

# Prediksi Harga Saham Menggunakan Metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* dengan Optimasi Levenberg-Marquardt

## (Stock Price Prediction Using Brown's Weighted Exponential Moving Average with Levenberg-Marquardt Optimization)

Dini Indriyani Putri<sup>1</sup>, Agung Budi Prasetyo<sup>2</sup>, Adian Fatchur Rochim<sup>3</sup>

**Abstract**—Stocks are securities as legal proof of company ownership. Such ownership is traded in the stock exchange only for public companies. A capital market is an activity that accommodates the desire to invest. Traders look for profits by taking advantage of stock movements that always experience fluctuating changes using technical analysis. The problem is how traders decide to buy a stock at an uncertain price. Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) method has the advantage of a better accuracy level, which is considered able to help with stock price prediction problems. The Levenberg-Marquardt (LM) algorithm has the advantage of optimizing its accuracy. Therefore, it is proposed to be used as an optimization method to predict stock prices. The B-WEMA method with LM optimization improves the accuracy of stock price predictions, thereby reducing risks and increasing trading success. Results show the minimum difference of actual prices, and its prediction was 4.03%. The smallest error from MSE and MAPE were 719.56 and 1.99%, respectively.

**Intisari**—Saham merupakan surat berharga sebagai tanda atas bagian kepemilikan suatu perusahaan. Kepemilikan saham diperdagangkan di bursa saham untuk perusahaan terbuka. Pasar modal merupakan sebuah kegiatan yang mawadahi keinginan untuk berinvestasi. *Trader* mencari keuntungan dengan memanfaatkan pergerakan saham yang selalu mengalami perubahan fluktuatif dengan cara menggunakan analisis teknikal. Timbul masalah tentang cara *trader* memutuskan membeli sebuah saham dengan harga yang tidak pasti. Metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* memiliki kelebihan yaitu tingkat akurasi yang lebih baik yang dirasa mampu untuk membantu masalah prediksi harga saham. Algoritme Levenberg-Marquardt memiliki kelebihan mengoptimasi akurasi, sehingga diusulkan digunakan sebagai metode optimasi untuk memprediksi harga saham. Adanya prediksi harga saham dengan bantuan metode B-WEMA dengan optimasi LM dapat meningkatkan akurasi prediksi harga saham dibandingkan B-WEMA tanpa optimasi, sehingga mengurangi risiko *trading* dan meningkatkan persentase keberhasilan. Hasil menunjukkan selisih antara harga nyata dengan prediksi minimum sebesar 4,03%, *error* terkecil dari MSE sebesar 719,56, dan MAPE sebesar 1,99%.

**Kata Kunci**—*Stock, Brown's Weighted Exponential Moving Average, Levenberg-Marquardt.*

### I. PENDAHULUAN

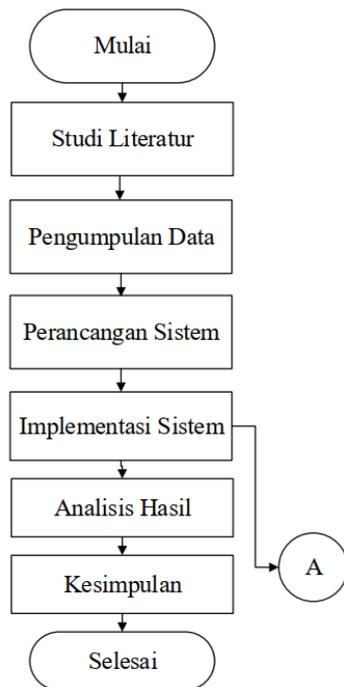
Aktivitas yang berkaitan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek, serta perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya disebut dengan pasar modal [1], [2]. Pendapatan yang diperoleh dari pemegang saham tergantung pada keadaan yang memengaruhi, seperti kondisi perusahaan, laju inflasi, tingkat suku bunga, kondisi ekonomi negara, dividen, penawaran dan permintaan, kebijaksanaan pemerintah, dan masih banyak faktor lainnya [3], [4].

Dalam melakukan analisis kinerja saham, terdapat dua pendekatan, yaitu dengan menggunakan analisis teknikal dan analisis fundamental. Analisis teknikal merupakan pendekatan berbasis perilaku harga saham di masa lampau, sedangkan analisis fundamental merupakan sebuah pendekatan dengan menggunakan data fundamental perusahaan yang menerbitkan saham, seperti inflasi, laporan keuangan ditambah tingkat suku bunga, dan faktor relevan lainnya [5], [6].

Perdagangan saham tentunya mempunyai beberapa risiko atau kerugian yang harus diusahakan agar menjadi sekecil mungkin, untuk mengurangi kesalahan investasi. Kesalahan investasi adalah kerugian yang terjadi karena investor tidak cermat dan tidak hati-hati dalam melakukan investasi tersebut. Untuk itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu para investor saham dalam menganalisis *trend* saham untuk menentukan keputusan investasi [7], [8].

Saat ini banyak dikembangkan analisis berdasarkan pendekatan analisis teknikal. Salah satu penelitian yang menggunakan pendekatan analisis teknikal membandingkan beberapa metode untuk meramalkan harga saham JKSE *composite index* [9]. Metode-metode yang dibandingkan di antaranya adalah metode *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), *Exponential Moving Average* (EMA), dan *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA), yang merupakan hasil penggabungan metode WMA dan EMA. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode WEMA memberikan nilai *error* paling kecil, sehingga dapat disimpulkan sebagai metode terbaik dibandingkan metode *moving average* lainnya yang ada pada penelitian tersebut. Penelitian selanjutnya melakukan penggabungan metode WMA dengan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES), menghasilkan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) [10]. Penelitian tersebut melakukan perbandingan metode dengan kesimpulan metode

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, INDONESIA 50275 (tlp: 024-746005; e-mail: <sup>1</sup>diniindriyaniputri@students.undip.ac.id, <sup>2</sup>agungprasetyo@gmail.com, <sup>3</sup>adian@ce.undip.ac.id)



Gbr. 1 Diagram alir penelitian.

