

***BROWN'S WEIGHTED EXPONENTIAL MOVING AVERAGE
(B-WEMA) DENGAN OPTIMASI LEVENBERG-MARQUARDT
DALAM PREDIKSI RATE OF RETURN SAHAM***

TUGAS AKHIR



Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

14 611 226

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

***BROWN'S WEIGHTED EXPONENTIAL MOVING AVERAGE
(B-WEMA) DENGAN OPTIMASI LEVENBERG-MARQUARDT
DALAM PREDIKSI RATE OF RETURN SAHAM***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

14 611 226

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : *Brown's Weighted Moving Average (B-WEMA) dengan Optimasi Levenberg-Marquardt dalam Prediksi Rate of Return Saham*

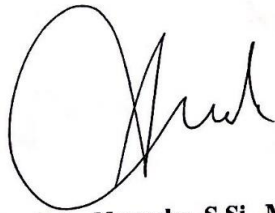
Nama Mahasiswa : Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

Nomor Mahasiswa: 14 611 226

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN

Yogyakarta, 14 Agustus 2018

Pembimbing



(Dr. Jaka Nugraha, S.Si., M.Si.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**BROWN'S WEIGHTED EXPONENTIAL MOVING AVERAGE (B-WEMA)
DENGAN OPTIMASI LEVENBERG-MARQUARDT DALAM PREDIKSI
RATE OF RETURN SAHAM**

Nama Mahasiswa : Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

Nomor Mahasiswa : 14 611 226

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL 24 AGUSTUS 2018

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Ir. Ali Parkhan, M.T.
2. Arum Handini Primandari, S.Pd.Si., M.Sc.
3. Dr. Jaka Nugraha, S.Si., M.Si.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya selama melaksanakan Tugas Akhir sehingga dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Tugas Akhir yang berjudul "*Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) dengan Optimasi Levenberg-Marquardt dalam Prediksi Rate of Return Saham*" ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Statistika di Universitas Islam Indonesia. Selama menulis Tugas Akhir, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta beserta jajarannya.
2. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Statistika beserta seluruh jajarannya.
3. Bapak Dr. Jaka Nugraha, S.Si., M.Si., yang sangat berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dan selalu memberi bimbingan selama penulisan Tugas Akhir ini.
4. Dosen-dosen Statistika Universitas Islam Indonesia yang telah mendidik dan memberi ilmunya kepada penulis serta selalu menginspirasi.
5. Kedua orang tua, Bapak Mayono dan Ibu Dr. Sri Watini. M.Pd., yang selalu memberikan semangat dan dukungan doa disetiap langkah penulis.
6. Farid Fathoni, terimakasih karena selalu memberi saran, dukungan, dan semangat yang tak ada hentinya agar Tugas Akhir ini berjalan sampai selesai.
7. Teman-teman dekat yang selalu memberikan semangat selama penulisan Tugas Akhir ini, Ica, Indah, Adis, Ajeng, Lala, dan Mia.
8. Sahabat sekaligus keluarga yang selalu memberikan motivasi selama penulisan Tugas Akhir ini, Ryan, Denaya, Ratri, Vira, dan Wendy.

9. Teman-teman seperjuangan satu angkatan 2014, yang telah berbagi cerita dan selalu memberikan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman KKN unit 122, Neli, Dita, Dewi, Metik, Ian, Rico, Anjar, dan Hafiz yang telah berbagi suka dan duka di Desa Wadas, Purworejo.
11. Seluruh pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun selalu penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, aamiin aamiin ya rabbal'alamiin.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2018

Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PERNYATAAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Pasar Modal.....	12
3.2 Saham.....	12
3.3 <i>Return</i> (Imbas Hasil).....	15
3.4 Peramalan	16
3.5 Analisis Runtun Waktu	17
3.6 <i>Single Moving Average</i> (SMA).....	19
3.7 <i>Weighted Moving Average</i> (WMA)	20
3.8 <i>Exponential Moving Average</i> (EMA)	20
3.9 <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA).....	21
3.10 <i>Single Exponential Smoothing</i> (SES).....	22
3.11 <i>Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES).....	23
3.12 <i>Brown's Weighted Exponential Smoothing</i> (B-WEMA)	24
3.13 Ukuran Kesalahan	25

3.14	<i>Levenberg-Marquardt (LM)</i>	27
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	30
4.1	Studi Kasus.....	30
4.2	Metodologi Penelitian	31
BAB V	PEMBAHASAN	33
5.1	Algoritma Perhitungan dan Komputasi <i>Weighted Exponential Moving Average (WEMA)</i>	33
5.1.1	Tahapan Perhitungan Peramalan WEMA.....	33
5.1.2	Tahapan Pembuatan <i>Plot</i> Peramalan WEMA.....	36
5.2	Algoritma Perhitungan dan Komputasi <i>Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)</i>	37
5.2.1	Tahapan Perhitungan Peramalan B-DES.....	37
5.2.2	Tahapan Pembuatan <i>Plot</i> Peramalan B-DES.....	41
5.3	Algoritma Perhitungan dan Komputasi <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)</i>	43
5.3.1	Tahapan Perhitungan Peramalan B-WEMA.....	43
5.3.2	Tahapan Pembuatan <i>Plot</i> Peramalan B-WEMA.....	47
5.4	Karakteristik Data Harga Saham.....	48
5.5	Perbandingan Hasil	50
5.6	<i>Rate of Return</i> Saham.....	53
BAB VI	PENUTUP	56
6.1	Kesimpulan.....	56
6.2	Saran.....	57
DAFTAR	PUSTAKA	58
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Rangkuman Penelitian Terdahulu	10
3.1	Pola Data <i>Time Series</i> Menurut Hanke & Wichern	19
4.1	Penjelasan Variabel	32
5.1	Perhitungan <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA) Menggunakan Program R	36
5.2	Pembuatan <i>Plot Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA) Menggunakan Program R	38
5.3	Perhitungan <i>Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES) Menggunakan Program R	40
5.4	Pembuatan <i>Plot Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES) Menggunakan Program R	44
5.5	Perhitungan <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA) Menggunakan Program R	46
5.6	Pembuatan <i>Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA) Menggunakan Program R	49
5.7	Statistik Deskriptif	51
5.8	Hasil Optimasi Parameter Metode B-DES dan B-WEMA	52
5.9	Hasil Peramalan Masing-Masing Metode	52
5.10	Nilai MSE dan MAPE Masing-Masing Metode	55
5.11	<i>Forecast</i> B-WEMA dan Prediksi <i>Rate of Return</i> Saham ADHIJK	56

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
3.1	Metode Peramalan Menurut Jay Heizer & Berry Render	17
4.1	Tahapan Penelitian	33
5.1	Pola Data	51
5.2	Plot <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)	53
5.3	Plot <i>Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES)	54
5.4	Plot <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)	54
5.5	Grafik <i>Rate of Return</i> Saham ADHIJK	57

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Data Closing Price Saham ADHIJK*
- Lampiran 2 *Sintaks Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*
- Lampiran 3 *Sintaks Plot Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*
- Lampiran 4 *Output Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*
- Lampiran 5 *Output Plot Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*
- Lampiran 6 *Sintaks Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*
- Lampiran 7 *Sintaks Plot Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*
- Lampiran 8 *Output Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*
- Lampiran 9 *Output Plot Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*
- Lampiran 10 *Sintaks Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*
- Lampiran 11 *Sintaks Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*
- Lampiran 12 *Output Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*
- Lampiran 13 *Output Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*
- Lampiran 14 *Rate of Return Saham*
- Lampiran 15 *Sintaks Plot Rate of Return Saham*
- Lampiran 16 *Output Plot Rate of Return Saham*
- Lampiran 17 *Hasil Perhitungan Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*
- Lampiran 18 *Hasil Perhitungan Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES) Parameter Random*
- Lampiran 19 *Hasil Perhitungan Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES) Parameter Optimasi*
- Lampiran 20 *Hasil Perhitungan Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) Parameter Random*

Lampiran 21 Hasil Perhitungan *Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) Parameter Optimasi

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 14 Agustus 2018



Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

BROWN'S WEIGHTED EXPONENTIAL MOVING AVERAGE (B-WEMA) DENGAN OPTIMASI LEVENBERG-MARQUARDT DALAM PREDIKSI RATE OF RETURN SAHAM

Putri Auliana Rifqi Mukhlashin
Program Studi Statistika Fakultas MIPA
Universitas Islam Indonesia

INTISARI

Infrastruktur menjadi program utama pemerintah yang menghasilkan peran ekonomi dalam bidang konstruksi di Indonesia. Sektor konstruksi juga diyakini tidak terpengaruh oleh tahun politik. Bahkan, pengusaha konstruksi memprediksi sektor ini akan membaik pada 2018. Salah satu perusahaan konstruksi terbesar di Indonesia adalah PT AdhiKarya (Persero) Tbk yang sahamnya dikoreksi atau disebut oleh *buy on weakness*. Jadi investor bisa membeli di bawah harga, dimana harga saham turun tetapi berpotensi naik. Dalam Tugas Akhir ini, penulis menggabungkan metode *Weighted Moving Average* dan *Brown's Double Exponential Smoothing*. Kombinasi dua metode yang disebut *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA). Penulis menggunakan 256 data penutupan saham (*closing price*) PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK), diambil dari 1 Maret 2017 hingga 1 Maret 2018. Metode B-WEMA akan dibandingkan dengan metode *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) dan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES). Optimasi parameter *alpha* dengan algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM) menggunakan *package library(minpack.lm)* pada *software* R hanya dilakukan pada model *exponential smoothing*, yaitu pada B-DES dan B-WEMA. Optimasi parameter *alpha* pada B-DES dan B-WEMA secara berturut-turut menghasilkan nilai optimasi parameter *alpha* sebesar 0.4420 dan 0.4452. WEMA memperoleh nilai MSE sebesar 3,337.424 dan MAPE sebesar 2.0270%, B-DES memiliki MSE 2,620.317 dan MAPE 1.7093%, sedangkan B-WEMA memperoleh nilai MSE sebesar 2,606.457 dan MAPE sebesar 1.7057%. Dari perbandingan ketiga metode tersebut, dapat dilihat bahwa B-WEMA adalah metode terbaik karena memiliki nilai MSE dan MAPE terkecil. Dari hasil metode peramalan terbaik digunakan untuk meramalkan *rate of return* saham yang menghasilkan nilai 0.2858%, 0.1104%, 0.1101% untuk tiga hari mendatang dengan rata-rata tingkat *rate of return* sebesar 0.0246%. Artinya selama tahun investasi, investor mendapat untung 0.0246% per hari dari total dana yang diinvestasikan dalam saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk.

Kata kunci: *Weighted Exponential Moving Average, Brown's Double Exponential Smoothing, Brown's Weighted Exponential Moving Average, Optimasi Levenberg-Marquardt, Rate of Return*

BROWN'S WEIGHTED EXPONENTIAL MOVING AVERAGE (B-WEMA) WITH LEVENBERG-MARQUARDT OPTIMIZATION TO FORECASTING RATE OF RETURN

Putri Auliana Rifqi Mukhlashin

Statistics Department, Faculty of Mathematics and Sciences

Islamic University of Indonesia

ABSTRACT

Infrastructure became the main program of the government that resulted in the construction of the role of the Indonesian economy. The construction sector is also believed to be unaffected by the political year. In fact, construction businessmen predict this sector will improve in 2018. One of the largest construction companies in Indonesia is PT Adhi Karya (Persero) Tbk. whose shares are corrected or called by buy on weakness. So investors can be in the bottom price, stock price down but potentially going up. In this paper, the authors will combine method of Weighted Moving Average and Brown's Double Exponential Smoothing. The combination of two methods called Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA). The authors used 256 PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK) stock closing data, taken daily from March 1st, 2017 to March 1st, 2018. The B-WEMA method will be compared with the Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) and Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES) methods. Optimization of the alpha parameter with the Levenberg-Marquardt (LM) algorithm using the package library(minpack.lm) in software R is only done on the exponential smoothing model, namely in B-DES and B-WEMA. Optimization of alpha parameters on B-DES and B-WEMA respectively results in alpha parameter optimization values of 0.4420 and 0.4452. WEMA has MSE 3,337.4243 and MAPE 2.0270%, while B-DES has MSE 2,620.3177 and MAPE 1.7093%, and B-WEMA has MSE 2,606.4572 and MAPE 1.7057%. From the comparison of the three methods, it can be seen that B-WEMA is the best method because it has the smallest MSE and MAPE value. From the results of the best forecasting method is used to forecast the rate of return that yields a value of 0.6603%, 0.2544%, 0.2538% for next three periods with the average rate of return a value of 0.0809%. Which means during the investment year, investors get a profit of 0.0809% per day from the total funds invested in stock PT Adhi Karya (Persero) Tbk.

Keywords: Weighted Exponential Moving Average, Brown's Double Exponential Smoothing, Brown's Weighted Exponential Moving Average, Optimization Levenberg-Marquardt, Rate of Return

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur menjadi program utama pemerintah yang melibatkan peran bidang konstruksi dalam meningkatkan perekonomian Indonesia. Komitmen pemerintah untuk membangun infrastruktur dan meningkatkan konektivitas di seluruh Indonesia mulai memberi dampak positif bagi saham-saham konstruksi. Sektor konstruksi diyakini tidak terpengaruh oleh tahun politik. Dikutip dari laman cnnindonesia.com, pada tahun 2018, bidang konstruksi berpotensi menguat sehingga investor perlu mencermati bidang ini, dengan didukung dari Gabungan Pengusaha Konstruksi (Gapensi) yang juga memprediksi sektor konstruksi yang sebelumnya melemah kini akan membaik pada tahun 2018. Hal ini dikarenakan, di bawah kepemimpinan pemerintahan Joko Widodo (Jokowi) – Jusuf Kalla (JK), pemerintahan ini ingin mengejar ketertinggalan Indonesia dibanding infrastruktur di Negara Asia Tenggara lainnya dengan menyelesaikan program pembangunan sebelum pemilihan presiden tahun 2019 (Muthmainah, 2017).

PT Adhi Karya (Persero) Tbk adalah salah satu perusahaan konstruksi terbesar di Indonesia. Kepala Riset Paramitra Alfa Sekutitas menyebutkan bahwa saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK) dapat dibeli oleh pelaku pasar ketika saham ini terkoreksi atau disebut juga dengan *buy on weakness* di level Rp. 1,980 per saham. Dalam artian, pelaku pasar dapat membeli saham di harga bawah, dimana harga saham turun tetapi berpotensi naik dikemudian hari (Muthmainah, 2017). Saham ADHI.JK mulai menunjukkan eksistensinya dengan kepastian mendapatkan proyek *Light Rail Transit* (LRT) dikarenakan sebelumnya, saham ADHI.JK sempat terkoreksi cukup dalam, dikarenakan pasar sempat berasumsi jika proyek LRT akan mangkrak. ADHI.JK juga memperoleh manfaat dari *Transit Oriented Development* (TOD) di sekitar wilayah LRT (Caesario, 2018). Hal ini pula menjadi alasan mulai meningkatnya kepercayaan pasar untuk berinvestasi pada saham ADHI.JK.

Investasi dalam bentuk saham pada pasar modal di Indonesia mengalami peningkatan ditandai dengan pencapaian jumlah tertinggi perdagangan saham pada Februari 2017 semenjak pasar saham Indonesia didirikan, investor baru pasar modal Indonesia meningkat 23.47% sepanjang tahun 2016 (Cakti, 2017). Pasar modal merupakan salah satu sarana yang tersedia di masyarakat untuk menghimpun sumber dana jangka panjang yang memiliki peran penting bagi perekonomian suatu negara dimana pasar modal menjalankan dua fungsi penting, yaitu sebagai sarana bagi pendanaan usaha atau sebagai sarana bagi perusahaan maupun institusi lain untuk mendapatkan dana dari masyarakat pemodal (investor). Investasi dalam bentuk saham, atau investasi saham merupakan pembelian atau penyertaan atau kepemilikan saham perusahaan lain dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan dan lainnya. Saham sendiri dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan terbatas. Wujud saham adalah selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut.

