel, baik permasalahan kontinu maupun diskrit, dan tidak hanya menyediakan solusi tunggal [14].

Pada penelitian ini menggunakan data saham perhari pada perusahaan *Microsoft* dari 01 Oktober 2018 sampai 29 Maret 2019 yang diperoleh dari *yahoo finance*. Persamaan yang digunakan untuk memprediksi harga saham *Microsoft* dengan *geometric Brownian motion* adalah sebagai berikut:

$$F(t) = F(t - 1)e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma\varepsilon\sqrt{dt}} \quad (2)$$

Dengan:

$F(t)$: prediksi harga saham pada saat t
 $F(t - 1)$: prediksi harga saham pada saat $t-1$
 μ : *drift* (ekspektasi laju pergerakan harga saham)
 σ : volatilitas (tingkat pergerakan harga saham)
 ε : random normal

Data yang sudah diperoleh akan diproses untuk dihitung nilai *return* dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} \quad (3)$$

Dengan

$\frac{dS(t)}{S(t)}$: return harga saham
 S_{t+1} : harga saham pada saat t+1
 S_t : harga saham pada saat t

Selanjutnya nilai return dari hasil perhitungan harus diuji normalitasnya dengan menggunakan metode Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut [15]:
 H_0 : Data sampel berdistribusi normal
 H_1 : Data sampel tidak berdistribusi normal

Statistik Uji:

$$D_{hitung} = \max|F_t - F_s| \quad (4)$$

dengan:

D_{hitung} : deviasi minimum
 F_t : fungsi berdistribusi yang dihipotesiskan berdistribusi normal
 F_s : fungsi distribusi kumulatif dari data sampel

Kriteria pengujian:

Jika $D_{hitung} < D_{\alpha,n}$ (nilai $\alpha = 0.05$), maka H_0 diterima yang memiliki arti bahwa data sampel berdistribusi normal. Penggunaan *software* minitab untuk uji normalitas memutuskan untuk terima H_0 apabila nilai $P_{value} > 0.05$ dan data sampel dinyatakan berdistribusi normal.

Prosedur untuk menerapkan *hybrid* algoritma genetika dan *multilayer perceptron* dalam menyelesaikan permasalahan prediksi saham perusahaan Microsoft adalah sebagai berikut: (1) Pembuatan rancangan data yang akan digunakan sebagai input dalam *multilayer perceptron*. Ada dua hal yang perlu dilakukan dalam membuat rancangan data yaitu membagi data menjadi data *training* (pelatihan) dan data *testing* (validasi), dan melakukan normalisasi data. (2) Mendesain arsitektur jaringan yang terdiri dari lapisan *input*, lapisan tersembunyi, dan lapisan *output*. (3) Menerapkan *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika untuk memperoleh bobot dan bias. (4) Melakukan uji validasi data dengan menggunakan nilai-nilai bobot dan bias yang sudah diperoleh dari hasil penelitian. (5) Proses denormalisasi yaitu

mengembalikan ukuran data yang telah dinormalisasi untuk mendapatkan data yang asli.

Langkah-langkah *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika adalah sebagai berikut: (1) Menentukan parameter-parameter AG dan MLP. Parameter AG adalah *pop size*, maksimum iterasi, probabilitas *crossover* (p_c), probabilitas mutasi (p_m). Parameter MLP adalah batas *error* dan laju pelatihan/*learning rate* (α). (2) Proses normalisasi data yang digunakan untuk mengubah data pada interval [0, 1]. (3) Membangkitkan populasi awal pada algoritma genetika. (4) Mengubah kromosom dalam algoritma genetika menjadi bobot dan bias dalam MLP. (5) Menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan proses MLP. (6) Mengubah bobot dan bias dalam MLP menjadi kromosom dalam algoritma genetika. (7) Menghitung nilai *fitness* tiap kromosom. (8) Cek apakah sudah memenuhi maksimum iterasi atau MAPE yang diperoleh telah kurang dari batas *error*. (9) Jika iterasi sudah mencapai maksimum iterasi atau MAPE yang diperoleh kurang dari batas *error*, maka kromosom dengan nilai *fitness* terbaik merupakan solusi untuk prediksi saham. (10) Jika iterasi belum mencapai maksimum iterasi atau MAPE yang diperoleh lebih dari batas *error*, maka akan dilanjutkan dengan proses AG.