B-WEMA memberikan nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) lebih kecil, sehingga dapat diartikan bahwa metode B-WEMA lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya.

Dari hasil penelitian tersebut, metode B-WEMA memiliki kelebihan, yaitu tingkat akurasi yang lebih baik karena menghasilkan nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil, sehingga dirasa mampu membantu masalah prediksi harga saham. Studi yang disajikan pada makalah ini bertujuan untuk menghasilkan program aplikasi prediksi harga saham secara otomatis untuk membantu investor saham dalam menentukan keputusan. Makalah ini menguji metode B-WEMA dengan optimasi Levenberg-Marquardt yang dibandingkan dengan hasil kenyataan yang terjadi, untuk mengetahui akurasi metode tersebut. Untuk itu, penggunaan metode prediksi B-WEMA diharapkan mampu memprediksi nilai *closing price* saham dengan lebih baik dan akurat.

## II. METODOLOGI

Pada tahap ini mulai dilakukan suatu perancangan terhadap sistem yang dikembangkan. Tahap ini menampilkan rancangan terperinci dari sistem yang akan diimplementasikan pada tahap berikutnya. Hasil perancangan tersebut nantinya diwujudkan dalam bentuk simulasi menggunakan bantuan *software* RStudio dan menggunakan pemrograman R. Gbr. 1 memperlihatkan diagram alir penelitian.

### A. Analisis Teknikal Saham

Analisis teknikal merupakan teknik analisis yang dipergunakan untuk meramalkan *trend* harga saham dengan mengamati data pasar di masa lalu, terutama pada pergerakan harga dan volume yang dikenal dalam dunia keuangan [11]. *Moving average* untuk  $t$  periode merupakan rata-rata dari nilai

$k$  data terbaru yang didapatkan. Nilai  $k$  ditentukan pada saat peramalan akan dimulai. Semakin besar nilai  $k$  dapat diartikan dengan semakin kecil bobot yang diberikan pada data terbaru. Sebaliknya, semakin kecil nilai  $k$ , semakin besar bobot yang diberikan pada data terbaru. Penentuan nilai  $k$  dilakukan dengan cara penentuan nilai  $k$  kecil yang digunakan pada saat terjadi fluktuasi mendadak pada suatu data, sedangkan nilai  $k$  besar digunakan pada fluktuasi data yang lebar dan jarang [12].

### B. Weighted Moving Average (WMA)

WMA adalah rata-rata bergerak yang mempunyai bobot. Metode tersebut memiliki teknik yang menyediakan bobot berbeda-beda dengan data yang sudah tersedia, sehingga data yang paling akhir merupakan data yang paling relevan untuk peramalan. Oleh karena itu, bobot yang diberikan lebih besar. Bobot ditentukan menjadi sedemikian rupa sehingga jumlah keseluruhan sama dengan satu. Untuk menghitung WMA, digunakan (1) [4], [13], [14].

$$WMA_{t+1} = \frac{kX_t + (k-1)X_{t-1} + \dots + X_{t-(n-1)}}{k + (k-1) + \dots + 1} \quad (1)$$

dengan  $k$  adalah jumlah periode atau rentang bilangan peramalan dan  $X_t$  adalah nilai data deret waktu pada titik  $t$ .

### C. Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)

Metode B-DES juga biasa dikenal dengan nama metode *Brown's Linear Exponential Smoothing*. Metode B-DES membutuhkan nilai parameter alfa yang nilainya sangat berpengaruh terhadap hasil dari sebuah peramalan [4], [10], [15]. Persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Persamaan statistik *smoothing* tunggal (*single*):

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}. \quad (2)$$

Persamaan statistik *smoothing* ganda (*double*):

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}. \quad (3)$$

Selanjutnya, peramalan untuk  $X_{t+m}$ , untuk  $m > 1$ ,

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m \quad (4)$$

dengan  $\alpha_t$  adalah nilai pemulusan eksponensial tunggal dan ganda pada saat  $t$ , dan  $b_t$  adalah nilai pemulusan *trend* pada saat  $t$ .

$$\alpha_t = \alpha_t + S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (5)$$

$$b = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t). \quad (6)$$

### D. Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)

B-WEMA dapat dikatakan serupa dengan metode WEMA. B-WEMA merupakan penggabungan antara metode WMA dengan metode B-DES, sedangkan WEMA merupakan gabungan antara metode WMA dan EMA [4], [13], [15].

Semakin besar pembobotan yang ditetapkan untuk data terbaru, periode yang diberikan akan semakin panjang. Jumlah peluang pembobotannya adalah sama dengan satu. Berikut merupakan prosedur dalam perhitungan B-WEMA.

1. Menghitung nilai dasar ( $B_t$ ) dengan persamaan WMA pada (1) untuk data dan periode pada waktu tertentu.
2. Dengan menggunakan nilai dasar yang dihasilkan, selanjutnya nilai prediksi dihitung menggunakan (2) sampai dengan (6), dengan

$$S'_{t-1} - S''_{t-1} = B_t \quad (7)$$

*E. Algoritme Levenberg-Marquardt (LM)*

Algoritme Levenberg-Marquardt (LM) merupakan metode optimasi yang digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah kuadrat terkecil berdasarkan metode Gauss-Newton. Metode Gauss-Newton cukup akurat untuk mendapatkan nilai terbaik. Algoritme LM ini dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter alfa awal sembarang yang akan dioptimasi, yang kemudian dioptimasi dan menghasilkan nilai alfa yang tepat untuk meramal dan menghasilkan nilai peramalan yang jauh lebih baik, atau dengan kata lain akan mengurangi nilai *error* MSE dan MAPE. Nilai alfa sendiri berperan sebagai nilai parameter pemulusan dan akan berhenti ketika kondisi nilainya sudah terpenuhi, yaitu pada saat nilai alfa untuk optimasi maksimum telah tercapai, atau dalam kata lain nilai alfa sudah cukup baik untuk mengoptimasi B-WEMA untuk memprediksi nilai *closing price* saham. Arah turun dapat dihitung menggunakan algoritme LM dengan menentukan parameter *damping* yang dapat memengaruhi arah serta besar langkah. Secara garis besar, untuk meminimalkan *residual* kuadrat terboboti, yang nilai *residual* tersebut diperoleh dengan memperkecil fungsi *chi-square*, dapat digunakan algoritme LM [13].