Tujuan utama investasi dalam bentuk saham adalah untuk memaksimalkan *return* dan meminimalkan resiko yang didapatkan dari *return* (Peng, 2001). *Return* saham dapat berupa laba perusahaan yang dibagikan (dividen) atau hasil jual beli saham, namun harga jual dapat berbeda dari harga belinya sehingga ada potensi keuntungan dan kerugian (Zubir, 2013). Investasi pada saham memerlukan analisis yang mendalam agar investor mengetahui kapan harus menjual ataupun membeli saham tertentu sehingga dapat meningkatkan keuntungan, salah satunya dengan meramalkan harga saham yang akan datang. Saham yang memungkinkan dapat dianalisis adalah saham yang diperjual belikan di pasar modal melalui Bursa Efek Indonesia (BEI) atau *Indonesia Stock Exchange* (IDX) dikarenakan ketersediaan data harga saham perusahaan-perusahaan yang berstatus terbuka. BEI memberikan data pergerakan harga saham melalui media cetak maupun elektronik. Salah satu media elektronik untuk memperoleh harga saham sendiri dapat dilakukan melalui Yahoo! Finance dalam situs finance.yahoo.com.

PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang tercatat dengan kode ADHIJK sejak 18 Maret 2004 dalam BEI merupakan salah satu contoh daftar data harga saham yang

terbentuk dari waktu ke waktu atau disebut data runtun waktu. Data runtun waktu atau *time series data* merupakan serangkaian pengamatan yang diurutkan berdasarkan waktu dimana urutan nilai tercatat dari satu variabel yang diambil pada satu interval waktu yang sama (Preve, 2008). Peramalan runtun waktu melibatkan proyeksi nilai yang akan datang dari sebuah variabel dengan berdasarkan seluruhnya pada pengamatan masa lalu dan sekarang dari variabel tersebut (Levine, 1997). Analisis runtun waktu sendiri merupakan salah satu cabang ilmu statistik yang membahas teknik yang dikembangkan untuk menarik kesimpulan dari rangkaian waktu. Dimana langkah pertama dalam analisis runtun waktu adalah pemilihan model yang sesuai untuk data. Salah satu model yang dapat digunakan dalam analisis *time series* adalah metode rata-rata bergerak (*moving average*).

Metode rata-rata bergerak (*moving average*) merupakan suatu metode sederhana namun sangat penting dalam suatu analisis. Sederhana memiliki arti bahwa metode ini hanya merupakan pengembangan dari metode rata-rata, sedangkan sangat penting memiliki arti bahwa pengaplikasian dari metode ini sangat luas misalnya terhadap pergerakan harga dana atau volume. Metode rata-rata bergerak tunggal atau dikenal sebagai *Simple Moving Average* (SMA) merupakan contoh metode rata-rata bergerak paling sederhana yang sering digunakan dalam analisis saham. Metode ini dikatakan rata-rata bergerak karena nilai yang diperoleh dari data baru akan berubah-ubah. Meskipun metode ini cukup baik untuk menentukan *trend* harga saham di masa mendatang, namun metode ini masih menyimpan kelemahan, yaitu seringkali menghasilkan signal yang terlambat (Suarsa, 2006).

Single Moving Average memiliki kelemahan dalam memberikan konfirmasi *trend* yang lambat dikarenakan bagi semua data diberikan bobot yang sama. Didalam kenyataannya, data terakhir justru mencerminkan nilai data berikutnya. Kelemahan tersebut menjadi dasar dari pembobotan dalam metode rata-rata tertimbang atau *Weighted Moving Average* (WMA). Penetapan bobot bersifat subjektif, tergantung pada pengalaman dan opini analis data, misalnya apakah observasi yang terakhir lebih besar peluang pembobotannya atau sebaliknya. Apabila peluang pembobotannya lebih besar pada observasi yang terakhir, maka

weighted factor akan lebih besar pada periode akhir dibanding periode awal. Semakin panjang periode yang ditetapkan, maka semakin besar pula pembobotan yang diberikan kepada data yang terbaru. Jumlah peluang pembobotannya adalah sama dengan satu (Eris dkk, 2014).

Ketetapan umum dalam *moving average* berlaku pula untuk WMA, yaitu jika data yang diamati memiliki *trend* yang menguat, maka *moving average* dengan periode pendek akan selalu lebih besar dari *moving average* dengan periode yang panjang. Sebaliknya, jika data yang diamati memiliki *trend* menurun, maka *moving average* dengan periode pendek akan selalu lebih kecil dari *moving average* dengan periode yang lebih panjang. WMA dalam perspektif saham yang dijelaskan melalui titik potong, dimana indikasi *bullish* (*trend* menguat) terjadi jika WMA periode pendek memotong WMA periode panjang dari bawah, dan demikian pula untuk sebaliknya disebut sebagai *bearish* (*trend* melemah) (Ong, 2016).

Metode lain dalam penyempurnaan dari kelemahan keterlembatan metode SMA adalah *Exponential Moving Average* (EMA). Pada EMA, pemberian bobot pada data terbaru bergantung pada panjang periode yang ditetapkan. Pemberian bobot pada EMA merupakan kebalikan dari pemberian bobot pada WMA. Dimana dalam WMA, semakin panjang periode yang ditetapkan akan semakin besar bobot yang diberikan kepada data terbaru, maka pada EMA, semakin panjang periode yang ditetapkan, akan semakin kecil pula bobot yang diberikan pada data terbaru. Demikian sebaliknya, semakin pendek periode yang dipilih, maka semakin besar pula bobot yang diberikan kepada data baru.

Pada penelitian (Hansun, 2013), menggabungkan metode *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA) dan *Exponential Moving Average* (EMA) yang disebut sebagai *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) untuk memprediksi harga saham JKSE *composite index*. Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa metode WEMA menghasilkan nilai *error* paling kecil atau dapat dikatakan metode terbaik dibandingkan dengan metode *moving average* lainnya. Pada penelitian selanjutnya (Hansun, 2016), dilakukan kembali pengembangan metode *moving average* dengan menggabungkan metode WMA dengan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dimana dikenal

sebagai *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA), kemudian nilai *error* pada B-WEMA dibandingkan dengan metode WMA dan B-DES. Kesimpulan yang didapat, B-WEMA memberikan nilai *error* lebih kecil yang artinya metode B-WEMA lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya dalam memprediksi harga saham.

Pada Tugas Akhir ini, digunakan data harga penutupan (*closing price*) PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK) yang terdiri dari data harian selama satu tahun perdagangan (256 hari bisnis) terhitung mulai 1 Maret 2017 sampai dengan 1 Maret 2018 (Yahoo! Finance, 2018). Harga penutupan (*closing price*) adalah harga yang muncul saat bursa ditutup. Harga penutupan saham sangat penting karena menjadi acuan untuk harga pembukaan pada keesokan harinya. Harga penutupan ini akan digunakan untuk memprediksi harga saham pada hari berikutnya. Prediksi atau peramalan ini akan dilakukan dengan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* yang selanjutnya disebut B-WEMA, dengan optimasi parameter *Levenberg-Marquardt* (LM) dengan *library* (*minpack.lm*) yang tersedia dalam *package* R (Elzhov dkk, 2016). yang kemudian dibandingkan dengan *Weighted Exponential Moving Average* yang selanjutnya disebut WEMA dan *Brown's Double Exponential Smoothing* yang selanjutnya disebut B-DES, dimana metode terbaik dilihat dari metode yang memiliki nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) terkecil yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi *rate of return* saham ADHI.JK.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam Tugas Akhir antara lain adalah:

1. Bagaimana penerapan metode B-WEMA dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* (LM) dalam prediksi *rate of return* saham berdasarkan peramalan *closing price* saham?
2. Bagaimana hasil perbandingan B-WEMA dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* (LM) dengan WEMA dan B-DES dilihat dari nilai *Mean Square*

Error (MSE) dan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) dalam prediksi peramalan *rate of return* saham berdasarkan *closing price* saham?

3. Bagaimana hasil prediksi *rate of return* saham ADHIJK berdasarkan metode terbaik dilihat dari nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Average Percentage Error* (MAPE)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu berupa data sekunder yang didapatkan dari *Yahoo Finance*.
2. Data yang diolah yaitu data harga penutupan (*closing price*) dari perusahaan PT Adhi Karya (Persero) dengan kode (ADHIJK) yang terdiri dari data harian satu tahun perdagangan mulai 1 Maret 2017 sampai dengan 1 Maret 2018 (256 hari bisnis).
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah B-WEMA dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* (LM), WEMA dan B-DES.
4. Data diolah dengan menggunakan bantuan *software R 3.3.3* dan *Microsoft Excel 2013*.
5. Perhitungan optimasi parameter pemulusan dilakukan dengan *package library* (*minpack.lm*) yang tersedia dalam *software R* secara *default*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui penerapan metode B-WEMA dengan optimasi parameter *Levenberg-Marquardt* (LM) dalam peramalan *closing price* saham.
2. Mengetahui cara kinerja metode B-WEMA dengan optimasi parameter *Levenberg-Marquardt* (LM) yang dibandingkan dengan metode WEMA dan B-DES dalam peramalan *closing price* saham.
3. Memprediksi *rate of return* saham yang diperlukan perusahaan atau investor dengan metode terbaik dilihat dari nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Percentage Error* (MAPE).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menambah wawasan mengenai aplikasi statistika dalam perhitungan *rate of return* saham menggunakan metode *time series*.
2. Memberikan metode alternatif bagi perusahaan atau investor sebagai rujukan dalam estimasi perhitungan prediksi *rate of return* saham.
3. Perusahaan atau investor dapat mengambil kebijakan-kebijakan dengan lebih tepat dan akurat terkait dengan urusan investasi saham berdasarkan hasil prediksi *rate of return* saham yang diperoleh menggunakan metode B-WEMA dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* (LM) .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang metode *Weighted Moving Average* (WMA), *Brown's Double Exponential Moving Average* (B-DES) sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Akan tetapi penelitian tentang metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) masing jarang ditemukan. Pada penelitian (Hansun, 2013) yang berjudul "A New Approach of Moving Average Method in Time Series Analysis" dimana pada penelitian ini memperkenalkan metode baru dari pengembangan metode *moving average* dengan menggabungkan metode *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Exponential Moving Average* (EMA) yang disebut sebagai *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) untuk memprediksi harga saham JKSE *composite index*. Dalam penelitian tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa metode WEMA menghasilkan nilai *error* paling kecil atau dapat dikatakan metode terbaik dibandingkan ketiga metode lainnya.

Penelitian yang berjudul "Penerapan Metode *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) dan Metode Semi Varians (SV) dalam Perhitungan Risiko Portofolio Saham PT Pindad Persero" oleh (Rachman dkk, 2015), dimana tujuan penelitian yang dilakukan adalah menghitung nilai risiko portofolio saham optimal yang dilihat dari *return* saham yang disajikan dalam *rate of return* atau tingkat pengembalian atau tingkat bunga yang diterima PT Pindad (Persero) yang dihitung dalam satu sekuritas. Data yang digunakan adalah harga penutupan (*closing price*) beberapa saham perusahaan yang dimiliki oleh Dana Pensiun (Dapen) PT Pindad (Persero) diantaranya PT Indofood Sukses Makmut Tbk. (INDF), PT Gudang Garam Tbk. (GGRM), PT Unilever Indonesia Tbk. (UNVR), PT Semen Indonesia Tbk. (SMRG), dan PT Indocement Tunggul Perkasa (INTP). Saham-saham yang memiliki nilai *return* harian positif dipilih untuk mendapatkan risiko portofolio saham optimal, dimana terdapat satu saham yang memiliki rata-rata *return* saham

negatif yang kemudian tidak digunakan untuk perhitungan risiko portofolio saham optimal. Hasil penelitian menunjukkan dengan metode EWMA dan SM diperoleh kesimpulan bahwa saham INDF mempunyai potensi kerugian terkecil. saham mempunyai potensi kerugian terbesar pada metode EWMA adalah saham SMRG, sedangkan dengan metode SM adalah saham UNVR.

Pada penelitian selanjutnya (Hansun, 2016), dengan menggunakan 100 JKSE *composite index* yang terdiri dari data bulanan terhitung mulai April 2007 sampai dengan Juli 2015, dalam penelitiannya, mengembangkan kembali metode *moving average* yang telah diperkenalkan dengan menggabungkan metode WEMA yaitu gabungan dari *Single Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Exponential Moving Average* (EMA) dengan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dimana dikenal sebagai *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) dimana penelitian ini berjudul “*A New Approach of Brown's Double Exponential Smoothing Method in Time Series Analysis*”. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa dibandingkan dengan WMA dan B-DES, metode yang lebih unggul dalam keakuratan dan akurasi data yang diperkirakan dilihat dari nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan nilai terkecil adalah pada metode B-WEMA.

Penelitian selanjutnya (Primandari, 2016) dengan judul “*Grey Double Exponential Smoothing dengan Optimasi Levenberg-Marquardt untuk Peramalan Volume Penumpang di Bandara Soekarno-Hatto*”. Dalam penelitian ini, dilakukan peramalan menggunakan dengan membandingkan *Grey Double Exponential Smoothing* (G-DES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Pada awal peramalan, DES lebih mampu mengikuti pola data dibandingkan G-DES. Kemudian setelah parameter *alpha* dioptimasi menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt* baik dalam G-DES maupun DES, hasil optimasi berturut-turut diperoleh *alpha* 0.8245 dan 0.8303, dalam kasus ini penggunaan metode *grey* cukup efektif dibandingkan dengan tanpa metode *grey*. Dimana dengan menggunakan metode *grey* nilai *error* pada MSE 0.136 dan MAPE 2.260%, hal ini berarti nilai *error* lebih kecil dibanding dengan tanpa *grey* dengan MSE 0.165 dan MAPE 2.474%. Rangkuman penelitian terdahulu tersebut dapat disajikan dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu

No	Nama/ Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Hansun (2013)	<i>Weighted Exponential Moving Average (WEMA)</i>	<i>A New Approach of Moving Average Method in Time Series Analysis</i>	Keunggulan metode <i>Weighted Exponential Moving Average (WEMA)</i> dalam memprediksi 50 indeks saham gabungan JKSE dibandingkan dengan metode <i>Simple Moving Average (SMA)</i> , <i>Weighted Moving Average (WMA)</i> , dan <i>Exponential Moving Average (EMA)</i> dilihat dari nilai <i>error</i> pada MSE dan MAPE paling kecil.
2	Rachman dkk (2015)	<i>Exponential Weighted Moving Average (EWMA)</i> dan Semi Varians (SM)	Penerapan Metode <i>Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)</i> dan Metode Semi Varians (SV) dalam Perhitungan Risiko Portofolio Saham PT Pindad Persero	Perhitungan risiko portofolio maksimum saham hanya dilakukan pada saham-saham yang memiliki rata-rata <i>return</i> saham harian positif. Perhitungan <i>return</i> saham dilakukan dalam bentuk <i>rate of return</i> atau tingkat pengembalian atau tingkat bunga yang akan diterima perusahaan/ investor yang dihitung dalam satu sekuritas. Hal ini menghindari kemungkinan risiko kerugian. Kemudian saham yang memiliki rata-rata <i>return</i> harian positif dilanjutkan untuk membentuk portofolio maksimum menggunakan metode EWMA dan SM yang hasilnya dapat dilihat saham mana yang mempunyai risiko terbesar dan terkecil.

No	Nama/ Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
3	Hansun (2016)	<i>Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)</i>	<i>A New Approach of Brown's Double Exponential Smoothing Method in Time Series Analysis</i>	Keunggulan metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA) dalam memprediksi 100 indeks saham gabungan JKSE dibandingkan dengan metode <i>Weighted Moving Average</i> (WMA), dan <i>Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES) dilihat dari nilai <i>error</i> pada MSE dan MAPE paling kecil.
4	Primandari (2016)	<i>Grey Double Exponential Smoothing dengan Optimasi Levenberg- Marquardt</i>	<i>Grey Double Exponential Smoothing dengan Optimasi Levenberg- Marquardt untuk Peramalan Volume Penumpang di Bandara Soekarno- Hatto</i>	Optimasi <i>Levenberg-Marquardt</i> dilakukan pada metode yang memiliki parameter <i>alpha</i> , dalam hal ini G-DES dan DES. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan <i>alpha</i> optimum untuk digunakan dalam meramalkan/ memprediksi kejadian periode kedepan. Hasil optimasi diperoleh <i>alpha</i> 0.8245 untuk G-DES dan 0.8303 untuk DES. Dalam kasus ini penggunaan metode <i>grey</i> cukup efektif dibandingkan dengan tanpa metode <i>grey</i> .