Prosedur estimasi parameter dengan *hybrid* algoritma genetika dan *geometri Brownian motion* untuk menyelesaikan permasalahan prediksi saham perusahaan Microsoft adalah sebagai berikut: (1) Menentukan banyaknya generasi maksimum (*n_{gen}*), menentukan ukuran populasi (*n_{pop}*), probabilitas *crossover* (P_c), probabilitas mutasi (P_m). Probabilitas *crossover* menyatakan proporsi populasi pada generasi sekarang yang tetap dipertahankan pada generasi berikutnya. (2) Membangkitkan elemen kromosom yang berupa bilangan real antara nol sampai satu sebanyak jumlah parameter yang diestimasi, dan terus dibangkitkan sebanyak *n_{pop}*. Kromosom-kromosom yang terbentuk, dijadikan sebagai populasi awal.

(3) Melakukan evaluasi nilai fungsi tujuan untuk setiap kromosom pada populasi. (4) Menghitung nilai fungsi tujuan untuk masing-masing individu. (5) Melakukan seleksi sejumlah individu pada populasi untuk menjadi subpopulasi individu induk. (6) Memilih sejumlah pasangan yang diperoleh dari subpopulasi individu induk. Pemilihan pasangan menggunakan metode *Roulette Wheel*. (7) Melakukan proses *crossover* dengan mencari kromosom induk yang menghasilkan random dari 0 sampai 1. Dari kromosom induk tersebut dapat dihasilkan *offspring* (anak). (8) Melakukan proses mutasi secara acak pada sejumlah individu untuk pembagian variabel (gen) pada populasi. (9) Menghentikan proses algoritma setelah banyaknya generasi maksimal tercapai. Jika tidak, proses langkah d diulang.

3. Pembahasan

3.1 Prediksi Harga Saham Microsoft dengan Menggunakan Metode Hybrid Algoritma Genetika dan Multilayer Perceptron

Berdasarkan penelitian Amin beserta rekannya hasil prediksi dengan menggunakan *hybrid genetic algorithm* dengan *artificial neural network* lebih efisien dibandingkan dengan *artificial neural network* [6]. Dari gagasan penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini akan menggunakan *hybrid genetic algorithm* dan *multilayer perceptron* untuk memprediksi harga saham Microsoft.

Prediksi dengan *hybrid* algoritma genetika dan *multilayer perceptron* diawali dengan proses inisialisasi parameter, yaitu menentukan nilai parameter yang akan dibutuhkan. Parameter yang dibutuhkan dalam algoritma genetika adalah banyaknya individu (*npop*), probabilitas *crossover* (*Pc*), probabilitas mutasi (*Pm*) dan maksimal iterasi. Dalam penelitian ini menggunakan *npop* = 100, *Pc* = 0.5 dan 0.7, *Pm* = 0.2 dan 0.4, serta maksimal iterasi adalah 25000. Sedangkan parameter yang dibutuhkan dalam *multilayer perceptron* adalah jumlah *neuron* pada *input*, *hidden* dan *output layer* serta *learning rate*. Untuk jumlah *neuron* pada *input layer* adalah 2

dan 3, jumlah *neuron* pada *hidden layer* adalah 2, 3 dan 4, jumlah *neuron* pada *output layer* adalah 1 serta *learning rate* adalah 0.2 dan 0.5.

Proses selanjutnya adalah normalisasi data yang sudah diperoleh pada proses sebelumnya. Kemudian proses *generate* populasi awal untuk menentukan *kromosom* yang merupakan bilangan *random* antara 0 sampai dengan 1. Nilai-nilai kromosom tersebut selanjutnya akan dijadikan bobot dan bias awal dari MLP. Bobot dan bias awal yang sudah dibentuk kemudian dimasukkan ke dalam proses MLP untuk diperbarui sehingga diperoleh bobot dan bias baru yang lebih baik. Setelah diperoleh bobot dan bias baru maka MAPE dari tiap kromosom dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t} 100\% \quad (5)$$