*F. Ukuran Kesalahan*

Untuk mengetahui akurasi suatu sistem peramalan yang dibuat, perlu dilakukan perhitungan matematis untuk mengukur tingkat kesalahan peramalan. Terdapat banyak perhitungan yang dapat digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan. Salah satu ukuran standar yang digunakan dalam menentukan akurasi peramalan adalah MSE dan MAPE. MSE dapat dirumuskan sebagai (8).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (8)$$

dengan  $n$  adalah banyaknya data nilai kesalahan,  $x_i$  adalah nilai data aktual, dan  $\hat{x}_i$  adalah nilai peramalan atau prediksi.

Dapat dibuktikan secara matematis bahwa *estimator* yang meminimalkan MSE pada himpunan data acak (*random*) adalah rata-rata (*mean*), seperti pada (9). MSE mempunyai dua kelemahan. Pertama, MSE mengabaikan prosedur pada metode peramalan yang mempunyai arti bahwa setiap peramalan memiliki prosedur yang berbeda. Maka, hanya dengan menggunakan MSE saja tidak mampu menjadi acuan dalam melihat tingkat akurasi suatu sistem peramalan tersebut. Kedua, ukuran ini menunjukkan kecocokan suatu model data historis [16], [17].

Oleh karena itu, kelemahan yang ada pada MSE dapat digabungkan dengan pengukuran kesalahan lainnya. Salah satunya adalah dengan menggunakan MAPE atau ukuran *error*

relatif terhadap data aktualnya. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai (10).

$$\begin{aligned} \text{Minimum MSE} &= \frac{d}{da} \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 = 0 \\ &= -2 \sum_{i=1}^n (x_i - a) = 0 \\ &= \sum x_i - \sum a = 0 \\ &= \sum x_i = \sum a \\ &= a = \frac{\sum x_i}{n} \\ &= a = \bar{x} \end{aligned} \quad (9)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \hat{x}_i|}{x_i} \times 100\% \quad (10)$$

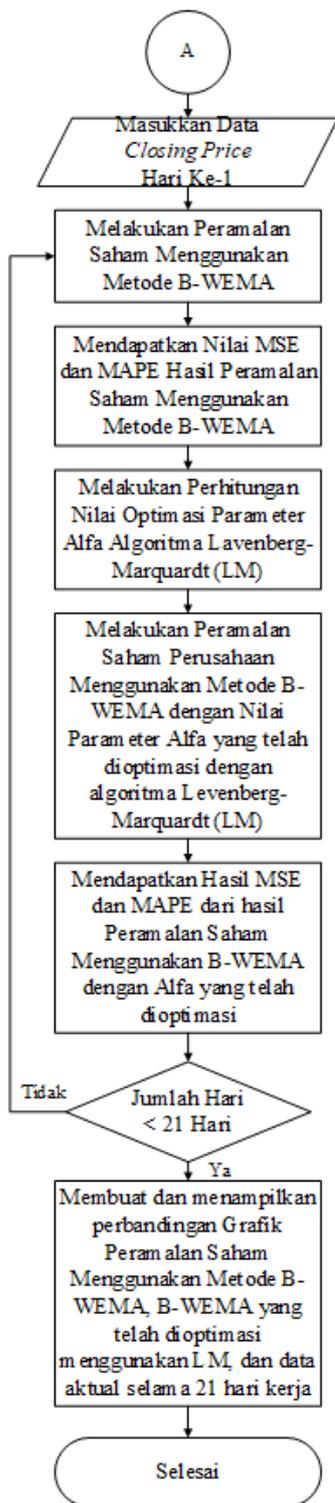
MAPE dapat dihitung menggunakan kesalahan absolut di setiap periode dan kemudian dibagi dengan nilai-nilai yang diamati yang terbukti untuk periode tersebut. Pendekatan ini dapat digunakan ketika ukuran variabel prediksi signifikan dalam mengevaluasi akurasi prediksi. MAPE menunjukkan banyaknya kesalahan dalam memprediksi dibandingkan dengan nilai sebenarnya [18].

Dalam memilih metode peramalan yang tepat, yaitu dengan melihat nilai MSE dan MAPE, semakin kecil nilai MSE dan MAPE dalam suatu sistem peramalan, dapat dikatakan bahwa sistem yang telah dibuat mempunyai nilai akurasi yang baik. Hasil peramalan yang mendekati data aktual dapat dilihat berdasarkan nilai kesalahan seminimal mungkin [17].

III. PERANCANGAN SISTEM

Pada tahap implementasi, metode disimulasikan menggunakan program R. Pada tahap ini, dimulai pembuatan sistem peramalan *closing price* saham menggunakan metode B-WEMA dengan optimasi LM untuk mendapatkan hasil peramalan *closing price* saham yang lebih akurat. Semakin kecil nilai MSE dan nilai persentase MAPE pada tiap pengujian, semakin besar tingkat kesuksesan dan keuntungannya. Diagram alir usulan metode dijelaskan sebagai berikut.

1. Memasukkan data *closing price* saham dengan jumlah data sebanyak 258 hari kerja yang digunakan untuk peramalan menggunakan metode B-WEMA dengan cara melakukan inisialisasi pada  $S'_0 = WMA$ , dengan  $k = 5$  dan disebut sebagai B-WEMA.
2. Melakukan peramalan saham menggunakan metode B-WEMA, dengan melakukan perhitungan perulangan menggunakan rumus B-WEMA pada (6) dan dilanjutkan melihat kesalahan fungsi B-DES.
3. Mendapatkan hasil nilai MSE dan MAPE pada peramalan metode B-WEMA berdasarkan (7) dan (9).
4. Melakukan pencarian nilai optimasi alfa menggunakan algoritme LM dengan bantuan *library* (*minpack.lm*) dengan memasukkan nilai parameter 0,1.