Perbedaan pada Tugas Akhir ini dengan penelitian yang ada sebelumnya adalah dalam penelitian ini akan memprediksi *rate of return* saham dari hasil prediksi *closing price* saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHIJK) dengan menggunakan metode WEMA, B-DES, dan B-WEMA dengan menggunakan parameter *alpha* hasil optimasi dengan algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pasar Modal

Ada bermacam-macam pengertian pasar modal, namun pada dasarnya pengertian pasar modal adalah sama. Pasar modal merupakan pasar untuk berbagai instrument keuangan jangka panjang yang bisa diperjual belikan, baik dalam bentuk hutang maupun modal sendiri (Fakhrudin dkk, 2001), dimana terdapat pertemuan antara pihak yang memiliki kelebihan dana dengan pihak yang membutuhkan dana dengan cara memperjualbelikan sekuritas. Dengan demikian, pasar modal juga dapat diartikan sebagai pasar untuk memperjualbelikan sekuritas yang umumnya memiliki umur lebih dari satu tahun, seperti ekuiti (saham) dan surat utang (obligasi). Sedangkan tempat dimana terjadinya jual beli sekuritas disebut dengan bursa efek. Oleh karena itu, bursa efek merupakan arti dari pasar modal secara fisik. Untuk kasus di Indonesia terdapat dua bursa efek yaitu Bursa Efek Jakarta (BEJ) dan Bursa Efek Surabaya (BES) (Tandelilin, 2001).

Pasar modal memiliki peran penting bagi perekonomian suatu negara karena pasar modal menjalankan dua fungsi, yaitu pertama sebagai sarana bagi pendanaan usaha atau sebagai sarana bagi perusahaan untuk mendapatkan dana dari masyarakat pemodal (investor). Dana yang diperoleh dari pasar modal dapat digunakan untuk pengembangan usaha, ekspansi, penambahan modal kerja dan lain-lain, kedua pasar modal menjadi sarana bagi masyarakat untuk berinvestasi pada instrument keuangan seperti saham, obligasi, reksa dana, dan lain-lain. Dengan demikian, masyarakat dapat menempatkan dana yang dimilikinya sesuai dengan karakteristik keuntungan dan risiko masing-masing instrument.

3.2 Saham

Saham merupakan salah satu instrument pasar modal yang paling diminati investor karena semata-mata mengharapkan keuntungan pembagian dividen dan *capital gain*. Dividen adalah suatu keuntungan bersih setelah dikurangi pajak yang

diberikan perusahaan penerbit saham kepada para pemegang saham, sedangkan *capital gain* merupakan keuntungan yang diperoleh para investor di pasar modal dari selisih antara harga beli dan harga jual ($\text{harga jual} > \text{harga beli}$). Beberapa kasus tertentu, seorang investor membeli saham perusahaan *go-public* hanya bertujuan untuk aktif atau menguasai manajemen perusahaan (Simatupang, 2010). Menurut (Husnan, 2009), saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seorang atau sepihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas yang berupa suatu bukti atas suatu aset perusahaan yang berbentuk surat tanda bukti berharga sebagai pernyataan ikut memiliki modal pada suatu perusahaan dimana pemilik surat kertas tersebut berhak memperoleh bagian dari kekayaan dari perusahaan yang menerbitkan sekuritas.

Saham dibagi menjadi dua jenis, yaitu saham biasa (*common stock*) dan saham preferen (*preffered stock*). Saham biasa dimana pemegang saham mewakili kepemilikan di perusahaan sebesar modal yang ditanamkan, dimana pemegangnya diberi hak untuk mengikuti RUPS (Rapat Umum Pemegang Saham) yang mana mempunyai hak mengambil keputusan seperti besar kecilnya dividen yang diterima, pengangkatan direksi dan komisaris, menentukan membeli *right issues* (penjualan saham terbatas), dan sebagainya. Sedangkan saham preferen (*preffered stock*) adalah produk campuran antara saham biasa dengan efek pendapatan tetap (Darmadji & Fakhruddin, 2011). Saham preferen mempunyai fitur yang mirip dengan obligasi tanpa adanya masa jatuh tempo. Saham preferen dapat ditarik kembali oleh emiten (penjual saham) atau dapat dikonfersi menjadi saham biasa dengan rasio tertentu.

Saham merupakan jenis investasi yang memiliki potensi tingkat keuntungan dan kerugian lebih besar dibandingkan jenis investasi lainnya. Hal tersebut dikarenakan sulitnya memprediksi pergerakan saham yang cenderung bersifat fluktuatif (Hendarto, 2005). Apabila investor salah melakukan prediksi terhadap harga saham akan menimbulkan kerugian finansial yang signifikan, terlebih jika investor memiliki lembar saham yang cukup banyak pada emiten tersebut. Harga saham sendiri merupakan harga penutupan pasar saham selama periode pengamatan untuk tiap-tiap jenis saham yang dijadikan sampel dan pergerakannya senantiasa

diamati oleh para investor. Menurut (Hartono, 2008), harga saham adalah harga suatu saham yang terjadi di pasar bursa pada saat tertentu yang ditentukan oleh pelaku pasar dan ditentukan oleh permintaan dan penawaran saham yang bersangkutan di pasar modal. Harga saham terbentuk melalui mekanisme permintaan dan penawaran di pasar modal. Apabila suatu saham mengalami kelebihan permintaan, maka harga saham cenderung naik. Sebaliknya, apabila kelebihan penawaran maka harga saham cenderung turun (Sartono, 2008).

Bagi perusahaan yang telah *go-public* atau terbuka (Tbk), tujuan untuk memaksimalkan nilai perusahaan dapat dicapai dengan cara memaksimalkan nilai pasar harga saham yang bersangkutan. Dalam jangka panjang, kinerja perusahaan emiten dan pergerakan harga saham umumnya bergerak searah. Meskipun demikian tidak ada saham yang terus menerus naik sebagaimana juga tidak ada saham yang terus menerus turun. Pergerakan harga saham selama jangka waktu tertentu umumnya membentuk suatu pola tertentu (Sawidji, 2008). Dengan demikian pengambilan keputusan selalu didasarkan pada pertimbangan terhadap maksimalisasi kekayaan para pemegang saham. Maksimalisasi kekayaan pemegang saham diterjemahkan menjadi maksimalkan harga saham perusahaan. Harga saham pada satu waktu tertentu akan bergantung pada arus kas yang diharapkan diterima di masa depan oleh investor rata-rata jika investor membeli saham (Brigham & Houston, 2010).

Terdapat beberapa jenis harga saham seperti harga nominal, harga perdana, harga pembukaan (*opening price*), harga pasar (*market price*), dan harga penutupan (*closing price*). Harga nominal dan harga perdana mempunyai keterkaitan sendiri, dimana harga nominal merupakan harga yang tercantum pada lembar saham yang diterbitkan sedangkan harga pendana merupakan harga pada waktu harga saham tersebut dicatat dibursa efek. Harga penawaran umum perdana kepada investor di pasar perdana belum tentu sama dengan harga nominal saham tersebut. Jika harga perdana lebih tinggi dari harga nominal, aka nada selisih yang disebut agio (*premium*), sebaliknya jika harga perdana lebih rendah dari harga nominal, selisih tersebut disebut dengan disagio (*discount*). Harga saham pada pasar perdana biasanya ditetapkan oleh penjamin emisi (*underwrite*) dan emiten.

Selanjutnya harga pembukaan (*opening price*) merupakan harga saham yang berlaku saat pasar saham dibuka pada hari itu, yaitu sejak pagi jam 9:00 WIB dan bursa saham akan ditutup pada sore hari tepat jam 16:00 WIB. Saat bursa tutup, harga pasar saham yang saat itu sedang berlaku yang ditentukan oleh permintaan-penawaran di lantai bursa (*market price*) akan menjadi harga penutupan untuk hari itu. Harga penutupan (*closing price*) hari itu akan menjadi acuan harga pembukaan untuk keesokan harinya.

3.3 Return (Imbas Hasil)

Kegiatan menunda konsumsi atau penggunaan sejumlah dana pada masa sekarang dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa mendatang biasa dikenal sebagai investasi. Dengan demikian, ditekankan bahwa kegiatan investasi memerlukan dana, pengorbanan waktu dan pikiran dengan harapan akan memperoleh keuntungan (*return*). *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinvestasi atau berinteraksi dan juga merupakan imbalan atas keberanian investor menanggung risiko atau investasi. Dalam artian lebih sederhana, *return* adalah keuntungan yang diperoleh investor dari dana yang ditanamkan pada suatu investasi. Terdapat dua *return* yaitu *return* aritmatik dan *return* geometrik. *Return* aritmatik biasa disebut sebagai rata-rata hilang. Metode ini digunakan apabila data berkala menunjukkan jumlah penambahan yang relatif sama setiap tahun sedangkan *return* geometrik lebih tepat digunakan untuk kinerja masa lalu, apabila dana yang diinvestasikan berubah-ubah karena ada penambahan atau pengembalian. Untuk menghitung nilai *return* geometrik pada satu sekuritas digunakan rumus sebagai berikut (Primandari, 2015).

$$R_t = \log \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

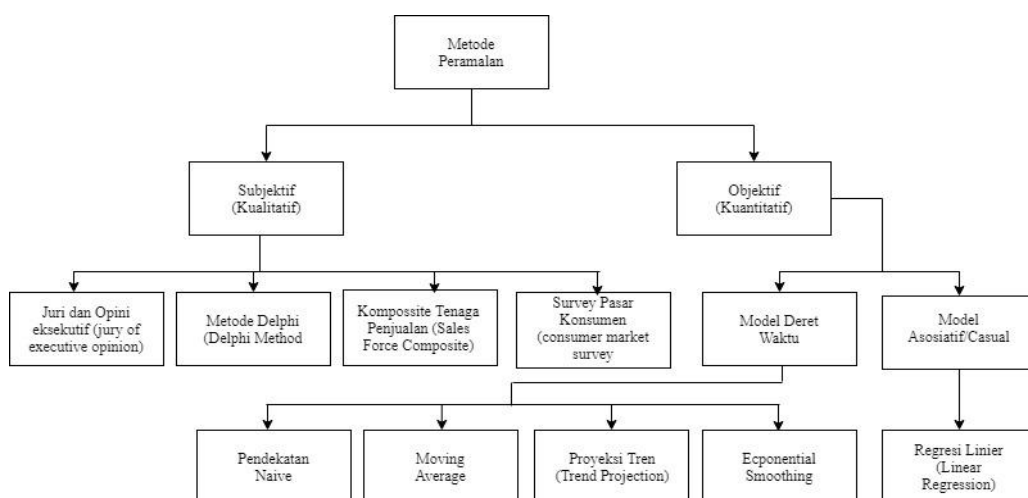
dimana R merupakan *return* saham, P_t merupakan harga saham pada saat t dan P_{t-1} adalah harga saham pada saat $t-1$. *Rate of return* berbentuk persentase (%), maka untuk mengubah *return* menjadi *rate of return* adalah dengan menjadikan persamaan (2.1) menjadi bentuk persentase.

3.4 Peramalan

Peramalan merupakan perhitungan objektif yang bertujuan untuk memanfaatkan data masa lalu untuk menentukan suatu kejadian di masa mendatang (Whitten dkk, 2007). Metode peramalan merupakan suatu cara untuk memperoleh gambaran mengenai sesuatu yang akan terjadi di masa mendatang, dimana gambaran di masa mendatang tersebut digunakan untuk dasar dalam membuat perencanaan. Menurut (Heizer & Render, 2011), peramalan merupakan seni dan ilmu dalam mempredksi kejadian di masa yang akan datang dengan melibatkan pengambilan data historis (masa lampau) yang kemudian diproyeksikannya ke masa mendatang dengan pendekatan model yang sistematis.

Secara sederhana, peramalan adalah suatu kegiatan memperkirakan atau memprediksi apa yang terjadi pada waktu yang akan datang dengan selalu memerlukan data-data dari masa lalu sehingga kemungkinan terjadinya peristiwa-peristiwa yang tidak sesuai dengan tujuan yang diharapkan diikuti dengan kesiapan untuk mengantisipasinya. Peramalan menjadi sangat penting karena penyusunan suatu rencana diantaranya didasarkan pada suatu proyeksi atau peramalan.

Pada dasarnya, semua metode peramalan memiliki ide yang sama, yaitu menggunakan data historis untuk memperkirakan atau memproyeksikan data di masa yang akan datang. Berdasarkan tekniknya, metode peramalan dapat dikategorikan ke dalam metode kualitatif dan kuantitatif.



(Heizer & Render, 2011)

Gambar 3.1 Metode Peramalan Menurut Jay Heizer dan Berry Render

Kegunaan peramalan terlihat pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan – pertimbangan yang akan terjadi pada waktu keputusan itu dilaksanakan.

Keberhasilan dari suatu peramalan sangat ditentukan oleh:

- a. Pengetahuan teknik tentang pengumpulan informasi (data) masa lalu, data ataupun informasi tersebut bersifat kuantitatif
- b. Teknik dan metode yang tetap dan sesuai dengan pola data yang telah dikumpulkan.

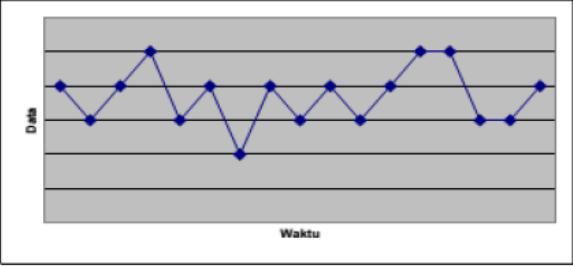
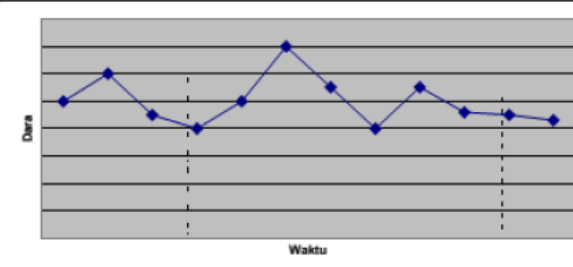
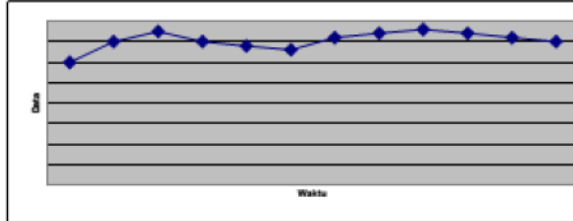
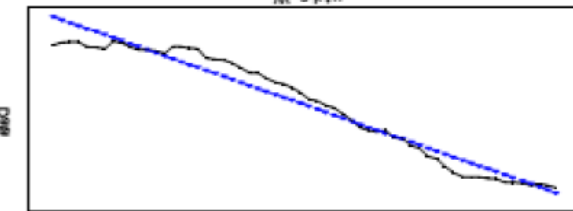
Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat meminimumkan pengaruh ketidakpastian terhadap sebuah permasalahan. Dengan kata lain peramalan bertujuan mendapatkan suatu ramalan yang bisa meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan sebagainya (Djarwanto & Subagyo, 2002). Ketepatan penelitian merupakan hal yang penting, walaupun demikian perlu diketahui bahwa suatu ramalan selalu ada unsur kesalahannya, sehingga yang perlu diperhatikan adalah usaha untuk memperkecil kesalahan dari ramalan tersebut (Umarrazi & Nurdin, 2016).