Dengan:

A_t : data aktual
 F_t : hasil prediksi
 n : banyak data

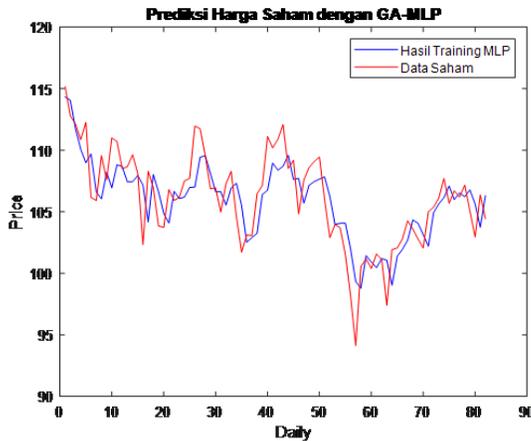
Bobot dan bias baru tersebut akan dijadikan kromosom dalam AG. Kemudian dihitung nilai *fitness* tiap kromosom, selanjutnya dilakukan proses seleksi menggunakan *Roulette Wheel*, proses *crossover* menggunakan (*intermediate*) dan proses mutasi menggunakan (*inverse*). Setelah proses tersebut, maka akan diperoleh populasi baru yaitu dengan cara menggabungkan kromosom dari populasi awal, anak hasil *crossover* dan anak hasil mutasi. Kemudian dihitung nilai *fitness* dan dipilih kromosom terbaik.

Prediksi harga saham dengan menggunakan *hybrid* algoritma genetika dan *multilayer perceptron* menggunakan bantuan *software* MATLAB. Pada proses prediksi dengan *hybrid* GA dan MLP, dilakukan *running* sebanyak lima kali untuk masing-masing *input* parameter dan dipilih MAPE terbaik. Berikut adalah hasil MAPE terbaik pada tiap *input* parameter dan rata-rata MAPE setiap kali *running*.

Tabel 1. Nilai MAPE dari Hasil Prediksi dengan Hybrid GA dan MLP

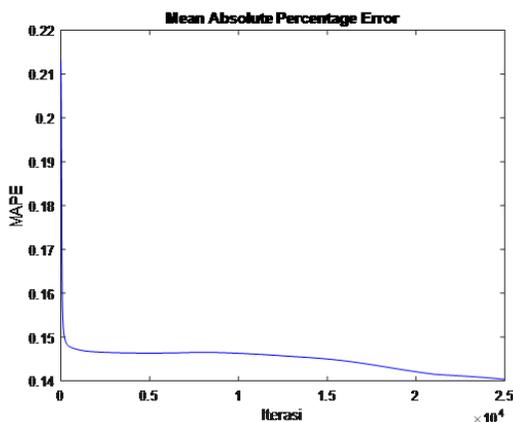
Neuron pada Input	Neuron pada Hidden	Pc	Pm	Alpha	MAPE Terbaik	Rata-rata MAPE
2	2	0.5	0.2	0.2	0.05246	0.05323
				0.5	0.05357	0.05363
			0.4	0.2	0.05263	0.05322
				0.5	0.05256	0.05259
		0.7	0.2	0.2	0.05246	0.053286
				0.5	0.05219	0.052206
			0.4	0.2	0.05244	0.053448
				0.5	0.05273	0.053028
2	3	0.5	0.2	0.2	0.05251	0.05238
				0.5	0.05191	0.052004
			0.4	0.2	0.05245	0.052254
				0.5	0.05287	0.053132
		0.7	0.2	0.2	0.05249	0.053352
				0.5	0.05287	0.053584
			0.4	0.2	0.05267	0.053282
				0.5	0.05283	0.052962
2	4	0.5	0.2	0.2	0.0525	0.052376
				0.5	0.05164	0.051812
		0.4	0.2	0.2	0.05251	0.05331
				0.5	0.4	0.5
2	4	0.7	0.2	0.2	0.05255	0.053266
				0.5	0.05294	0.053774
		0.4	0.2	0.2	0.05261	0.05335
				0.5	0.05183	0.052906
3	2	0.5	0.2	0.2	0.0537	0.05396
				0.5	0.05437	0.05481
			0.4	0.2	0.05366	0.05398
				0.5	0.05435	0.0549512
		0.7	0.2	0.2	0.05382	0.054206
				0.5	0.05436	0.054992
			0.4	0.2	0.05343	0.0542
				0.5	0.05437	0.054966
3	3	0.5	0.2	0.2	0.05336	0.054262
				0.5	0.0541	0.054756
			0.4	0.2	0.05385	0.05422
				0.5	0.05417	0.054686
		0.7	0.2	0.2	0.05375	0.054198
				0.5	0.05412	0.0548
			0.4	0.2	0.05361	0.054226
				0.5	0.05398	0.054798
3	4	0.5	0.2	0.2	0.05389	0.054262
				0.5	0.0543	0.054706
			0.4	0.2	0.05346	0.054184
				0.5	0.05335	0.054036
		0.7	0.2	0.2	0.05378	0.054348
				0.5	0.05424	0.054792
			0.4	0.2	0.05375	0.054206
				0.5	0.05419	0.054902