Gbr. 2 Diagram alir *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) dengan optimasi Levenberg-Marquardt. (LM).

5. Melakukan peramalan menggunakan metode B-WEMA dengan memasukkan nilai parameter alfa hasil optimasi yang dihasilkan setelah dilakukan optimasi dengan algoritme LM.
6. Mencari nilai peramalan saham hari ke- $N$  ( $N = 259$  sampai 279 hari kerja), dengan menggunakan nilai alfa 0,1 untuk

TABEL I  
PERBANDINGAN NILAI ALFA PADA METODE DAN B-WEMA DENGAN OPTIMASI MENGGUNAKAN LEVENBERG-MARQUARDT

Perusahaan	Alfa	
	B-WEMA	B-WEMA Optimasi LM
PT Perusahaan Gas Negara Tbk (PGAS.JK)	0,1	0,46
PT Bumi Resources Tbk (BUMI.JK)	0,1	0,38
PT Adaro Energy Tbk (ADRO.JK)	0,1	0,51
PT Aneka Tambang Tbk (ANTM.JK)	0,1	0,48

mendapatkan nilai peramalan saham menggunakan metode B-WEMA dan dengan memasukkan nilai alfa optimum yang didapatkan pada langkah nomor 4 untuk mendapatkan hasil peramalan B-WEMA yang telah dioptimasi menggunakan LM.

7. Mendapatkan nilai MSE dan MAPE setelah dilakukan peramalan dengan menggunakan metode B-WEMA dengan parameter alfa hasil optimasi.
8. Membuat dan menampilkan grafik perbandingan antara grafik peramalan saham menggunakan B-WEMA, BWEMA dengan optimasi LM, dan dengan data aktual yang didapat dari *finance.yahoo.co.id* selama 21 hari kerja.

Diagram alir B-WEMA dengan optimasi LM diperlihatkan pada Gbr. 2.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses awal peramalan saham menggunakan metode B-WEMA maupun B-WEMA dengan optimasi LM diawali dengan mencari nilai alfa terbaik agar nilai peramalan yang didapatkan mencapai titik maksimal. Nilai alfa terbaik sendiri didapatkan dengan melakukan *trial and error* agar diperoleh nilai kesalahan terendah. Awalnya, nilai alfa yang digunakan adalah 0,1. Setelah itu, dicari nilai alfa terbaik menggunakan optimasi dari algoritme LM. Tabel I menyajikan nilai alfa terbaik yang didapatkan setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritme LM.

Tabel I menjelaskan nilai alfa terbaik yang didapatkan setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritme LM untuk peramalan saham pada empat perusahaan yang tergabung dalam LQ-45. Seperti yang dibahas sebelumnya, syarat untuk melakukan optimasi LM adalah jarak nilai antara 0 sampai 1 dengan *package library* (*minpack.lm*) pada program R. Optimasi parameter algoritme LM pada B-WEMA dengan optimasi LM di PGAS.JK menghasilkan nilai parameter alfa optimum sebesar 0,46. Hasil ini didapatkan setelah dilakukan optimasi parameter acak sebesar 0,1. Untuk B-WEMA dengan optimasi LM di BUMI.JK diperoleh nilai parameter alfa optimum sebesar 0,38. Hasil ini didapatkan setelah dilakukan optimasi parameter acak sebesar 0,1. Berbeda lagi dengan B-WEMA dengan optimasi LM di ADARO.JK, yang memperoleh nilai parameter alfa optimum sebesar 0,51. Hasil ini didapatkan setelah dilakukan optimasi parameter acak

TABEL II  
PREDIKSI B-WEMA DAN SELISIH NILAI SAHAM PGAS.JK

Data Aktual	B-WEMA	B-WEMA Optimasi LM	Selisih B-WEMA	Selisih B-WEMA Optimasi LM
2.140	2.195,01	2.195,83	2,51%	2,61%
2.160	2.195,01	2.197,35	1,60%	1,73%
2.150	2.200,74	2.198,87	2,31%	2,27%
2.100	2.206,48	2.200,40	4,83%	4,78%
2.100	2.212,22	2.201,92	5,07%	4,85%
2.100	2.217,96	2.203,44	5,32%	4,93%
2.080	2.223,70	2.204,96	6,46%	6,01%
2.090	2.229,43	2.206,48	6,25%	5,57%
2.090	2.235,17	2.208,01	6,50%	5,65%
2.040	2.240,91	2.209,53	8,97%	8,31%
2.030	2.246,65	2.211,05	9,64%	8,92%
2.020	2.252,38	2.212,57	10,32%	9,53%
1.965	2.258,12	2.214,09	12,98%	12,68%
1.955	2.263,86	2.215,62	13,64%	13,33%
1.910	2.269,60	2.217,14	15,84%	16,08%
1.915	2.275,34	2.218,66	15,84%	15,86%
1.880	2.281,07	2.220,18	17,58%	18,10%
1.815	2.286,81	2.221,70	20,63%	22,41%
1.810	2.292,55	2.223,23	21,05%	22,83%
1.795	2.298,29	2.224,75	21,90%	23,94%
1.800	2.304,03	2.226,27	21,88%	23,68%
Rata-Rata			11,01%	11,15%

sebesar 0,1. Sementara itu, B-WEMA dengan optimasi LM di ANT.M.JK menghasilkan nilai parameter alfa optimum sebesar 0,48. Hasil ini juga didapatkan setelah dilakukan optimasi parameter acak sebesar 0,1. Setelah mendapatkan nilai parameter alfa yang terbaik, nilai alfa tersebut digunakan untuk prediksi *closing price* saham pada empat perusahaan yang tergabung dalam LQ-45 seperti yang sudah dibahas sebelumnya.