3.5 Analisis Runtun Waktu

Data *time series* atau data runtun waktu adalah sekumpulan data pada satu periode tertentu. Data *time series* merupakan suatu representasi dari realisasi data masa lampau yang digunakan untuk meramalkan masa depan, yang artinya diharapkan data *time series* dapat memberikan penjelasan kejadian di masa mendatang berdasarkan informasi yang ada pada masa lampau. Dalam mewujudkan gambaran penjelasan dibutuhkan suatu model matematik yang merepresentasikan proses terjadinya data *time series* tersebut yang kemudian model tersebut digunakan untuk membuat suatu ramalan tentang masa depan. Pada kehidupan sehari-hari, sering ditemukan keterbatasan informasi masa lampau sehingga menjadi salah satu penghalang dalam membuat model yang dapat memberikan pernyataan masa lalu secara tepat. Oleh karena itu, biasanya yang dilakukan hanyalah membuat model

yang dekat dengan model sebenarnya. Sering kali pendekatan ini berdasarkan pada pengamatan terhadap data *time series*. Terdapat empat macam tipe pola data *time series* menurut (Hanke & Wichern, 2005) yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.1 Pola Data *time series* Menurut Hanke & Wichern

Definisi/Pola Data	Grafik
<p>Pola Horizontal (H): pola horizontal terjadi apabila nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan.</p>	
<p>Pola Musiman (S): pola musiman terjadi apabila nilai data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal, bulanan, mingguan) dimana puncak dan lembah berulang dalam interval yang konsisten</p>	
<p>Pola Siklis (C): pola siklis terjadi apabila data dipengaruhi fluktuasi ekonomi jangka panjang, berulang dalam interval yang tidak sama.</p>	
<p>Pola Trend (T): pola trend terjadi apabila terdapat kecenderungan data naik atau turun.</p>	

(Hanke & Wichern, 2005)

3.6 *Single Moving Average (SMA)*

Rata-rata bergerak (*moving average*) untuk t periode adalah rata-rata dari k data terbaru, dimana nilai konstan k ditentukan di awal ketika melakukan peramalan. Semakin kecil nilai k , berarti semakin besar bobot yang diberikan pada data terbaru, sebaliknya semakin besar nilai k , berarti semakin kecil bobot yang diberikan pada data terbaru. Dalam menentukan nilai k , nilai k yang besar digunakan ketika terdapat fluktuasi yang lebar dan jarang dalam suatu data, sedangkan k yang kecil digunakan ketika terdapat pergerakan tiba-tiba pada suatu data, dengan kata lain data cukup berfluktuatif.

Metode peramalan *Single Moving Average (SMA)* merupakan pengembangan dari metode rata-rata yang menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan dimasa yang akan datang. Metode ini akan efektif diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan permintaan akan tetap stabil sepanjang waktu (Gasperz, 2005). Metode ini dapat disimbolkan dengan $MA(k)$ dimana k adalah orde yang digunakan. Metode SMA memerlukan data historis dalam jangka waktu tertentu, dimana semakin panjang *moving average* akan menghasilkan *moving average* yang semakin halus. Dalam metode SMA, bobot yang sama diberikan pada setiap data yang digunakan dalam perataan. Suatu *moving average* dengan order k , $MA(k)$ adalah nilai k data berurutan seperti berikut (Makridakis dkk, 2003).

$$F_t = \hat{x}_t = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k}^t x_i$$

$$F_t = \frac{(x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} + \dots + x_{t-k})}{k} \quad (2.2)$$

maka untuk F_{t+1} ,

$$F_{t+1} = \hat{x}_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t x_i$$

$$F_{t+1} = \frac{(x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-k+1})}{k} \quad (2.3)$$

dengan F_t adalah peramalan untuk periode t , F_{t+1} adalah peramalan untuk periode $t+1$, x_i adalah data ke- i , n merupakan jangka waktu atau banyaknya periode yang dirata-ratakan, dan k adalah jumlah periode *moving average*.

3.7 *Weighted Moving Average (WMA)*

Metode peramalan *Weighted Moving Average (WMA)* merupakan pengembangan dari metode *moving average* dengan tambahan bobot-bobot dalam perhitungan. WMA atau rata-rata tertimbang adalah rata-rata yang dihitung dengan memberikan nilai-nilai dalam kumpulan data yang lebih dipengaruhi menurut atribut data dimana perhitungan rata-rata dilakukan dengan pemberian bobot. Secara sederhana, WMA merupakan rata-rata bergerak yang diberikan bobot pada masing-masing data (Aritonang, 2002). Penetapan bobot bersifat subjektif, tergantung pada pengalaman dan opini analisis data, misalnya apakah observasi yang terakhir lebih besar peluang pembobotannya atau sebaliknya. Apabila peluang pembobotannya lebih besar pada observasi yang terakhir, maka *weighted factor* akan lebih besar pada periode akhir dibandingkan periode awal. Semakin panjang periode yang ditetapkan, maka semakin besar pula pembobotan yang diberikan kepada data yang terbaru. Jumlah peluang pembobotannya adalah sama dengan satu (Eris dkk, 2014). Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$WMA_{t+1} = \frac{kX_t + (k-1)X_{t-1} + \dots + X_{t-(n-1)}}{k + (k-1) + \dots + 1} \quad (2.4)$$

dengan k banyaknya periode atau rentang bilangan peramalan, X_t nilai data deret waktu pada titik t .

3.8 *Exponential Moving Average (EMA)*

Pemberian bobot pada *Exponential Moving Average (EMA)* sama halnya seperti pada metode WMA yaitu dengan melibatkan periode atau faktor pembobotan untuk setiap nilai dalam seri data berdasarkan urutan waktunya. Seperti halnya WMA, pada EMA, pembobotan untuk setiap titik data yang lebih

lama menurun secara eksponensial, jadi tidak pernah mencapai nol. Persamaan EMA adalah sebagai berikut (Makridakis dkk, 2003).

$$\begin{aligned}
 F_t &= \alpha X_t + (1-\alpha)F_{t-1} \\
 &= \alpha X_t + (1-\alpha)[\alpha X_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-2}] \\
 &= \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + (1-\alpha)^2 F_{t-2}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

maka untuk F_{t+1} ,

$$F_{t+1} = \frac{2}{(k+1)} X_{t+1} + \left(1 - \left(\frac{2}{k+1}\right)\right) F_t \tag{2.6}$$

dengan k merupakan panjang periode peramalan pada EMA, dimana nilai awal EMA diambil dari nilai MA sederhana. Dengan kata lain, nilai peramalan satu periode ke depan, sama dengan nilai peramalan periode sebelumnya.

3.9 Weighted Exponential Moving Average (WEMA)

Dalam penelitian oleh Hansun (2013), dikenalkan pendekatan baru dari *moving average* dalam analisis runtun waktu dengan menggabungkan faktor pembobotan untuk WMA dan EMA. Pendekatan metode baru ini dikenal sebagai *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA). Dalam melakukan perhitungan metode WEMA diawali dengan menggunakan rumus WMA untuk mendapatkan nilai prediksi baru untuk data titik waktu tertentu dengan melakukan inisialisasi sebagai nilai dasar yang dapat disimbolkan dengan (H_t). Kemudian, nilai baru akan digunakan sebagai nilai dasar untuk menghitung dengan faktor pembobotan EMA. Berikut ini adalah proses atau prosedur dalam perhitungan WEMA (Hansun, 2013).

1. Menghitung nilai dasar (H_t) dengan menggunakan persamaan WMA pada (2.4) untuk data dan periode waktu tertentu.
2. Dengan menggunakan nilai dasar yang diperoleh, selanjutnya menghitung nilai peramalan dengan mengadopsi persamaan dari metode EMA seperti berikut.

$$WEMA_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)H_t \tag{2.7}$$

dimana X_t adalah nilai pada periode waktu, H_t adalah nilai dasar untuk jangka waktu t , dan α adalah nilai parameter dimana dalam persamaan (2.6).

3.10 Single Exponential Smoothing (SES)

Metode pemulusan yang paling sederhana adalah *Single Exponential Smoothing* (SES), dimana hanya terdapat satu parameter yang perlu dietimasi. Metode ini memberikan bobot *Exponential Moving Average* (EMA) untuk semua data historis. Metode ini tepat digunakan untuk data yang tidak mengandung *tren* ekstrim dan biasanya untuk peramalan satu periode kedepan. Tujuannya adalah untuk mengestimasi level terkini dan menggunakannya untuk peramalan nilai ke depan. Persamaan SES dapat dituliskan sebagai berikut (Makridakis dkk, 2003).

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)F_t \quad (2.8)$$

dimana F_{t+1} merupakan peramalan pada satu periode berikutnya, α adalah konstanta pemulusan, X_t merupakan data atau observasi ke- t dan F_t adalah data pada periode ke- t . Peramalan F_{t+1} berdasarkan pada pembobotan pada data terbaru X_t dengan bobot sebesar α , dan pembobotan peramalan terkini F_t dengan bobot sebesar $1-\alpha$.

Jika proses substitusi ini berulang dengan mengganti F_{t-1} oleh komponennya, F_{t-2} oleh komponennya, dan seterusnya, maka hasilnya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1-\alpha)F_t \\ &= \alpha X_t + (1-\alpha)[\alpha X_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1}] \\ &= \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + (1-\alpha)^2 F_{t-1} \\ &= \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 F_{t-2} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Oleh karena itu, F_{t+1} adalah pembobotan *moving average* dari semua data historis. Ketika t semakin besar, nilai $(1-\alpha)^t$ akan semakin kecil. Dengan demikian

F_1 akan memberikan kontribusi yang semakin kecil. Dikarenakan F_1 belum diketahui, maka dapat dilakukan *initial value*, untuk data awal yang cukup fluktuatif dapat dilakukan dengan menetapkan peramalan pertama sama dengan data/observasi pertama, $F_1 = y_1$. Kemudian untuk data awal yang cukup konstan atau dalam artian tidak terlalu banyak pergerakan, dapat menggunakan rata-rata dari lima atau enam data pertama sebagai peramalan pertama $F_1 = MA(5)$ atau $F_1 = MA(6)$.

Persamaan *exponential smoothing* dapat ditulis ulang dalam bentuk yang menguraikan peran faktor pembobot α sebagai berikut.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(X_t - F_t) \quad (2.9)$$

Peramalan *exponential smoothing* adalah peramalan sebelumnya (F_t) dengan penambahan *adjustment* untuk galat yang terjadi di peramalan sebelumnya.

Besaran nilai α berada diantara 0 dan 1, dalam artian α tidak boleh sama dengan 0 atau 1. Dalam memilih besaran α , jika menginginkan peramalan yang stabil dengan pemulusan random, maka menggunakan nilai α yang kecil untuk data tidak terlalu berfluktuatif, sedangkan jika diinginkan respon yang cepat terhadap perubahan data, maka menggunakan nilai α yang besar untuk data cukup berfluktuatif. Untuk menentukan nilai α yang tepat dalam peramalan salah satunya dapat dilakukan *trial and error*, yaitu untuk mengestimasi nilai α dengan melakukan percobaan untuk α dengan nilai 0.1, 0.2, 0.3, ..., 0.9, kemudian nilai α dengan MSE terkecil dipilih untuk melakukan peramalan berikutnya.

3.11 Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)

Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES) sama dengan *Brown's Linear Exponential Smoothing* yang dikemukakan oleh Brown (Makridakis dkk, 2003). Teori dasar dari B-DES mirip dengan *Double Moving Average* dimana kedua nilai *Single Smoothing* dan *Double Smoothing* tertinggal dari data yang sebenarnya dimana terdapat *trend*. Perbedaan antara metode *smoothing* adalah dengan adanya nilai atau parameter pemulusan yang dapat memperbaiki *trend* yang

ada (Xiochen, 2013). Dengan demikian, pemulusan dengan metode ini memerlukan satu konstanta pemulusan (parameter *alpha*) yang nilainya sangat mempengaruhi hasil peramalan. Persamaan yang dipakai dalam metode Brown adalah sebagai berikut (Makridakis dkk, 2003).

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

$$S_t' = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}' \quad (2.10)$$

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

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1 - \alpha)S_{t-1}'' \quad (2.11)$$

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

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.12)$$

dengan a_t nilai pemulusan eksponensial tunggal dan ganda pada saat t , dan b_t nilai pemulusan *trend* pada saat t ,

$$a_t = S_t' + (S_t' - S_t'') = 2S_t' - S_t'' \quad (2.13)$$

$$b = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t' - S_t'') \quad (2.14)$$

Penggunaan rumus yang ada diharuskan adanya nilai S_{t-1}' dan S_{t-1}'' . Akan tetapi, pada saat $t=1$ nilai-nilai tersebut tidak tersedia. Karena nilai ini harus ditentukan pada awal periode, untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan menetapkan S_1' dan S_1'' sama dengan nilai X_1 (data aktual) (Makridakis dkk, 2003) ataupun dengan melakukan inialisasi.

3.12 Brown's Weighted Exponential Smoothing (B-WEMA)

Brown's Weighted Exponential Smoothing (B-WEMA) sangat mirip dengan metode *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA). Dimana perbedaan utama adalah pada metode yang digunakan. Dalam (Hansun, 2013), WEMA menggabungkan metode *Weighted Moving Average* (WMA) dan *Exponential Moving Average* (EMA), sementara dalam B-WEMA menggabungkan WMA dengan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) yang merupakan

pengembangan dari EMA. Berikut ini adalah proses atau prosedur dalam perhitungan B-WEMA (Hansun, 2016):

1. Menghitung nilai dasar (B_t) dengan menggunakan persamaan WMA pada (2.4) untuk data dan periode waktu tertentu.
2. Dengan menggunakan nilai dasar yang diperoleh, selanjutnya menghitung nilai peramalan dengan persamaan (2.10) sampai dengan persamaan (2.14), dimana

$$S'_{t-1} = S^n_{t-1} = B_t \quad (2.15)$$

3.13 Ukuran Kesalahan

Menghitung kesalahan peramalan atau mengukur kesesuaian suatu metode peramalan diperlukan suatu ukuran yang disebut dengan ukuran kesalahan. Menurut (Heizer & Render, 2009) ada beberapa perhitungan yang biasa dipergunakan untuk menghitung kesalahan peramalan (*forecast error*) total. Perhitungan ini dapat dipergunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, juga untuk mengawasi peramalan, untuk memastikan peramalan berjalan dengan baik. Model-model atau metode peramalan yang dilakukan kemudian divalidasi menggunakan sejumlah ukuran standar. Salah satu ukuran standar yang digunakan dalam menentukan akurasi peramalan adalah *Mean Squared Error* (MSE), yang dirumuskan sebagai berikut (Makridakis dkk, 2003):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (2.16)$$

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

Dapat dibuktikan secara matematis bahwa estimator yang meminimalkan MSE pada himpunan data random adalah *mean*,

$$\text{MinimumMSE} = \frac{d}{da} \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 = 0$$

$$-2 \sum (x_i - a) = 0$$

$$\begin{aligned}
\sum x_i - \sum a &= 0 \\
\sum x_i &= \sum a \\
\sum x_i &= n \cdot a \\
a &= \frac{\sum x_i}{n} \\
a &= \bar{x} \qquad (2.17)
\end{aligned}$$

MSE sangat baik dalam memberikan gambaran terhadap seberapa konsisten model yang dibangun. Dengan meminimalkan nilai MSE, berarti meminimalkan varian model. Model yang memiliki varian kecil mampu memberikan hasil yang relatif lebih konsisten untuk seluruh data input dibandingkan dengan model dengan varian besar (MSE besar).

Mengukur akurasi menggunakan MSE terdapat dua kelemahan, pertama akurasi ini menunjukkan kecocokan suatu model data historis. Sebagai ilustrasi, untuk meminimalkan MSE dalam pencocokan kurva, cukuplah digunakan polynomial berderajat tinggi. Namun, penggunaan polynomial derajat tinggi akan membuat model terlalu sensitif sehingga ketika digunakan untuk peramalan akan mengakibatkan galat yang besar (Primandari, 2016). Kedua, MSE tidak memperdulikan prosedur pada metode peramalan. Dalam artian, setiap peramalan memiliki prosedur yang berbeda, maka menggunakan MSE saja akan mengabaikan perbedaan antar metode tersebut (Makridakis dkk, 2003).

Oleh karena kelemahan yang ada pada MSE tersebut, terdapat ukuran alternatif lainnya yaitu salah satunya adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang merupakan ukuran galat relatif terhadap data aktualnya. MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \hat{x}_i|}{x_i} \times 100\% \qquad (2.18)$$

dengan $|\cdot|$ merupakan nilai mutlak dari argumennya. MAPE merupakan ukuran kesalahan yang membandingkan simpangan peramalan dengan data aktualnya. Ukuran ini menunjukkan nilai persentase simpangan tersebut. Kemampuan peramalan sangat baik jika memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20% (Kristien & Sofian, 2015).

Ketepatan ramalan adalah salah satu hal penting untuk peramalan, yaitu bagaimana mengukur kesesuaian antara data yang sudah ada dengan data peramalan. Dalam memilih model atau metode *forecasting* yang tepat, terdapat beberapa pendapat dari para ahli, seperti menurut (Gasperz, 2005) menyatakan bahwa akurasi peramalan akan semakin tinggi jika apabila nilai-nilai MAD, MSE, dan MAPE semakin kecil. Menurut (Santoso, 2009), suatu proses perubahan yang dapat diketahui dengan cepat akan memberikan hasil *forecast* yang mendekati kenyataan, akan tetapi sering kali proses perubahan sulit diketahui. Maka hasil peramalan yang mendekati kenyataan dapat dilihat berdasarkan kesalahan (*error*) minimal dari metode tersebut. Hasil ramalan biasanya memiliki nilai MAD dan MSE terkecil dapat dikatakan merupakan ramalan yang akurat.