Dari Tabel 1, MAPE terbaik adalah 0.05164, yaitu ketika neuron pada input=2, neuron pada hidden=4, $P_c = 0.5$, $P_m = 0.2$ dan $\alpha = 0.5$. Berikut adalah grafik hasil *training*, grafik MAPE dari *training* dan grafik perbandingan antara data saham dan hasil prediksi dengan menggunakan *hybrid GA* dan *multilayer perceptron*.

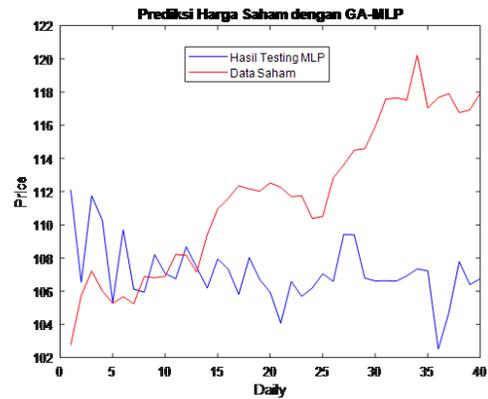


Gambar 1. Hasil Training

Pada Gambar 1 merupakan hasil *training* dengan metode *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika. Berdasarkan Gambar 1, hasil *training* tidak jauh berbeda dengan harga saham. Grafik hasil *training* dan harga saham menunjukkan pola yang hampir sama. Grafik nilai MAPE dari hasil *training* disajikan pada Gambar 2. Nilai MAPE yang dihasilkan akan selalu mengalami penurunan dan pada saat iterasi ke-24000 nilai MAPE mengalami penurunan yang tidak jauh berbeda.



Gambar 2. Hasil MAPE dari Training



Gambar 3. Perbandingan Harga Saham dan Hasil Prediksi

3.2 Prediksi Harga Saham Microsoft dengan Menggunakan Metode Hybrid Algoritma Genetika dan Geometri Brownian Motion

Penelitian Chen dan rekannya yaitu memprediksi harga opsi dengan *hybrid* algoritma genetika dan *Black Scholes* [16]. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa hasil prediksi harga opsi dengan menggunakan *hybrid* algoritma genetika dan *Black Scholes* lebih efisien dibandingkan dengan *Black Scholes*. Berdasarkan penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan prediksi harga saham menggunakan *hybrid* algoritma genetika dan *geometric Brownian motion*.

Di dalam model *geometric Brownian motion* terdapat nilai *random* yang mempengaruhi hasil prediksi, sehingga akan dilakukan pemilihan nilai *random* yang diharapkan dapat menghasilkan nilai MAPE lebih baik. Proses prediksi harga saham dengan *hybrid GA* dan GBM diawali dengan proses inialisasi parameter yang dibutuhkan yaitu banyak individu (n_{pop}), probabilitas *crossover* (P_c), probabilitas mutasi (P_m) dan maksimal iterasi. Dalam penelitian ini, nilai parameter yang digunakan yaitu $n_{pop} = 100$, $P_c = 0.5$ dan 0.7 , $P_m = 0.2$ dan 0.4 serta maksimal iterasi adalah 25000.