**G. Hasil Peramalan PT Perusahaan Gas Negara Tbk (PGAS.JK)**

Tabel II menunjukkan hasil prediksi dan selisih nilai saham PGAS.JK dari tanggal 2 Januari 2020 hingga 30 Januari 2020, atau sebanyak 21 hari kerja, dengan selisih yang didapat dengan nilai rata-rata prediksi B-WEMA sebesar 11,00%, lebih mendekati data riil dibandingkan selisih dengan prediksi B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM dengan nilai yang didapat sebesar 11,14%. Nilai selisih minimum dari B-WEMA adalah 1,59% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 21,89%, sedangkan B-WEMA yang dioptimasi LM nilai selisih minimumnya 1,72% dengan nilai selisih maksimumnya sebesar 23,94%. Namun, nilai selisih yang didapat tidak jauh berbeda. Dilihat pada setiap harinya, prediksi menggunakan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memiliki selisih yang lebih sedikit daripada prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Namun, pada minggu terakhir selisih prediksi B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM dengan data yang sebenarnya menunjukkan hasil yang makin tinggi, yang disebabkan data aktual yang kian menurun. Hal tersebut bisa

TABEL III  
PREDIKSI B-WEMA DAN SELISIH NILAI SAHAM BUMIJK

Data Aktual	B-WEMA	B-WEMA Optimasi LM	Selisih B-WEMA	Selisih B-WEMA Optimasi LM
66	64,84	65,86	0,21%	0,21%
73	64,50	65,65	11,38%	10,06%
69	64,17	65,45	5,53%	5,14%
69	63,84	65,24	5,88%	5,44%
68	63,50	65,03	4,66%	4,35%
68	63,17	64,83	5,01%	4,66%
71	62,84	64,62	10,14%	8,98%
72	62,50	64,42	12,12%	10,53%
71	62,17	64,21	10,91%	9,56%
67	61,84	64,01	4,83%	4,46%
68	61,51	63,80	6,82%	6,17%
66	61,17	63,59	3,93%	3,64%
65	60,84	63,39	2,64%	2,47%
65	60,51	63,18	3,00%	2,79%
63	60,17	62,98	0,03%	0,03%
61	59,84	62,77	2,97%	2,83%
56	59,51	62,57	11,04%	10,50%
51	59,17	62,36	19,20%	18,22%
56	58,84	62,15	10,47%	11,00%
57	58,51	61,95	8,47%	8,00%
54	58,18	61,74	13,32%	12,55%
Rata-Rata			7,27%	6,74%

disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi, misalnya kondisi perusahaan, kondisi ekonomi negara, dan kondisi politik.

**H. Hasil Peramalan PT Bumi Resources Tbk (Bumi.JK)**

Tabel III menunjukkan hasil prediksi dan selisih nilai saham BUMI.JK dari tanggal 2 Januari 2020 hingga 30 Januari 2020 atau sebanyak 21 hari kerja. Selisih yang didapat dengan nilai rata-rata prediksi B-WEMA adalah sebesar 7,26%, sedangkan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM mendapatkan nilai sebesar 6,74%, yang lebih mendekati data riil dibandingkan selisih dengan prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Nilai selisih minimum dari B-WEMA adalah 0,03% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 19,20%, sedangkan nilai selisih minimum B-WEMA yang dioptimasi LM sebesar 0,02% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 18,22%. Namun, nilai selisih yang didapat tidak jauh berbeda. Jika dilihat pada setiap harinya, prediksi menggunakan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memiliki selisih yang lebih sedikit daripada prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Dilihat dari hasil nilai selisih tersebut, dapat dikatakan bahwa B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih baik daripada B-WEMA yang tidak dioptimasi, yaitu B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih mendekati data aktual walaupun pada minggu terakhir nilai data aktual menurun. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi, misalnya kondisi perusahaan, kondisi ekonomi negara, dan kondisi politik.

TABEL IV  
PREDIKSI B-WEMA DAN SELISIH NILAI SAHAM ADRO.JK

Data Aktual	BWEMA	BWEMA Optimasi LM	Selisih B-WEMA	Selisih B-WEMA Optimasi LM
1.495	1.606,67	1.553,77	6,95%	3,78%
1.465	1.615,70	1.546,82	9,33%	5,29%
1.465	1.624,74	1.539,86	9,83%	4,86%
1.540	1.633,77	1.532,91	5,74%	0,46%
1.505	1.642,80	1.525,96	8,39%	1,37%
1.495	1.651,84	1.519,01	9,50%	1,58%
1.550	1.660,87	1.512,06	6,68%	2,45%
1.565	1.669,90	1.505,11	6,28%	3,98%
1.560	1.678,93	1.498,16	7,08%	3,96%
1.475	1.687,97	1.491,21	12,62%	1,09%
1.470	1.697,00	1.484,26	13,38%	0,96%
1.480	1.706,03	1.477,31	13,25%	0,18%
1.435	1.715,07	1.470,35	16,33%	2,41%
1.415	1.724,10	1.463,40	17,93%	3,31%
1.365	1.733,13	1.456,45	21,24%	6,28%
1.380	1.742,16	1.449,50	20,79%	4,80%
1.380	1.751,20	1.442,55	21,20%	4,34%
1.295	1.760,23	1.435,60	26,43%	9,79%
1.325	1.769,26	1.428,65	25,11%	7,26%
1.305	1.778,30	1.421,70	26,62%	8,21%
1.295	1.787,33	1.414,75	27,55%	8,46%
Rata-Rata			14,87%	4,04%

#### I. Hasil Peramalan PT Adaro Energy Tbk (ADRO.JK)

Tabel IV menunjukkan hasil prediksi dan selisih nilai saham ADRO.JK dari tanggal 2 Januari 2020 hingga 30 Januari 2020 atau sebanyak 21 hari kerja. Selisih yang didapat dengan nilai rata-rata prediksi B-WEMA adalah sebesar 14,86%, sedangkan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memperoleh nilai sebesar 4,039%, yang lebih mendekati data riil dibandingkan selisih dengan prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Nilai selisih minimum dari B-WEMA adalah sebesar 5,74% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 27,54%. nilai selisih minimum B-WEMA yang dioptimasi LM sebesar 0,18% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 9,79%. Nilai selisih yang didapat ini jauh berbeda dan dilihat pada setiap harinya, prediksi menggunakan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memiliki selisih yang lebih jauh daripada prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Dilihat dari hasil nilai selisih tersebut, dapat dikatakan bahwa B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih baik daripada B-WEMA yang tidak dioptimasi. B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih mendekati data aktual.