3.14 Levenberg-Marquardt (LM)

Optimasi parameter pemulusan *alpha* (α) dengan algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM) dapat dilakukan dengan bantuan *package* yang tersedia pada *software* R, dimana *package* dalam R yang digunakan untuk optimasi adalah *library* (*minpack.lm*). Pada *library* (*minpack.lm*) terdapat beberapa *function* untuk melakukan optimasi, salah satu *function* yang ada adalah “*nls.lm*” dimana *function* ini melakukan optimasi menggunakan metode Levenberg-Marquardt (LM).

Cara kerja optimasi LM dalam R adalah dengan memasukkan nilai parameter *alpha* awal sembarang yang akan dioptimasi, diikuti dengan fungsi objektif yang telah dihitung sebelumnya dalam *function* masing-masing metode peramalan yang telah dibuat secara manual. Metode ini memiliki langkah-langkah yang bertujuan supaya nilai fungsi objektif yang akan diminimumkan mengalami penurunan pada iterasi selanjutnya. Fungsi objektif sendiri merupakan fungsi yang

berisi perhitungan nilai *error* untuk masing-masing metode peramalan baik MSE ataupun MAPE. Hasil dari nilai parameter *alpha* yang dioptimasi ini akan mendapatkan hasil peramalan optimal dengan nilai MSE maupun MAPE yang lebih kecil. Pada dasarnya setiap iterasi terdiri dari tahap menentukan arah turun (*descent direction*) dan panjang langkah yang akan memberikan penurunan yang baik terhadap nilai fungsi objektif (Budiasih, 2009).

Metode LM merupakan salah satu metode optimasi untuk menyelesaikan masalah kuadrat terkecil yang didasarkan pada metode Gauss-Newton. Pada metode LM, arah turun ditentukan dengan mempertimbangkan parameter damping yang akan mempengaruhi arah dan juga besar langkah.

Secara umum, algoritma LM meminimalkan residual kuadrat terboboti. Dimana nilai residual tersebut disebut dengan kriteria galat *chi-square* atau dalam artian yang sederhana dengan memperkecil fungsi *chi-square*, yaitu (Gavin, 2017):

$$\begin{aligned}\chi^2(p) &= \sum_{i=1}^m \left[\frac{x(t_i) - \hat{x}(t_i; p)^2}{w_i} \right] \\ &= x^T W x - 2x^T W \hat{x} + \hat{x}^T W \hat{x}\end{aligned}\quad (2.19)$$

dengan nilai w_i adalah ukuran bobot setiap galat dari $x(t_i)$. Sementara matriks W adalah matriks diagonal dengan $W_{ii} = 1/w_i^2$. Apabila residual merupakan rata-rata dari galat kuadrat $(x - \hat{x})^2$, maka bobotnya senilai $W_{ii} = 1/(\sqrt{n})^2$. Jika fungsi $\hat{x}(t; p)$ non linier, maka meminimalkan nilai χ^2 dilakukan secara iteratif. Tujuan dari setiap iterasi adalah menentukan perubahan h pada p parameter yang dapat mengurangi nilai χ^2 .

Pada metode *Gradient Decscent*, nilai gradient dari fungsi objektif chi-kuadrat didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial p} \chi^2 &= -(y - \hat{y})^T W \left[\frac{\partial \hat{y}(p)}{\partial p} \right] \\ &= -(y - \hat{y})^T W J\end{aligned}\quad (2.20)$$

dimana matriks Jacobian $m \times n$ yaitu $[\partial \hat{y} / \partial p]$ mewakili sensitivitas lokal dari fungsi $\hat{y}(t; p)$ terhadap p parameter. Pembaharuan parameter h yang semaktil mengecilkan nilai χ^2 adalah.

$$h_{gd} = \alpha JW(y - \hat{y}) \quad (2.21)$$

dimana nilai skalar positif (α) menunjukkan besaran langkah pada metode *Gradient Descent*. Sementara itu, nilai pembaharuan parameter (h) pada metode *Gauss-Newton* adalah sebagai berikut.

$$\left[J^T W J \right] h_{gd} = J^T W (y - \hat{y}) \quad (2.22)$$

Pembaharuan parameter dari algoritma LM dikatakan mengadopsi metode *gradient decent* dan *Gauss-Newton*. Adapun h pada LM adalah sebagai berikut (Gavin, 2017).

$$\left[J^T W J + \lambda I \right] h_{lm} = J^T W (y - \hat{y}) \quad (2.23)$$

dengan nilai parameter λ menentukan pergerakan dari pembaharuan parameter, J adalah matriks jacobian $[\partial \hat{y} / \partial p]$.

Dalam iterasi ke- i , langkah h dievaluasi dengan membandingkan $\chi^2(p)$ dengan $\chi^2(p+h)$. Langkah tersebut akan diterima jika metrik ρ_i lebih besar daripada ambang yang telah ditentukan sebelumnya $\varepsilon > 0$. Metrik ini mengukur kenaikan aktual dari χ^2 sebagai pembanding kenaikan dari pembaharuan LM.

$$\begin{aligned} \rho_i &= \frac{\chi^2(p) - \chi^2(p+h_{lm})}{(y - \hat{y})(y - \hat{y}) - (y - \hat{y} - Jh_{lm})^T (y - \hat{y} - Jh_{lm})} \\ &= \frac{\chi^2(p) - \chi^2(p+h_{lm})}{h_{lm}^T (\lambda_i h_{lm} + J^T W (y - \hat{y}(p)))} \end{aligned} \quad (2.24)$$

Jika iterasi $\rho_i(h_{lm})$ melebihi ambang, berarti $p+h$ lebih baik daripada p , kemudian p digantikan dengan $p+h$, dan λ dikurangi dengan suatu faktor. Sebaliknya, jika λ meningkat oleh suatu faktor, algoritma akan memproses ke iterasi selanjunya (Primandari A. H., 2016).

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Studi Kasus

Investasi pada saham memerlukan analisis yang mendalam agar investor mengetahui kapan harus menjual dan membeli saham tertentu sehingga dapat meningkatkan keuntungan, salah satunya dengan meramalkan harga saham yang akan datang. Harga saham adalah data runtun waktu, oleh karena itu untuk meramalkan harga saham tersebut dapat digunakan metode *time series*. Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Pada analisis runtun waktu, nilai masa kini dipengaruhi oleh nilai sejenis di masa lalu.

Investasi dalam bentuk saham memiliki tujuan utama untuk memaksimalkan *return* dan meminimalkan resiko yang didapatkan dari *return* (Peng, 2001). *Return* saham dapat berupa laba perusahaan yang dibagikan (*dividen*) atau hasil jual beli saham, namun harga jual dapat berbeda dari harga belinya sehingga ada potensi keuntungan dan kerugiasn. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinvestasi dan juga merupakan imbalan atas keberanian investor menanggung risiko atas investasi atau lebih singkatnya *return* adalah keuntungan yang diperoleh investor dari dana yang ditanamkan pada suatu investasi. Sedangkan, *rate of return* merupakan tingkat pengembalian atau tingkat bunga yang diterima investor yang tidak di amortisasikan atau tidak mengalami pengurangan nilai.

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data harga penutupan (*closing price*) PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHIJK) yang terdiri dari data harian selama satu tahun perdagangan (256 hari bisnis) terhitung mulai 1 Maret 2017 sampai dengan 1 Maret 2018 yang diperoleh dari *finance.yahoo.com* yang diunduh pada tanggal 2 Mei 2018. Harga penutupan (*closing price*) adalah harga yang muncul saat bursa ditutup. Harga penutupan saham sangat penting karena menjadi acuan untuk harga pembukaan pada keesokan harinya. Harga penutupan

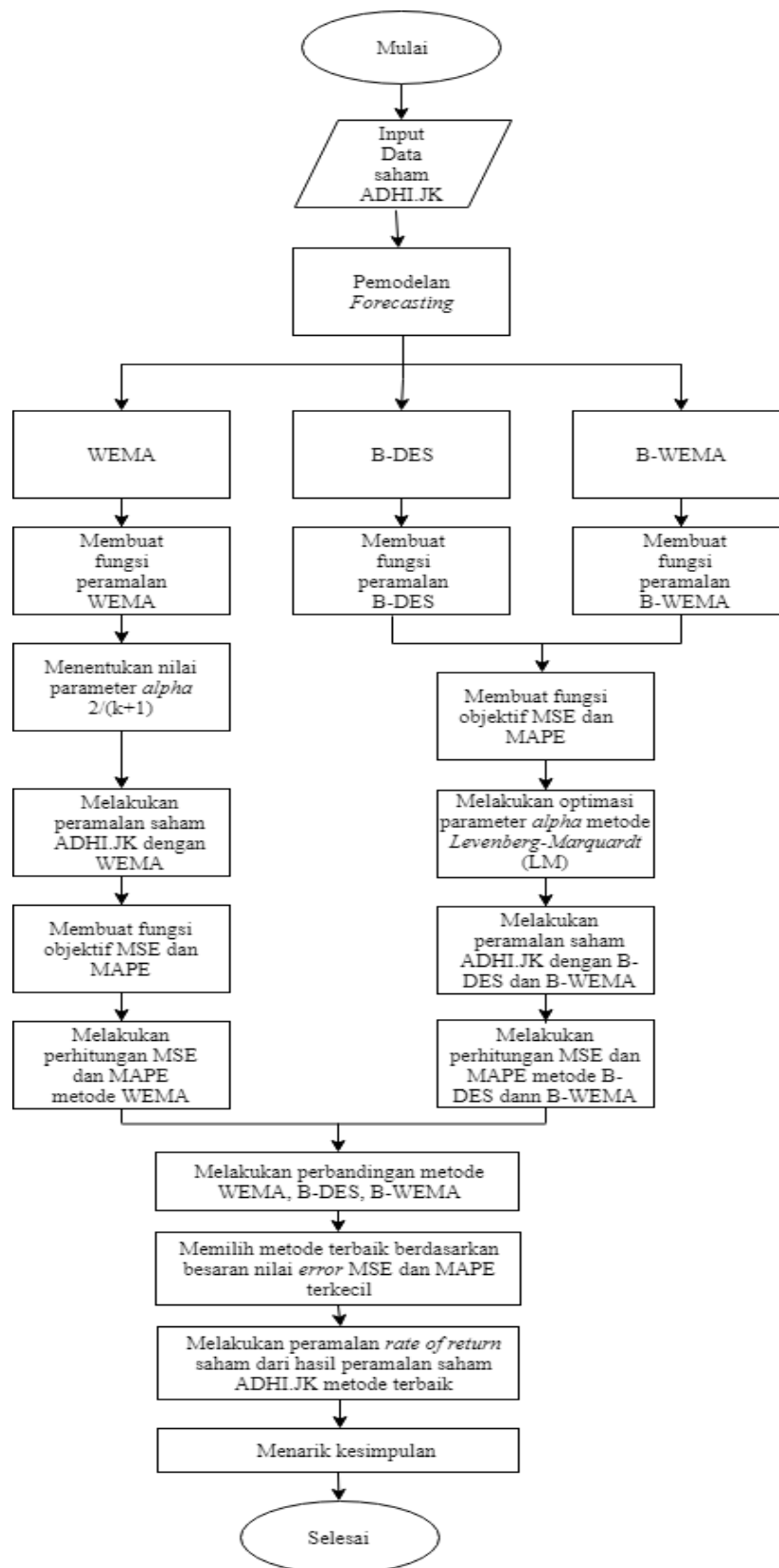
ini akan digunakan untuk memprediksi harga saham pada hari berikutnya. Prediksi atau peramalan akan dilakukan dengan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) dengan optimasi parameter *Levenberg-Marquardt* (LM) bantuan *package minpack.lm* pada program *R* yang kemudian dibandingkan dengan *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) dan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dimana metode terbaik dilihat dari metode yang memiliki nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) terkecil yang digunakan untuk memprediksi *rate of return* saham ADHI.JK. Variabel yang digunakan seperti pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Penjelasan Variabel

No	Variabel	Simbol	Skala	Definisi
1	<i>Closing Price</i> Saham	Close	Rasio	Harga penutupan saham harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK)
2	Tanggal Kejadian	Date	Rasio	Tanggal dikeluarkannya <i>closing price</i> saham

4.2 Metodologi Penelitian

Adapaun metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini secara garis besar digambarkan dalam diagram alir pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Algoritma Perhitungan dan Komputasi *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA)

5.1.1 Tahapan Perhitungan Peramalan WEMA

Input:

data.cp : Data *closing price* saham ADHLJK (N = 256)

Output:

- a. Hasil *forecast* sampai dengan satu hari kedepan
- b. Nilai *error Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Prosedur peramalan dengan WEMA:

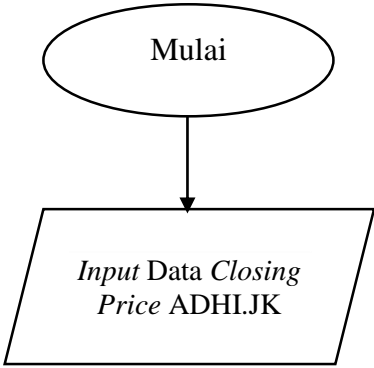
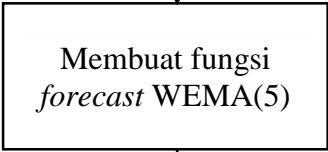
- Langkah 1 : Melakukan *input* data.cp yang digunakan untuk membuat fungsi (*function*) untuk *forecast* metode WEMA dengan melakukan inisialisasi pada nilai dasar H_t menggunakan rumus pada persamaan (2.4) dimana ditentukan $k = 5$ atau $MA(5)$ yang selanjutnya disebut sebagai $WEMA(5)$
- Langkah 2 : Menyusun fungsi WEMA, fungsi dilanjutkan dengan melakukan perhitungan perulangan (*looping*) untuk rumus WEMA pada persamaan (2.7).
- Langkah 3 : Melakukan peramalan WEMA dengan memasukkan parameter optimal ($\alpha = 0.3333$) berdasarkan persamaan (2.6) pada *function forecast* metode WEMA yang terbentuk.


Langkah 4 : Membuat *function error* masing-masing untuk nilai MSE dan MAPE yang berdasarkan *function forecast* metode WEMA berdasarkan persamaan (2.16) dan persamaan (2.18).

Langkah 5 : Melakukan perhitungan MSE dan MAPE dengan memasukkan parameter optimal ($\alpha = 0.3333$) pada *error function* MSE dan MAPE yang sudah terbentuk.

Tahapan perhitungan dan komputasi (menggunakan *software R*) *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) pada **Tabel 5.1** berikut ini.