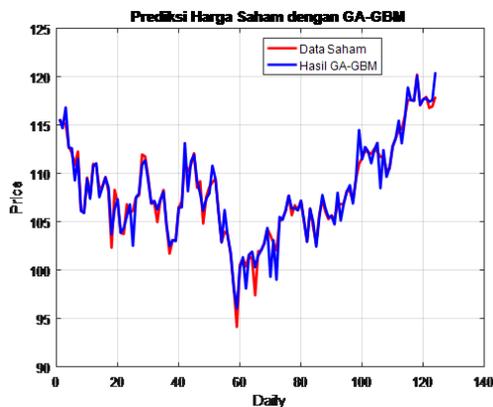
Proses selanjutnya adalah *generate* populasi awal untuk menentukan *kromosom* yang merupakan bilangan *random* berdistribusi normal. *Kromosom* tersebut akan dihitung fungsi tujuannya menggunakan

model *geometric Brownian motion* dan dihitung nilai MAPE dari setiap kromosom. Kemudian dihitung nilai *fitness* tiap kromosom dan selanjutnya akan dilakukan proses seleksi menggunakan *Roulette Wheel*, proses *crossover* menggunakan *uniform* dan proses mutasi menggunakan resiprokal. Dari proses tersebut, maka akan diperoleh populasi baru dan akan dihitung nilai MAPE untuk menentukan MAPE terbaik. Dalam penelitian ini dilakukan *running* sebanyak lima kali untuk setiap *input* parameter. Berikut adalah nilai MAPE terbaik dan rata-rata MAPE yang diperoleh dari lima kali *running*.

Tabel 2. Nilai MAPE dari Hasil Prediksi dengan Hybrid GA dan GBM

NO	Pc	Pm	MAPE Terbaik	Rata-rata MAPE
1		0.2	0.0061142	0.00658604
2	0.5	0.4	0.0062961	0.00785394
3		0.2	0.0068466	0.00860278
4	0.7	0.4	0.0057139	0.00654754

Dari tabel Tabel 2, terlihat bahwa MAPE terbaik adalah sebesar 0.0057139 yang diperoleh ketika $Pc = 0.7$ dan $Pm = 0.4$. Berikut adalah grafik dari perbandingan harga saham dan hasil prediksi. Berdasarkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan *hybrid geometric Brownian motion* dan algoritma genetika hampir sama dengan data saham. Grafik hasil prediksi dan data saham saling berhimpitan dan memiliki pola yang sama.



Gambar 4. Perbandingan Data Harga Saham Microsoft Dan Hasil Prediksi

3.3 Perbandingan Hasil Nilai MAPE

Prediksi harga saham menggunakan metode *hybrid multilayer perceptron* dengan algoritma genetika dan *hybrid geometric Brownian motion* dengan algoritma genetika menghasilkan nilai MAPE yang berbeda. Hasil perhitungan nilai MAPE dari kedua metode tersebut akan disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, nilai MAPE terkecil diperoleh ketika menggunakan metode *hybrid geometric Brownian motion* dan algoritma genetika, karena dengan adanya *hybrid* dengan algoritma genetika maka dapat memilih lintasan terbaik.

Tabel 3. Nilai MAPE dari hybrid GA dan MLP dengan hybrid GA dan GBM

METODE	NILAI MAPE
Hybrid Multilayer Perceptron dan Algoritma Genetika	0.05164
Hybrid Geometric Brownian Motion dan Algoritma Genetika	0.0057139

4. Penutup

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disajikan maka dapat disimpulkan: (1) Prediksi harga saham Microsoft dengan menggunakan *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.05164. Nilai MAPE diperoleh ketika neuron pada *input* =2, neuron pada *hidden*=4, $Pc = 0.5$, $Pm = 0.2$ dan $\alpha = 0.5$, dengan iterasi sebanyak 25000 dan *running* sebanyak 5 kali. (2) Prediksi harga saham Microsoft dengan menggunakan *hybrid geometric Brownian motion* dan algoritma genetika menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.0057139. Nilai MAPE diperoleh ketika $Pc = 0.7$ dan $Pm = 0.4$ dengan 25000 iterasi serta 5 kali *running*. (3) *Hybrid* algoritma genetika dan *multilayer perceptron* merupakan gabungan dari algoritma genetika dengan *multilayer perceptron*. Sedangkan *Hybrid* algoritma genetika dan *geometric Brownian motion* merupakan gabungan dari algoritma genetika dengan *geometric Brownian motion*. Prediksi harga saham Microsoft dengan menggunakan *hybrid*