#### J. Hasil Peramalan PT Aneka Tambang Tbk (ANTM.JK)

Tabel V menunjukkan hasil prediksi dan selisih nilai saham untuk ANTM.JK dari tanggal 2 Januari 2020 hingga 30 Januari 2020, atau dengan kata lain sebanyak 21 hari kerja. Selisih yang didapat dengan nilai rata-rata prediksi B-WEMA adalah sebesar 5,36%, lebih mendekati data riil dibandingkan selisih dengan prediksi B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM, dengan nilai yang didapat sebesar 5,6%.

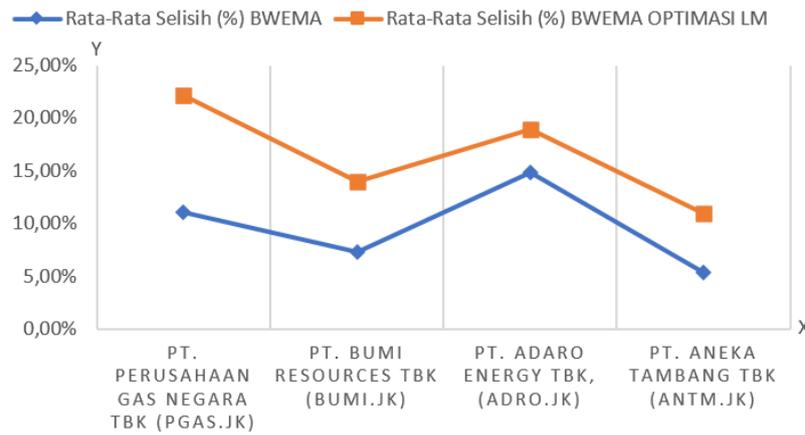
TABEL V  
PREDIKSI B-WEMA DAN SELISIH NILAI SAHAM ANTM.JK

Data Aktual	B-WEMA	B-WEMA Optimasi LM	Selisih B-WEMA	Selisih B-WEMA Optimasi LM
840	831,65	839,93	0,99%	0,01%
850	831,73	841,16	2,15%	1,04%
885	831,81	842,40	6,01%	4,81%
875	831,89	843,63	4,93%	3,58%
905	831,97	844,87	8,07%	6,64%
880	832,05	843,63	5,45%	4,13%
885	832,12	844,95	5,97%	4,53%
870	832,20	845,61	4,34%	2,80%
850	832,28	846,27	2,08%	0,44%
835	832,36	846,93	0,32%	1,41%
845	832,44	847,59	1,49%	0,31%
840	832,52	848,25	0,89%	0,97%
795	832,60	848,91	4,52%	6,35%
795	832,67	849,57	4,53%	6,42%
770	832,75	850,23	7,54%	9,44%
780	832,83	850,89	6,34%	8,33%
785	832,91	851,55	5,75%	7,82%
750	832,99	852,21	9,96%	11,99%
750	833,07	852,87	9,97%	12,06%
750	833,15	853,53	9,98%	12,13%
740	833,22	854,19	11,19%	13,37%
Rata-Rata			5,36%	5,65%

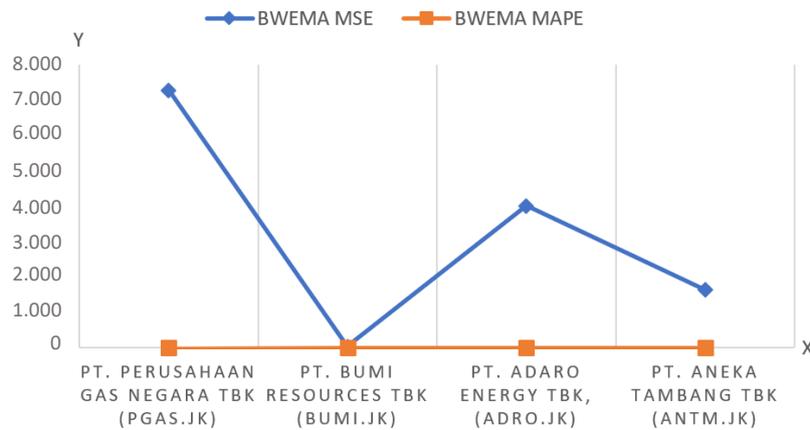
Nilai selisih minimum dari B-WEMA adalah sebesar 0,32% dan nilai selisih maksimumnya sebesar 11,19%, sedangkan nilai selisih minimum B-WEMA yang dioptimasi LM adalah 0,01% dan nilai selisih maksimum sebesar 13,37%. Nilai selisih yang didapat ini tidak jauh berbeda. Dilihat pada setiap harinya, prediksi menggunakan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memiliki selisih yang lebih sedikit daripada prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Namun, pada minggu terakhir, selisih prediksi B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM dengan data yang sebenarnya menunjukkan hasil yang makin tinggi. Hal ini disebabkan oleh data aktual yang kian menurun, yang bisa disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi, misalnya kondisi perusahaan, kondisi ekonomi negara, dan kondisi politik.