Tabel 5.1 Perhitungan *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA)
Menggunakan Program R

Alur Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)	Program R Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)
 <pre> graph TD Start([Mulai]) --> Input[/Input Data Closing Price ADHIJK/] </pre>	<pre> ##memuat package yang diperlukan## library(minpack.lm) ##memuat data yang digunakan## data.cp=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.cp) View(data.cp) </pre>
 <pre> graph TD Input --> Process[Membuat fungsi forecast WEMA(5)] </pre>	<pre> ##membuat fungsi WEMA(5)## wema=function(par,data.cp) { #panjang data n=(dim(data.cp))[1]; N=n+1 #pembentukan matrix F0=matrix(0,n,1); #initial value F0[6]=(((data.cp[5,1]*5)+ (data.cp[4,1]*4)+ (data.cp[3,1]*3)+ (data.cp[2,1]*2)+ </pre>

Alur Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)	Program R Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)
	<pre>(data.cp[1,1]*1) /(sum(1:5)); #looping forecast for (i in 7:N) { F0[i]=par*data.cp[i-1,1]+ (1-par)*F0[i-1]; } return (F0) }</pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Melakukan <i>forecast</i> WEMA(5) dengan $\alpha = 0.3333$</div>	<pre>##menampilkan hasil perhitungan forecast WEMA(5) dengan memasukkan alpha maksimum## forecast=wema(0.3333,data.cp) data=as.data.frame(forecast) head(forecast) View(forecast)</pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Membuat fungsi <i>error</i> MSE dan MAPE metode WEMA(5)</div>	<pre>##membuat fungsi MSE## mse_wema=function(par,data.cp) { n=nrow(data.cp); forecast=wema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error2=(data[6:n,]- data.cp[6:n,])^2 mse_wema=mean(error2) } ##membuat fungsi MAPE## mapewema=function(par,data) { n=nrow(data.cp); data.cp2=data.cp[6:n,] forecast=wema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error=(data[6:n,]- data.cp[6:n,]) pei=(error/data.cp2)*-1 mapewema=mean(abs(pei))*100 }</pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Melakukan perhitungan MSE dan MAPE metode WEMA(5)</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 60px; height: 40px; margin: auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">Selesai</div>	<pre>##menampilkan hasil perhitungan nilai MSE metode WEMA(5)## mse=mse_wema(0.3333,data.cp) mse ##menampilkan hasil perhitungan nilai MAPE metode WEMA(5)## mape=mapewema(0.3333,data.cp) mape</pre>

5.1.2 Tahapan Pembuatan *Plot* Peramalan WEMA

Input

`data.plot.wema` : Data *date*, *closing price* saham, dan hasil *forecast* sampai dengan satu hari kedepan ($N = 257$)

Output: *Plot forecast WEMA(5)*

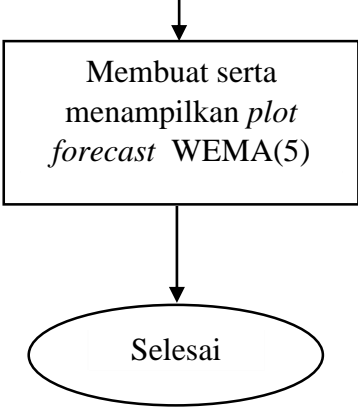
Prosedur pembuatan *plot* peramalan WEMA:

Langkah 1 : Melakukan *input* `data.plot.wema` untuk membuat *plot* yang terdiri dari nilai *forecast WEMA(5)* dengan data *closing price* yang dilihat berdasarkan waktu tanggal dikeluarkannya *closing price* tersebut (*date*).

Tahapan pembuatan *plot* hasil *forecast Weighted Exponential Moving Average (WEMA)* (menggunakan *software R*) pada **Tabel 5.2** berikut ini.

Tabel 5.2 Pembuatan *Plot Weighted Exponential Moving Average (WEMA)* Menggunakan Program *R*

Alur Pembuatan <i>Plot</i> Metode <i>Weighted Exponential Moving Average (WEMA)</i>	Program <i>R Plot</i> Metode <i>Weighted Exponential Moving Average (WEMA)</i>
<pre> graph TD Start([Mulai]) --> Input[/Input Data Forecast WEMA(5)/] Input --> Next[] </pre>	<pre> ##memuat package yang diperlukan## library(reshape2) library(ggplot2) library(tidyr) library(dplyr) ##memuat data yang diperlukan## data.plot.wema=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.plot.wema) View(data.plot.wema) ##konfersi data## df =data.plot.wema%>% </pre>

<p>Alur Pembuatan <i>Plot</i> Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)</p>	<p>Program R <i>Plot</i> Metode <i>Weighted Exponential Moving Average</i> (WEMA)</p>
 <pre> graph TD A[Membuat serta menampilkan plot forecast WEMA(5)] --> B([Selesai]) </pre>	<pre> select(Date, Close, Forecast.WEMA) %>% gather(key = "variabel", value="value", -Date) head(df,10) df\$Date=as.Date(df\$Date) ##menampilkan plot## ggplot(df,aes(x=Date, y=value))+ geom_line(aes(color=variable),size=1) + scale_color_manual(values= c("3498DB" ,"CD5C5C"))+theme_light() </pre>

5.2 Algoritma Perhitungan dan Komputasi *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES)

5.2.1 Tahapan Perhitungan Peramalan B-DES

Input:

data.cp : Data *closing price* saham ADHI.JK (N = 256)

Output:

- Nilai parameter *alpha* optimum
- Hasil *forecast* sampai dengan satu hari kedepan dengan menggunakan nilai parameter optimum
- Nilai *error Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan menggunakan nilai parameter optimum

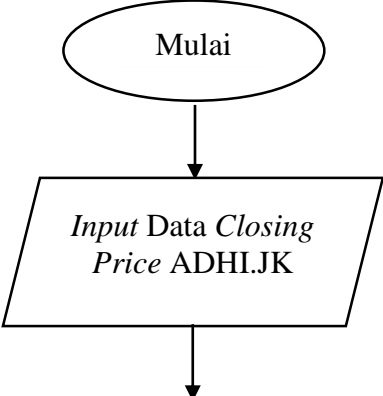
Prosedur peramalan dengan B-DES:

Langkah 1 : Melakukan *input* data.cp yang digunakan untuk membuat fungsi (*function*) untuk *forecast* metode B-DES dengan melakukan inialisasi pada $S_1' = MA(5)$ dan $S_1'' = MA(5)$ dimana $k = 5$ atau $MA(5)$ yang selanjutnya disebut sebagai *B-DES(5)*.

- Langkah 2 : Menyusun fungsi B-DES, fungsi dilanjutkan dengan melakukan perhitungan perulangan (*looping*) untuk rumus B-DES pada persamaan (2.10) sampai dengan persamaan (2.14) dengan dilanjutkan mengoreksi kesalahan fungsi B-DES (*debug forecast function*).
- Langkah 3 : Membuat *function error* masing-masing nilai MSE dan MAPE yang dalam hal ini merupakan fungsi objektif, yang berdasarkan *function forecast* metode B-DES berdasarkan persamaan (2.16) dan (2.18) dengan dilanjutkan mengoreksi kesalahan fungsi *error* (*debug error function*).
- Langkah 4 : Melakukan optimasi parameter dengan menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM) dengan bantuan *package library(minpack.lm)* dengan parameter *random*.
- Langkah 5 : Melakukan peramalan B-DES dengan memasukkan nilai parameter hasil optimasi (parameter optimum).
- Langkah 6 : Melakukan perhitungan MSE dan MAPE optimum B-DES.

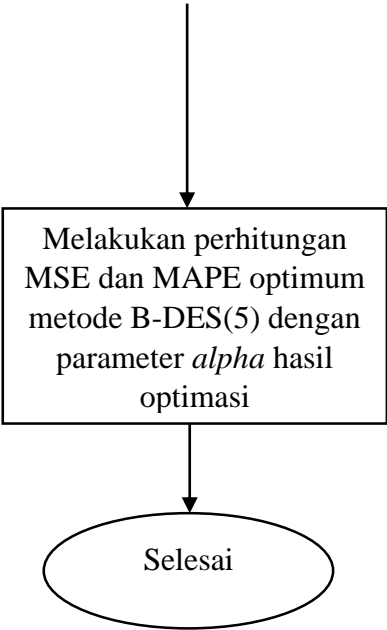
Tahapan perhitungan dan komputasi (menggunakan *software R*) *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) pada **Tabel 5.3** berikut ini.

Tabel 5.3 Perhitungan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) Menggunakan Program *R*

Alur Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)	Program <i>R</i> Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)
 <pre> graph TD Start([Mulai]) --> Input[/Input Data Closing Price ADHIJK/] </pre>	<pre> ##memuat package yang diperlukan## library(minpack.lm) ##memuat data yang digunakan## data.cp=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.cp) View(data.cp) </pre>

Alur Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)	Program R Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)
<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Membuat fungsi <i>forecast</i> B-DES (5) diikuti dengan melakukan <i>debug</i> fungsi <i>forecast</i> B-DES(5)</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<pre>##membuat fungsi B-DES (5)## bdes=function(par,data.cp) { #panjang data n=(dim(data.cp))[1]; N=n+1 #pembentukan matrix F0=matrix(0,n,1); S1=matrix(0,n,1); S2=matrix(0,n,1); a=matrix(0,n,1); b=matrix(0,n,1); #initial value S1[5]=(mean(data.cp[1:5])); S2[5]=(mean(data.cp[1:5])); a[5]=(mean(data.cp[1:5])); #looping forecast for (i in 6:N) { S1[i]=par*data.cp[i,1]+ (1-par)*S1[i-1]; S2[i]=par*S1[i]+(1-par)* S1[i-1]; b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]); a[i]=2*S1[i]-S2[i]; F0[i]=a[i-1]+b[i-1] } return(F0) } ##debug forecast function B-DES (5) dengan memasukkan alpha maksimum## forecast=bdes(0.1,data.cp) data=as.data.frame(forecast) head(forecast) View(forecast)</pre>
<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Membuat fungsi <i>error</i> MSE dan MAPE diikuti dengan melakukan <i>debug</i> fungsi <i>error</i> B-DES(5)</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<pre>##membuat fungsi MSE## msebdes=function(par,data.cp) { n=nrow(data.cp); forecast=bdes(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2 msebdes=mean(error2) }</pre>

Alur Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)	Program R Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)
	<pre>##membuat fungsi MAPE## mapebdes=function(par,data) { n=nrow(data.cp); data.cp2=data.cp[6:n,] forecast=wema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,]) pei=(error/data.cp2)*-1 mapebdes=mean(abs(pei))*100 } ##debug error function metode B-DES(5)## mse=msebdes(0.1,data.cp) mse mape=mapebdes(0.1,data.cp) mape</pre>
<p>Melakukan optimasi parameter <i>alpha</i> dengan algoritma LM pada fungsi objektif MSE ataupun MAPE</p>	<pre>##optimasi algoritma lm alpha random## lm=nls.lm(c(0.1),lower=NULL, upper=NULL,msebdes.data=data.cp)</pre>
<p>Melakukan peramalan optimum B-DES(5) dengan <i>alpha</i> hasil optimasi ($\alpha = 0.4420$)</p>	<pre>##melakukan forecast dengan parameter hasil optimasi (alpha=0.4420)## Forecast.op=bdes(0.4420,data.cp) data=as.data.frame(forecast.op) head(forecast.op) View(forecast.op)</pre>
	<pre>##membuat fungsi MSE forecast optimum## msebdes.op=function(par,data.cp) { n=nrow(data.cp); forecast.op=bdes(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast.op) error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2 msebdes.op=mean(error2) } ##membuat fungsi MAPE forecast optimum##</pre>

Alur Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)	Program R Metode <i>Brown's Double Exponential Moving Average</i> (B-DES)
 <pre> graph TD Start(()) --> Process[Melakukan perhitungan MSE dan MAPE optimum metode B-DES(5) dengan parameter alpha hasil optimasi] Process --> End([Selesai]) </pre>	<pre> mapebdes.op=function(par,data) { n=nrow(data.cp); data.cp2=data.cp[6:n,]; forecast.op=bdes(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast.op) error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,]) pei=(error/data.cp2)*-1 mapebdes.op=mean(abs(pei))*100 } ##menampilkan hasil perhitungan nilai MSE forecast optimum metode B- DES(5)## mse.op=msebdes.op(0.4420,data.cp) mse.op ##menampilkan hasil perhitungan nilai MAPE forecast optimum metode B- DES(5)## mape.op=mapebdes.op(0.4420,data.cp) mape.op </pre>

5.2.2 Tahapan Pembuatan *Plot* Peramalan B-DES

Input

`data.plot.wema` : Data *date*, *closing price* saham, dan hasil *forecast* dari parameter optimum sampai dengan satu hari kedepan ($N = 257$)

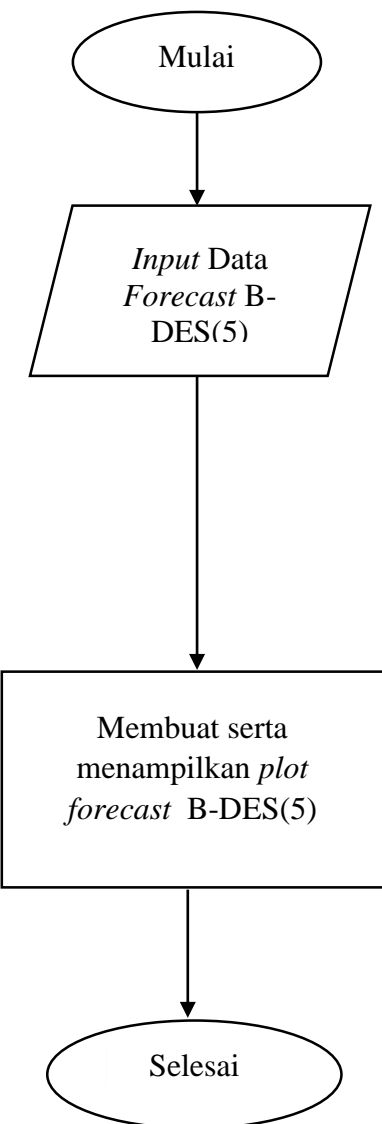
Output: *Plot forecast optimum B-DES(5)*

Prosedur pembuatan *plot* peramalan B-DES:

Langkah 1 : Melakukan *input* `data.plot.bdes` untuk membuat *plot* yang terdiri dari nilai *forecast* hasil dari parameter optimum *B-DES(5)* dengan data *closing price* yang dilihat berdasarkan waktu tanggal dikeluarkannya *closing price* tersebut (*date*).

Tahapan pembuatan *plot* hasil *forecast* optimum *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) (menggunakan *software R*) pada **Tabel 5.4** berikut ini.

Tabel 5.4 Pembuatan *Plot Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) Menggunakan Program R

Alur Pembuatan <i>Plot Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES)	Program R <i>Plot Metode Brown's Double Exponential Smoothing</i> (B-DES)
 <pre> graph TD A([Mulai]) --> B[/Input Data Forecast B-DES(5)/] B --> C[Membuat serta menampilkan plot forecast B-DES(5)] C --> D([Selesai]) </pre>	<pre> ##memuat package yang diperlukan## library(reshape2) library(ggplot2) library(tidyr) library(dplyr) ##memuat data yang diperlukan## data.plot.bdes=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.plot.bdes) View(data.plot.bdes) ##konfersi data## df =data.plot.bdes%>% select(Date, Close, Forecast.B.DES) %>% gather(key = "variabel", value="value",-Date) head(df,10) df\$Date=as.Date(df\$Date) ##menampilkan plot## ggplot(df,aes(x=Date, y=value))+ geom_line(aes(color=variable),size=1) + scale_color_manual(values= c("3498DB" ,"CD5C5C"))+theme_light() </pre>

5.3 Algoritma Perhitungan dan Komputasi *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA)

5.3.1 Tahapan Perhitungan Peramalan B-WEMA

Input:

data.cp : Data *closing price* saham ADHI.JK (N = 256)

Output:

- a. Nilai parameter *alpha* optimum
- b. Hasil *forecast* sampai dengan satu hari kedepan dengan menggunakan nilai parameter optimum
- c. Nilai *error Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan menggunakan nilai parameter optimum.

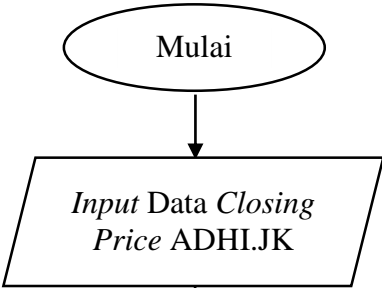
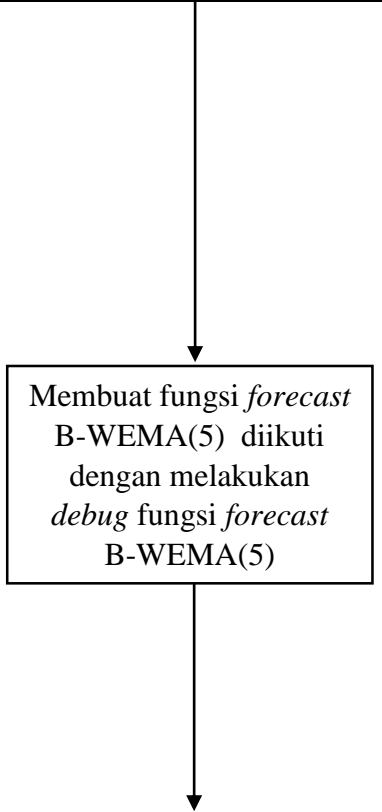
Prosedur peramalan dengan B-WEMA:

- Langkah 1 : Melakukan *input* data.cp yang digunakan untuk membuat fungsi (*function*) untuk *forecast* metode B-WEMA dengan melakukan inisialisasi pada $S'_0 = WMA(5)$ dan $S''_0 = WMA(5)$ dimana $k = 5$ atau $MA(5)$ yang selanjutnya disebut sebagai *B – WEMA(5)*
- Langkah 2 : Membuat fungsi B-WEMA, fungsi dilanjutkan dengan melakukan perhitungan perulangan (*looping*) untuk rumus B-WEMA pada persamaan (2.15) dengan dilanjutkan mengoreksi kesalahan fungsi B-DES (*debug forecast function*).
- Langkah 3 : Membuat *function error* masing-masing untuk nilai MSE dan MAPE yang berdasarkan *function forecast* metode B-WEMA berdasarkan persamaan (2.16) dan persamaan (2.18) dengan dilanjutkan mengoreksi kesalahan fungsi *error* (*debug error function*).
- Langkah 4 : Melakukan optimasi parameter dengan menggunakan algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM) dengan bantuan *package librarty(minpack.lm)* dengan memasukkan nilai parameter *random* pada langkah (2).