geometric Brownian motion dan algoritma genetika menghasilkan nilai MAPE yang lebih bagus dibandingkan dengan hasil prediksi menggunakan *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika. Pada proses prediksi dengan *hybrid geometric Brownian motion* dan algoritma genetika, terdapat pemilihan lintasan terbaik dari hasil *geometric Brownian motion*. Oleh sebab itu, hasil prediksi dengan *hybrid geometric Brownian motion* dan algoritma genetika memiliki nilai MAPE yang lebih baik dibandingkan dengan *hybrid multilayer perceptron* dan algoritma genetika.

Referensi

- [1] M. Aziz, S. Mintari, and M. Nadir, *Manajemen Investasi*. Yogyakarta: Deepublish, 2015.
- [2] Y. Kara, M. A. Boyacioglu, and O. K. Baykan, "Predicting Direction of Stock Price Index Movement Using Artificial Neural Networks and Support Vector Machines: The Sample of The Istanbul Stock Exchange," *Expert Systems with Applications, Elsevier*, vol. 38, pp. 5311–5319, 2011.
- [3] M. Szmigiera, "https://www.statista.com/statistics/263264/top-companies-in-the-world-by-market-value/," 2019.
- [4] M. Qiu and Y. Song, "Predicting The Direction of Stock Market Index Movement Using an Optimized Artificial Neural Network," *Department of Systems Management, Fukuoka Institute of Technology*, vol. 11, no. 5, 2016.
- [5] N. Masoud, "Predicting Direction of Stock Prices Index Movement Using Artificial Neural Networks: The Case of Libyan Financial Market," *Journal of Economics Management & Trade*, vol. 4, no. 4, pp. 597–619, 2014.
- [6] V. Amin, S. H. Salehnezhad, M. Valipour, and S. Nasirilu, "Predicting Direction of Stock Price Index Volatility Using Genetic Algorithms and Artificial Neural Network Models in Tehran Stock Exchange," *International Journal of Business and Technopreneurship*, vol. 4, no. 3, pp. 451–465, 2014.
- [7] K. Reddy and V. Clinton, "Simulating Stock Proces Using Geometric Brownian motion: Evidence from Australian Companies," *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 23–47, 2016.
- [8] M. Azizah, M. I. Irawan, and E. R. M. Putri, "Comparison of stock price prediction using geometric Brownian motion and multilayer perceptron," in *AIP Conference Proceedings*, 2020, vol. 2242. doi: 10.1063/5.0008066.
- [9] Yahoo Finance, "https://finance.yahoo.com/quote/MSFT/history?p=MSFT/," 2019.
- [10] G. Paul, *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. New York: Springer Science Business Media, 2003.
- [11] A. N. Borodin and P. Salminen, *Handbook of Brownian Motion Fact and Formulae*, Second Edition. Berlin: Springer, 2002.
- [12] M. I. Irawan, *Dasar - Dasar Jaringan Saraf Tiruan Algoritma, Pemrograman dan Contoh Aplikasinya*. Surabaya: ITS Press, 2013.
- [13] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Sistem Informasi Manajemen Mengelola Perusahaan Digital*, Edisi 10. Jakarta: Salemba Empat, 2008.
- [14] R. L. Haupt and S. E. Haupt, *Practical Genetic Algorithms*, Second Edition. Canada: John Wiley & Sons Inc, 2004.
- [15] F. J. Massey, "The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit," *J Am Stat Assoc*, vol. 46, no. 253, pp. 68–78, 1951.
- [16] Y. C. Chen, S. L. Chang, and C. C. Wu, "A Dynamic Hybrid Option Pricing Model by Genetic Algorithm and Black-Scholes Model," *International journal of Economics and Management Engineering*, vol. 4, no. 9, 2010.