#### K. Perbandingan dan Analisis Hasil Efektivitas Sistem

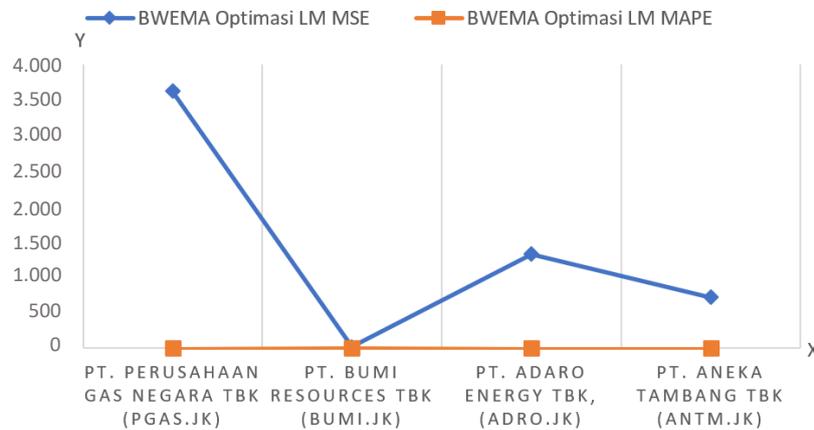
Gbr. 3 menunjukkan perbandingan hasil prediksi dan selisih nilai saham PGAS.JK, BUMI.JK, ADRO.JK, dan ANTM.JK dari tanggal 2 Januari 2020 hingga 30 Januari 2020 atau sebanyak 21 hari kerja. Jika dilihat pada setiap harinya, prediksi menggunakan B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM memiliki selisih yang lebih sedikit daripada prediksi B-WEMA tanpa optimasi. Dilihat dari hasil nilai selisih tersebut, dapat dikatakan bahwa B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih baik daripada B-WEMA yang tidak dioptimasi. B-WEMA yang sudah dioptimasi menggunakan LM lebih mendekati data aktual walaupun pada minggu terakhir nilai data aktual kian menurun. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi, seperti



Gbr. 3 Perbandingan hasil prediksi dan selisih B-WEMA dan B-WEMA yang dioptimasi dengan LM pada PGAS.JK, BUMI.JK, ADRO.JK, dan ANTM.JK.



Gbr. 4 Perbandingan nilai MSE dan MAPE hasil peramalan menggunakan B-WEMA.



Gbr. 5 Perbandingan nilai MSE dan MAPE hasil peramalan menggunakan B-WEMA dengan optimasi Levenberg-Marquardt.

kondisi perusahaan, kondisi ekonomi negara, dan kondisi politik.

Gbr. 3 menunjukkan perbandingan hasil MSE dan MAPE dari metode B-WEMA dan B-WEMA yang dioptimasi dengan LM. Berdasarkan nilai *error* terkecil dari MSE dan MAPE pada masing-masing metode, dapat diketahui hasil terbaik. Pada metode B-WEMA yang dioptimasi dengan LM, perusahaan PGAS.JK memperoleh nilai MSE 3.619,98 dan nilai MAPE

1,99%, perusahaan BUMI.JK memperoleh nilai MSE 15,51 dan nilai MAPE 2,35%, perusahaan ADRO.JK memperoleh nilai MSE 1.328,61 dan nilai MAPE 2,071%, serta perusahaan ANTM.JK memperoleh nilai MSE 719,56 dan nilai MAPE 2,15%. Sementara itu, pada metode B-WEMA, perusahaan PGAS.JK memperoleh nilai MSE 7.271,63 dan nilai MAPE 3,028%, perusahaan BUMI.JK memperoleh nilai MSE 38,006 dan nilai MAPE 3,80%, perusahaan ADRO.JK memperoleh

nilai MSE 4.008,52 dan nilai MAPE 2,071%, serta perusahaan ANTM.JK memperoleh nilai MSE 1.635,76 dan nilai MAPE 3,67%.

Dapat dilihat bahwa nilai MSE pada metode B-WEMA mendapatkan nilai lebih besar dibandingkan MSE pada metode B-WEMA dengan optimasi LM. Maka, dari hasil tersebut dapat diartikan bahwa peramalan menggunakan metode B-WEMA optimasi LM merupakan metode terbaik jika dibandingkan dengan metode B-WEMA tanpa dioptimasi.

Pada Gbr. 4 diperlihatkan hasil MAPE peramalan menggunakan metode B-WEMA dan pada Gbr. 5 ditunjukkan hasil MAPE peramalan menggunakan metode B-WEMA dengan optimasi LM. Metode B-WEMA tanpa optimasi mendapatkan nilai MAPE lebih besar dibandingkan nilai MAPE dengan metode BWEMA optimasi LM. Maka, peramalan dengan menggunakan B-WEMA dengan optimasi LM jauh lebih baik dibandingkan peramalan *closing price* saham menggunakan metode B-WEMA tanpa optimasi.

## V. KESIMPULAN

B-WEMA menggunakan optimasi LM sudah cukup baik untuk memprediksi *closing price* saham karena persentase *error*-nya mendekati 0%. Selisih yang didapatkan dari nilai rata-rata prediksi B-WEMA yang dibandingkan dengan data aktual untuk perusahaan PGAS.JK adalah sebesar 11,00%, perusahaan BUMI.JK sebesar 7,26%, perusahaan ADRO.JK sebesar 14,86%, dan perusahaan ANTM.JK sebesar 5,35%. Selisih yang didapatkan dengan nilai rata-rata prediksi B-WEMA yang dioptimasi dengan algoritme LM yang dibandingkan dengan data aktual untuk perusahaan PGAS.JK adalah sebesar 11,14%, perusahaan BUMI.JK sebesar 6,74%, perusahaan ADRO.JK sebesar 4,03%, dan perusahaan ANTM.JK sebesar 5,64%. Dapat disimpulkan bahwa hasil yang paling mendekati data aktual adalah B-WEMA yang dioptimasi dengan LM, walaupun pada perusahaan PGAS.JK dan ANTM.JK, metode B-WEMA tanpa optimasi lebih baik. Data yang sebenarnya menunjukkan hasil yang semakin tinggi, yang disebabkan oleh data aktual yang makin menurun. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi, seperti kondisi perusahaan, kondisi ekonomi negara, dan kondisi politik serta faktor lainnya.