Langkah 5 : Melakukan peramalan B-WEMA dengan memasukkan nilai parameter hasil optimasi (parameter optimum).

Tahapan perhitungan dan komputasi (menggunakan *software R*) *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) pada **Tabel 5.5** berikut ini.

Tabel 5.5 Perhitungan *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) Menggunakan Program *R*

Alur Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)	Program <i>R</i> Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)
	<pre>##memuat package yang diperlukan## library(minpack.lm) ##memuat data yang digunakan## data.cp=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.cp) View(data.cp)</pre>
	<pre>##membuat fungsi B-WEMA(5)## bwema=function(par,data.cp) { #panjang data n=(dim(data.cp))[1]; N=n+1 #pembentukan matrix F0=matrix(0,n,1); S1=matrix(0,n,1); S2=matrix(0,n,1); a=matrix(0,n,1); b=matrix(0,n,1); #initial value S1[5]=(((data.cp[5,1]*5)+ (data.cp[4,1]*4)+ (data.cp[3,1]*3)+ (data.cp[2,1]*2)+ (data.cp[1,1]*1))/ (sum(1:5))); S2[5]=(((data.cp[5,1]*5)+ (data.cp[4,1]*4)+ (data.cp[3,1]*3)+ (data.cp[2,1]*2)+ (data.cp[1,1]*1))/ (sum(1:5)));</pre>

Alur Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)	Program R Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)
	<pre> a[5]=(((data.cp[5,1]*5)+ (data.cp[4,1]*4)+ (data.cp[3,1]*3)+ (data.cp[2,1]*2)+ (data.cp[1,1]*1))/ (sum(1:5))); #looping forecast for (i in 6:N) { S1[i]=par*data.cp[i,1]+ (1-par)*S1[i-1]; S2[i]=par*S1[i]+(1-par)* S1[i-1]; b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]); a[i]=2*S1[i]-S2[i]; F0[i]=a[i-1]+b[i-1] } return(F0) } ##debug forecast function B-WEMA(5## forecast=bwema(0.1,data.cp) data=as.data.frame(forecast) head(forecast) View(forecast) </pre>
<p style="text-align: center;">Membuat fungsi <i>error</i> MSE dan MAPE diikuti dengan melakukan <i>debug</i> fungsi <i>error</i> B-WEMA(5)</p>	<pre> ##membuat fungsi MSE## msebwema=function(par,data.cp) { n=nrow(data.cp); forecast=bwema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2 msewema=mean(error2) } ##membuat fungsi MAPE## mapewema=function(par,data) { n=nrow(data.cp); data.cp2=data.cp[6:n,]; forecast=bwema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast) error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,]) pei=(error/data.cp2)*-1 mapebwema=mean(abs(pei))*100 } </pre>

<p>Alur Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)</p>	<p>Program R Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)</p>
<p>↓</p>	<pre>##debug error function metode B- WEMA(5) ## mse=msebwema(0.1,data.cp) mse MAPE metode B-WEMA(5) ## mape=mapebwema(0.1,data.cp) mape</pre>
<p>Melakukan optimasi parameter α dengan algoritma LM pada fungsi objektif MSE ataupun MAPE</p> <p>↓</p>	<pre>##optimasi algoritma lm## lm=nls.lm(c(0.1),lower=NULL, upper=NULL,msebwema.data=data.cp)</pre>
<p>Melakukan peramalan optimum B-WEMA(5) dengan α hasil optimasi ($\alpha = 0.4452$)</p> <p>↓</p>	<pre>##melakukkan forecast dengan parameter hasil optimasi (alpha=0.4452)## forecast.op=bwema(0.4452,data.cp) data=as.data.frame(forecast.op) head(forecast.op) View(forecast.op)</pre>
<p>Melakukan perhitungan MSE dan MAPE optimum metode B-WEMA(5) dengan parameter α hasil optimasi</p> <p>↓</p> <p>Selesai</p>	<pre>##membuat fungsi MSE forecast optimum## msebwema.op=function(par,data.cp) { n=nrow(data.cp); forecast.op=bwema(par,data.cp); data=as.data.frame(forecast.op) error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2 msebwema.op=mean(error2) } ##menampilkan hasil perhitungan nilai MSE forecast optimum metode B- WEMA(5) ## mse.op=msebwema.op(0.4452,data.cp) mse.op ##menampilkan hasil perhitungan nilai MAPE forecast optimum metode B- WEMA(5) ## mape.op=mapebdes.op(0.4452,data.cp) mape.op</pre>

5.3.2 Tahapan Pembuatan *Plot* Peramalan B-WEMA

Input

`data.plot.wema` : Data *date*, *closing price* saham, dan hasil *forecast* dari parameter optimum sampai dengan satu hari kedepan ($N = 257$)

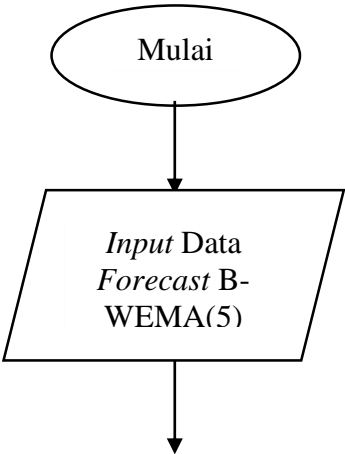
Output: *Plot forecast* optimum B–WEMA(5)

Prosedur pembuatan *plot* peramalan B-WEMA:

Langkah 1 : Melakukan *input* `data.plot.bwema` untuk membuat *plot* yang terdiri dari nilai *forecast* hasil dari parameter optimum B–WEMA(5) dengan data *closing price* yang dilihat berdasarkan waktu tanggal dikeluarkannya *closing price* tersebut (*date*).

Tahapan pembuatan *plot* hasil *forecast* optimum *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) (menggunakan *software R*) pada **Tabel 5.6** berikut ini.

Tabel 5.6 Pembuatan *Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) Menggunakan Program *R*

Alur Pembuatan <i>Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)	Program <i>R Plot</i> Metode <i>Brown's Weighted Exponential Moving Average</i> (B-WEMA)
 <pre> graph TD Start([Mulai]) --> Input[/Input Data Forecast B-WEMA(5)/] Input --> Arrow[] </pre>	<pre> ##memuat package yang diperlukan## library(reshape2) library(ggplot2) library(tidyr) library(dplyr) ##memuat data yang diperlukan## data.plot.bwema=read.delim("clipboard") ##menampilkan data## head(data.plot.bwema) </pre>

<p>Alur Pembuatan <i>Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)</i></p>	<p>Program R <i>Plot Metode Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)</i></p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Membuat serta menampilkan <i>plot forecast B-WEMA(5)</i></p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<pre>View(data.plot.bwema) ##konfersi data## df =data.plot.bwema%>% select(Date, Close, Forecast.B.WEMA) %>% gather(key = "variabel", value="value",-Date) head(df,10) df\$Date=as.Date(df\$Date)</pre>
<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Selesai</p> </div>	<pre>##menampilkan plot## ggplot(df,aes(x=Date, y=value))+ geom_line(aes(color=variable),size=1) + scale_color_manual(values= c("3498DB" ,"CD5C5C"))+theme_light()</pre>

5.4 Karakteristik Data Harga Saham

Pada penelitian ini digunakan data harga penutupan (*closing price*) PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHIJK) yang terdiri dari data harian selama satu tahun perdagangan (256 hari bisnis) terhitung mulai 1 Maret 2017 sampai dengan 1 Maret 2018. Karakteristik data digunakan untuk melihat gambaran umum dari sebuah data. Karakteristik data pada harga saham ADHIJK ditampilkan dalam bentuk *time series plot* dan statistik deskriptif. *Time series plot* digunakan untuk mengetahui pola dari suatu data tersebut. Sedangkan analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran data.



Gambar 5.1 Pola data

Dari **Gambar 5.1**, secara keseluruhan, data dapat dikatakan cukup berfluktuasi disekitar rata-ratanya, dimana terlihat data awal cukup konstan dalam mengalami perubahan. Terlihat pula bahwa data memiliki kecenderungan *trend* naik diakhir periode. Analisis deskriptif yang didapat adalah sebagai berikut.

Tabel 5.7 Statistik Deskriptif

Minimum	Mean	Maximum
1,720	2,152	2,480

Harga saham yang beredar di publik akan berubah mengikuti skema persediaan/permintaan dan penawaran yang ada di pasar bursa (Bursa Efek Indonesia), dimana harga saham ditentukan oleh pasar. Dari **Tabel 3.2**, dapat diketahui bahwa harga penutupan saham (*closing price*) *minimum* (terendah) pada satu tahun perdagangan (256 hari) sebesar 1,720, dengan hal ini dapat dikatakan bahwa permintaan pasar terhadap saham ADHIJK dalam satu tahun terendah pada harga Rp. 1,720 per lembar dimana dapat diartikan rendahnya *closing price* ini dikarenakan ekspektasi pasar sangat rendah pada perusahaan PT Adhi Karya (Persero) Tbk. Kemudian *mean* (rata-rata) *closing price* saham sebesar Rp. 2,150 yang memiliki arti bahwa rata-rata dalam satu tahun perdagangan, *closing price* saham ADHIJK terbentuk pada harga Rp. 2,150 per lembar. Kemudian, harga

closing price maximum (tertinggi) sebesar Rp. 2,480 yang artinya permintaan pasar paling tinggi terhadap saham ADHI.JK dalam satu tahun pada harga Rp. 2,480 per lembar, hal ini dikarenakan ekspektasi pasar optimis pada perusahaan PT Adhi Karya (Persero) Tbk.

5.5 Perbandingan Hasil

Dalam bagian ini, perbandingan dibuat dari hasil yang diperoleh dari tiga metode dan grafik peramalan untuk memprediksi nilai *rate of return*. Sebelum itu, optimasi telah dilakukan untuk parameter *alpha* pada B-DES dan B-WEMA. Optimasi LM dilakukan hanya untuk metode yang merupakan model *exponential smoothing* karena pada hal ini yang dioptimalkan adalah parameter *exponential smoothing* sehingga diharapkan model *exponential smoothing* memiliki MSE ataupun MAPE terkecil dimana algoritma LM tersebut memperkecil fungsi *chi-square* pada persamaan (2.19) supaya fungsi objektif yang dalam hal ini adalah nilai MSE ataupun MAPE akan diminumkan. Fungsi kendala dalam melakukan optimasi LM ini adalah syarat dari nilai-nilai parameter *alpha* (α) yaitu nilai parameter berada diantara 0 sampai 1. Pengoptimalan parameter ini yang dilakukan menggunakan bantuan *package library(minpack.lm)* yang tersedia pada *software R*. Tidak dilakukannya optimasi parameter *alpha* pada WEMA dikarenakan metode WEMA tidak termasuk kedalam model *exponential smoothing*, dalam hal ini pula parameter yang digunakan pada WEMA sudah merupakan nilai parameter maksimum, yaitu sebesar 0.3333 yang didapatkan dari $k = 5$ dengan $k = 5$. Hasil perubahan parameter sebelum dan setelah dilakukan optimasi dapat dilihat dalam **Tabel 5.8** berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Optimasi Parameter Metode B-DES dan B-WEMA

Perlakuan	B-DES	B-WEMA
Parameter sebelum optimasi	0.1	0.1
Parameter sesudah optimasi	0.4420	0.4452

Hasil dari optimasi parameter algoritma LM pada B-DES dan B-WEMA diperoleh hasil bahwa pada B-DES parameter *alpha* optimum yang didapatkan

sebesar 0.4420, hasil ini didapatkan setelah melakukan optimasi parameter *random* sebesar 0.1, sedangkan pada B-WEMA diperoleh nilai parameter *alpha* optimum sebesar 0.4452, hasil ini pula didapatkan setelah melakukan optimasi parameter *random* sebesar 0.1. Setelah didapatkan parameter optimum untuk keseluruhan metode, selanjutnya dilanjutkan untuk memprediksi nilai *closing price* saham ADHIJK satu hari kedepan (2 Maret 2018). Hasil peramalan untuk masing-masing metode dapat dilihat dalam **Tabel 5.9** berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Peramalan Masing-Masing Metode

Date	WEMA	B-DES	B-WEMA
2018-03-02	2,456.879	2,476.341	2,476.243

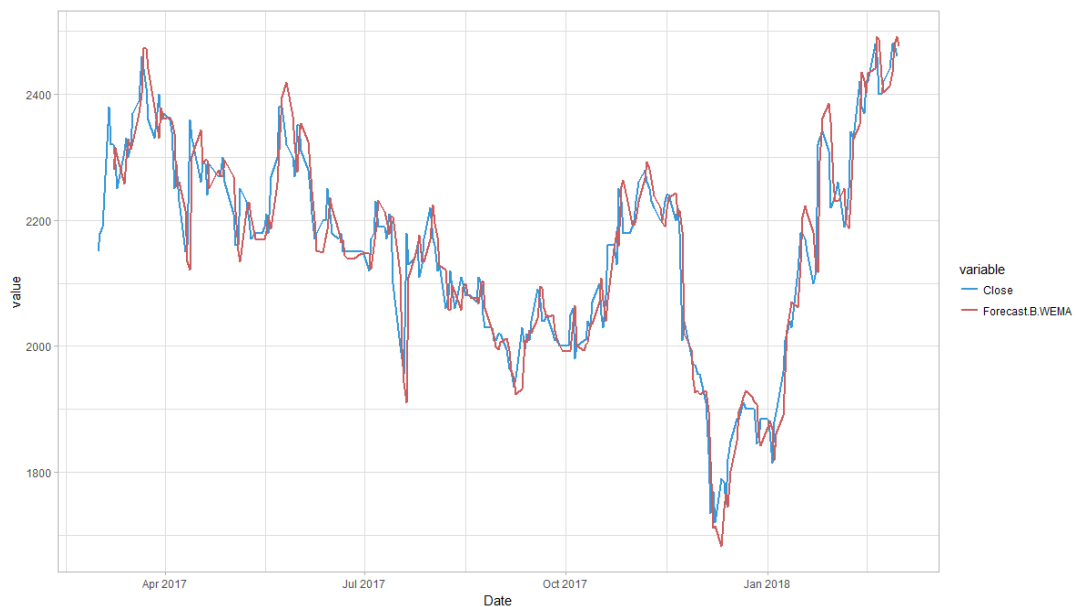
Pada **Tabel 5.9** dapat diketahui bahwa nilai *closing price* saham ADHIJK untuk tanggal 2 Maret 2018 untuk metode WEMA sebesar 2,456.879, B-DES 2,476.341, dan B-WEMA 2,476.243. Terlihat pada hasil nilai peramalan B-DES dan B-WEMA nilai peramalan yang diperoleh tidak jauh berbeda, sedangkan nilai peramalan pada WEMA cukup jauh berbeda dibandingkan dua metode lainnya. Visualisasi dari data *closing price* saham ADHIJK dengan *forecast* masing-masing metode dapat dilihat dari **Gambar 5.2**, **Gambar 5.3**, dan **Gambar 5.4** berikut ini.



Gambar 5.2 Plot *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA)



Gambar 5.3 Plot *Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*



Gambar 5.4 Plot *Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*

Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 menunjukkan *plot* hasil peramalan metode WEMA, B-DES, dan B-WEMA yang dilihat berdasarkan waktu. Data aktual *closing price* saham ADHI.JK pada grafik dibawah ini ditunjukkan oleh garis biru, sementara data prediksi ditunjukkan oleh garis merah. Dari *plot* atau kurva yang ditampilkan, dapat terlihat bahwa kurva hasil peramalan B-WEMA

lebih mampu mengikuti pola data aktual *closing price* saham serta tidak terlihatnya ketimpangan yang cukup jauh dibandingkan WMA dan B-DES.