Perbandingan nilai *error* pada MSE dan MAPE metode B-WEMA dengan optimasi LM menghasilkan nilai MSE dan MAPE pada perusahaan PGAS.JK yaitu nilai MSE 3.619,98 dan nilai MAPE 1,99%, perusahaan BUMI.JK mendapat nilai MSE 15,51 dan nilai MAPE 2,35%, perusahaan ADRO.JK mendapat nilai MSE 1328,61 dan nilai MAPE 2,07%, dan perusahaan ANTM.JK mendapat nilai MSE 719,56 dan nilai MAPE 2,15%. Oleh karena itu, metode ini lebih baik daripada metode B-WEMA tanpa optimasi yang menghasilkan nilai pada perusahaan PGAS.JK yaitu nilai MSE 7.271,63 dan nilai MAPE 3,02%, perusahaan BUMI.JK mendapat nilai MSE 38,00 dan nilai MAPE 3,80%, perusahaan ADRO.JK mendapat nilai MSE 4.008,52 dan nilai MAPE 2,071%, serta perusahaan ANTM.JK mendapat nilai MSE 1.635,76 dan nilai MAPE 3,67%. Maka, dapat disimpulkan bahwa metode B-WEMA dengan optimasi LM lebih baik dalam memprediksi nilai

*closing price* saham karena nilai MSE dan MAPE-nya jauh lebih kecil dibandingkan metode B-WEMA tanpa optimasi.

## REFERENSI

- [1] M. Maheen, "Impact of Foreign Exchange Rate on Stock Prices," *IOSR J. Bus. Manag.*, Vol. 7, No. 3, hal. 45–51, 2013.
- [2] M.L.S.A. Sulistiyono, A.B. Prasetyo, dan M. Somantri, "Pendeteksi Sinyal Jual/Beli Saham dengan Fuzzy Rule-Based Evidential Reasoning dan C-means Clustering," *JNTEI*, Vol. 7, No. 3, 2018.
- [3] J.J. Vaz, M. Ariff, dan R.D. Brooks, "The Effect of Interest Rate Changes on Bank Stock Returns," *Invest. Manag. Financ. Innov.*, Vol. 5, No. 4, hal. 221–236, 2008.
- [4] N.H. Abdullah dan L. Handayani, "Peramalan Rate of Return Saham Menggunakan Metode Brown's Weighted Exponential Moving Average dengan Optimasi Levenberg-Marquardt: Forecasting the Stock Rate of Return Using the Brown's Weighted Exponential Moving Average Method with Optimization of Leven," *Nat. Sci. J. Sci. Technol.*, Vol. 8, No. 3, hal. 171–176, 2019.
- [5] T. Samsuar, "Pengaruh Faktor Fundamental dan Teknikal Terhadap Harga Saham Industri Perhotelan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia," *MASHRAFIYAH, J. Ekon. Keuang. dan Perbank. Syariah*, Vol. 1, No. 1, hal. 116–131, 2017.
- [6] V. Panggabean, E. Nababan, dan F. Bu, "Analisis Fundamental dan Analisis Teknikal pada Investasi Trading Emas Online dengan Value at Risk," *Saintia Mat.*, Vol. 1, No. 4, hal. 369–382, 2013.
- [7] I.P. Windasari, A.B. Prasetyo, dan R.P. Pangabean, "Indonesia Stock Exchange Securities Buy/Sell Signal Detection Using Bollinger Bands and Williams Percent Range," *2018 Int. Semin. Res. Inf. Technol. Intell. Syst. ISRITI*, 2018, hal. 633–636.
- [8] E.M. Ekanayake, R. Rance, dan M. Halkides, "Effects of Federal Funds Target Rate Changes on Stock Prices," *Int. J. Bus. Financ. Res.*, Vol. 2, No. 1, hal. 13–29, 2008.
- [9] S. Hansun, "A New Approach of Moving Average Method in Time Series Analysis," *2013 Int. Conf. New Media Stud. CoNMedia*, 2013, hal. 1-4.
- [10] S. Hansun, "A New Approach of Brown's Double Exponential Smoothing Method in Time Series Analysis," *Balk. J. Electr. Comput. Eng.*, Vol. 4, No. 2, hal. 75-78, 2016.
- [11] C.D. Kirkpatrick II dan J.R. Dahlquist, *Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market Technicians*, 2<sup>nd</sup> ed., New Jersey, USA: FT Press, 2011.
- [12] S. Hansun dan M.B. Kristanda, "Performance Analysis of Conventional Moving Average Methods in Forex Forecasting," *Proceeding 2017 Int. Conf. Smart Cities, Autom. Intell. Comput. Syst. ICON-SONICS*, 2017, hal. 11–17.
- [13] P. Auliana, R. Mukhlashin, dan J. Nugraha, "Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) with Levenberg-Marquardt Optimization to Forecasting Rate of Return," *TOJDAC, Spec. Ed.*, hal. 1744–1749, Sep. 2018.
- [14] S. Hansun dan Subanar, "Brown's Weighted Exponential Moving Average Implementation in Forex Forecasting," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, Vol. 15, No. 3, hal. 1425–1432, 2017.
- [15] S. Hansun, "WEMA versus B-WEMA Methods in Forex Forecasting," *ICMLC 2017: Proc. of the 9th Int. Conf. on Machine Learning and Computing*, 2017, hal. 268–271.
- [16] J.M. Kihoro dan E.L. Okango, "Stock Market Price Prediction Using Artificial Neural Network: An Application to The Kenyan Equity Bank Share Prices," *Jomo Kenyatta Univ. Agric. Technol.*, Vol. 16, No. 1, hal. 160-171, 2014.
- [17] Ö. İcan dan T. B. Çelik, "Stock Market Prediction Performance of Neural Networks: A Literature Review," *Int. J. Econ. Financ.*, Vol. 9, No. 11, hal. 100-108, 2017.
- [18] U. Khair, H. Fahmi, S. Al Hakim, dan R. Rahim, "Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error," *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 930, No. 1, hal. 1-6, 2017.