Tabel 5.10 Nilai MSE dan MAPE Masing-Masing Metode

Metode	MSE	MAPE
WEMA	3,337.424	2.0270%
B-DES	2,620.318	1.7093%
B-WEMA	2,606.457	1.7057%

Untuk hasil terbaik, dilihat berdasarkan nilai *error* terkecil dari MSE dan MAPE pada masing-masing metode. Seperti yang dapat terlihat pada **Tabel 3.2**, metode B-WEMA memperoleh nilai MSE sebesar 2,606.457 serta MAPE terkecil yaitu MSE sebesar 1.7057% dibandingkan kedua metode lainnya. Metode WEMA memiliki nilai MSE sebesar 2,606.257 dan MAPE sebesar 1.7057%, sedangkan metode B-DES memiliki nilai MSE sebesar 2,620.318 dan MAPE sebesar 1.7093%.

5.6 Rate of Return Saham

Perhitungan nilai *rate of return* saham atau tingkat pengembalian dari saham ADHIJK dilakukan berdasarkan persamaan (2.1) menggunakan *Microsoft Excel*. Sedangkan untuk pembuatan grafik pergerakan nilai *rate of return* saham ADHIJK dilakukan dengan menggunakan *software* R. Contoh perhitungan *return* saham adalah sebagai berikut dimana diketahui bahwa $t = 1$ dengan $P_1 = \text{Rp. } 2,180$ merupakan data *closing price* saham pada saat *return* pertama yaitu pada tanggal 2 Maret 2017, dan $P_0 = \text{Rp. } 2,150$ merupakan data *closing price* saham pada saat tidak terbentuknya *return* pada tanggal 1 Maret 2017.

$$R = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

$$R = \log\left(\frac{2180}{2150}\right)$$

$$R = 0.00602$$

Untuk mengubah nilai *return* menjadi *rate of return* dengan dikalikan 100 (dalam %) maka nilai *rate of return* pertama yaitu sebesar 0.602% atau dapat

dikatakan investor mendapatkan keuntungan 0.602% dari total dana yang diinvestasikan pada saham ADHI.JK dalam satu hari. Hasil perhitungan selengkapnya terdapat pada **Lampiran 14**.

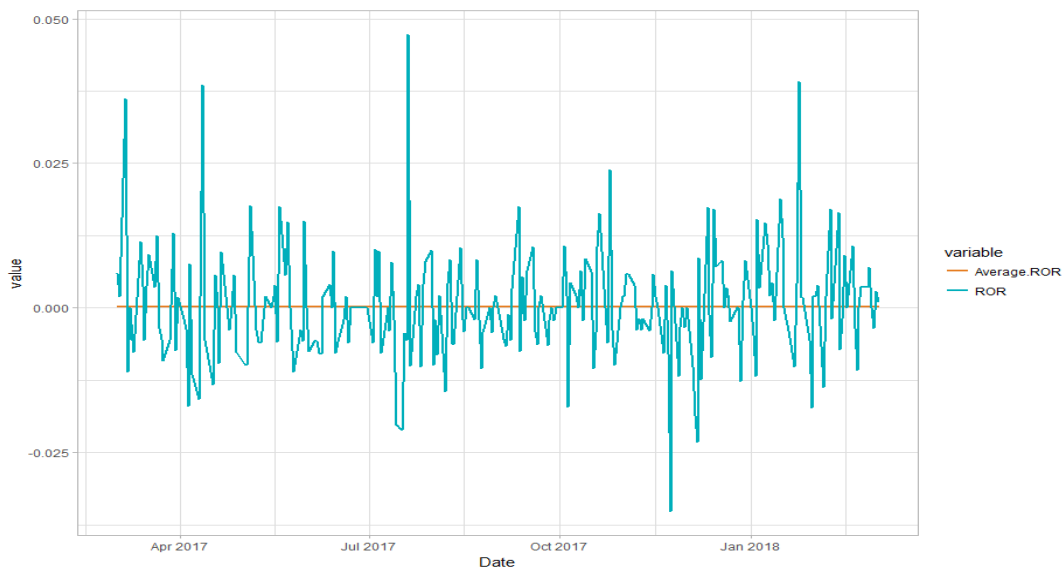
Pada perbandingan hasil, telah diketahui bahwa metode B-WEMA memiliki nilai *error* baik MSE maupun MAPE dibandingkan metode WEMA dan BDES. Maka metode hasil dari peramalan menggunakan metode B-WEMA dilanjutkan untuk melakukan analisis prediksi *rate of return* saham ADHI.JK. Peramalan satu hari kedepan untuk B-WEMA telah dilakukan menggunakan *software R*, kemudian selanjutnya peramalan 2 hari dan 3 hari kedepan dilanjutkan menggunakan *Microsoft Excel* dengan menggunakan persamaan (2.15) dimana $m=2$ untuk peramalan hari kedua, dan $m=3$ untuk peramalan hari ketiga. Nilai hasil peramalan 3 hari kedepan dengan B-WEMA ini digunakan untuk mendapatkan nilai *rate of return* saham 3 hari kedepan yang hasilnya seperti pada **Tabel 5.11**. Sedangkan untuk melihat pergerakan *return* saham ADHI.JK dapat dilihat berdasarkan grafik pada **Gambar 5.5** berikut ini.

Tabel 5.11 *Forecast B-WEMA dan Prediksi Rate of Return Saham ADHI.JK*

Date	B-WEMA	Rate of Return
2017-03-01	Rp. 2,150	-
2017-03-02	Rp. 2,180	0.6018%
2017-03-03	Rp. 2,190	0.1988%
⋮	⋮	⋮
2018-03-02	Rp. 2,476.243	0.2858%
2018-03-03	Rp. 2,482.544	0.1104%
2018-03-04	Rp. 2,488.844	0.1101%
		$\bar{x} = 0.0246\%$

Dari hasil peramalan metode terbaik dalam tiga hari kedepan yaitu sebesar Rp. 2,476.233, Rp. 2,482.544, dan Rp. 2,488.844 digunakan untuk meramalkan atau memprediksi *rate of return* saham yang menghasilkan nilai 0.2858%, 0.1104%, dan 0.1101% untuk tiga hari berikutnya dengan rata-rata nilai *return* saham sebesar 0.000246 yang artinya selama kurun waktu tahun investasi, investor

mendapatkan keuntungan sebesar 0.0246% per hari dari total dana yang diinvestasikan pada saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk.



Gambar 5.5 Grafik *Rate of Return* Saham ADHI.JK

Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.5** dapat disimpulkan bahwa pergerakan plot *return* harga *closing price* saham ADHI.JK cenderung stabil. Grafik menunjukkan bahwa *return* yang diperoleh sangat bervariasi. Nilai *return* saham ADHI.JK mempunyai nilai rata-rata positif yang menunjukkan bahwa selama periode tersebut harga saham mengalami kenaikan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan prediksi *rate of return* menggunakan *Brown's Weighted Exponential Moving Average* dengan optimasi *Levenberg-Marquardt* (LM), maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penerapan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) dalam prediksi *rate of return* saham dilakukan dengan menggunakan pembuatan *function* manual *forecast* B-WEMA dalam *software R* yang merupakan penggabungan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dengan *Weighted Moving Average* (B-WEMA). Dilanjutkan dengan pembuatan *function* perhitungan *error* masing-masing pada MSE dan MAPE dengan nilai awal parameter *alpha* sembarang. Parameter *alpha* awal sembarang yang digunakan untuk pengoptimasian *Levenberg-Marquardt* (LM) dengan *library* (*minpack.lm*) dengan fungsi *nls.lm* dalam *software R* yang menghasilkan nilai parameter *alpha* optimal sebesar 0.4452 dengan hasil MSE dan MAPE optimal masing-masing secara berurut sebesar 2606.457 dan 1.7057%.
2. Perbandingan nilai *error* pada MSE dan MAPE metode B-WEMA yang dibandingkan dengan metode *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA) dan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dilakukan untuk melihat metode terbaik dengan nilai *error* terkecil yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi nilai *rate of return* saham ADHIJK. B-WEMA memiliki MSE 2606.457 dan MAPE 1.7057%, sedangkan WEMA memiliki MSE 3337.424 dan MAPE 2.0270%, dan B-DES memiliki MSE 2620.317 dan MAPE 1.7093%. Dari perbandingan ketiga metode tersebut, dapat dilihat bahwa B-WEMA adalah metode terbaik karena memiliki nilai MSE dan MAPE terkecil.

3. Dari hasil metode peramalan terbaik yaitu hasil peramalan pada B-WEMA, dimana nilai peramalan selama tiga hari berikutnya menggunakan B-WEMA secara berturut-turut sebesar 2476.234, 2482.544, dan 2488.844 yang selanjutnya digunakan untuk meramalkan *rate of return* saham yang menghasilkan nilai 0.2858%, 0.1104%, dan 0.1101% untuk tiga hari berikutnya dengan rata-rata nilai *return* saham sebesar 0.000246 yang artinya selama kurun waktu tahun investasi, investor mendapatkan keuntungan sebesar 0.0246% per hari dari total dana yang diinvestasikan pada saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh, maka terdapat beberapa saran, yaitu adalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan pada fungsi *library (minpack.lm)* dengan *function nls.lm* untuk metode *Levenberg-Marquardt (LM)* adalah pada tidak terlihatnya berapa banyak iterasi yang dilakukan untuk mendapatkan parameter *alpha* optimal. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *function* dalam *packages library (minpack.lm)* lainnya sehingga dapat terlihat berapa banyak iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan parameter *alpha* optimal.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan jumlah data. Dengan penambahan data ataupun variabel tersebut memberikan informasi tambahan.
3. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk lebih memperhatikan nilai dasar maupun *initial value* pada WEMA maupun B-WEMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, R. L. (2002). *Peramalan Bisnis, Edisi 1*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Brigham & Houston. (2010). *Dasar-dasar Manajemen Keuangan Buku 1 (Edisi 11)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Budiasih. (2009). Metode Levenberg-Marquardt Untuk Masalah Kuadrat Terkecil Nonlinear. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Caesario, E. B. (2018, January 14). *Market Bisnis Indonesia*. Diambil kembali dari Market Bisnis:
<http://market.bisnis.com/read/20180114/189/726416/rekomendasi-saham-adhi-berpotensi-melambung>. Diunduh Tanggal 10 Mei 2018, Pukul 13.30 WIB.
- Cakti, G. A. (2017, February 17). *Market Bisnis Indonesia*. Diambil kembali dari Market Bisnis:
<http://market.bisnis.com/read/20170217/7/629660/sepanjang-2016-jumlah-investor-baru-di-pasar-modal-indonesia-naik-23.47>. Diunduh Tanggal 12 Mei 2018, Pukul 20.00 WIB.
- Darmadji & Fakhrudin. (2011). *Padar Modal di Indonesia Edisi 3*. Jakarta: Salemba Empat.
- Djarwanto & Subagyo, P. (2002). *Statistik Induktif*. Yogyakarta: BPFE.
- Elzhov, T.V., Mullen K.M., Spiess, A.N., & Bolker, B. (2016, November 20). *Cran.R*. Diambil kembali dari Cran.R Project: <https://cran.r-project.org/web/packages/minpack.lm/minpack.lm.pdf>. Diunduh 10 Juni 2018, Pukul 21.25 WIB.
- Eris, N. P., Nohe, Darnah. A., & Wahyuningsih, Sri. (2014). Peramalan Dengan Metode Smothing dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Average. *Jurnal Exponensial ISSN 2085-7829*.
- Fakhrudin, Shopian, dan Hardianto. (2001). *Perangkat dan Model Analisis Investasi di Pasar Modal Buku I*. Jakarta: PT Alex Media Komputindo.
- Gasperz, V. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Geamedia Pustaka Umum.
- Gavin, H. P. (2017). *The Levenberg-Marquardt Method for Nonlinier Least Square Curve-Fitting Problems*. Department of Civil and Environmental Engineering Duke University.

- Hanke, J., & Wichern, D. (2005). *Business Forecasting*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hansun. (2013). A New Approach of Moving Average Method in Time Series Analysis. *International Conference on New Media (CoNMedia)* (hal. 1-4). Indonesia: Proc. of the 2013 IEEE International Conference on New Media.
- Hansun. (2016). A New Approach of Brown's Double Exponential Smoothing Method in Time Series Analysis. *Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering (BAJECE)*, 75-78.
- Hartono, J. (2008). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Heizer, J. & Render. (2011). *Operations Management Edisi Kesembilan Buku Dua*. Jakarta: Salemba Empat.
- Heizer, J. & Render, B. (2009). *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba 4.
- Hendarto, K. (2005). *Belajar Trading Pahami Trading Sebelum Anda Memulai*. Jakarta: Andi Offset.
- Husnan, S. (2009). *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Kristien & Sofian. (2015). Analisa da Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Untuk Prediksi Penjualan Pada Periode Tertentu. *Proc. SNATIF Ke-2*. Kudus: Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and. *Journal of Economic Literature*,, 688-726.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E. (2003). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Muthmainah, D. A. (2017, December 29). *www.cnnindonesia.com*. Diambil kembali dari CNN Indonesia: <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20171228153055-92-265256/arah-2018-emiten-konstruksi-jadi-menu-utama-bursa-saham>. Diunduh Tanggal 14 Mei 2018, Pukul 20.15 WIB.
- Ong. (2016, May 10). *Technical Analysis for Mega Profit*. Jakarta: PT Gramedia. Diambil kembali dari Belajar Forex: <http://belajarforex.com/walking-lamb/6-moving-average-ma.html>. Diunduh Tanggal 10 Mei 2017, Pukul 20.35 WIB.
- Peng, C. S. (2001). *Profit from Online Stock Investment*. Singapura: Mc-Graw-Hill Education.

- Preve, D. (2008). *Time Series Analysis: With Applications to Financial Econometrics*. England: Digital Comprehensive Summaries Uppsala Dissertations, Faculty of Social Sciences.
- Primandari, A.H. (2015). *Materi Kuliah Pengantar Statistika Keuangan Return dan Volatilitas*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Primandari, A. H. (2016). Grey Double Exponential Smoothing dengan Optimasi Levenberg-Marquardt untuk Peramalan Volume Penumpang di Bandara Soekarno-Hatta. *Jurnal Derivat Volume 3 No. 2* , 25-39.
- Rachman, F., Rachmatin, D., dan Dahlan, J.A. (2015). Penerapan Metode Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) dan Metode Semi Varians (SV) dalam Perhitungan Risiko Portofolio Saham PT Pindad Persero. *ejournal unisba*, 39-57.
- Santoso, S. (2009). *Buisness Forecasting Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan Minitab dan SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sartono, A. R. (2008). *Manajemen Keuangan (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: BPFE.
- Sawidji, W. (2008). *Cara Sehat Investasi di Pasar Modal Edisi Revisi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Simatupang, M. (2010). *Pengetahuan Praktis Investasi Saham dan Dana Reksa*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Suarsa, A. (2006). *Perbandingan Analisa Teknikal Metode Simple Moving Average, Weigted Moving Average, dan Exponential Moving Average Dalam Memprediksi Harga Saham LQ-45 Sub Sektor Telekomunikasi di Bursa Efek Jakarta*. Bandung: Sekolah Tinggi Ilmu Eknonomi Muhammadiyah Bandung.
- Tandelilin, E. (2001). *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Yogyakarta: BPFE.
- Umarrazi & Nurdin. (2016). Peramalan Jumlah Keuntungan Mie Istan Pada Sumber Rezeki Kota Lhokseumawe Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Sistem Informasi*, 185-218.
- Whitten, J.L., Bentley. L.D., & Dittman, K.C. (2007). *System Analysis and Design Mehods*. New York: McGraw-Hill.
- Xiochen, L. (2013). Comparison and Analysis Between Holt Exponential Smoothing and Brown Exponential Smoothing Used for Freight Turnover Forecast. *Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application*. China.

- Yahoo! Fincance*. (2018, May 2). Diambil kembali dari Yahoo! Finance:
[https://finance.yahoo.com/quote/%5EJKSE/history?period1=1275238800
&period2=1493485200&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo](https://finance.yahoo.com/quote/%5EJKSE/history?period1=1275238800&period2=1493485200&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo).
Diunduh Pada Tanggal 2 Mei 2018, Pukul 20.45 WIB.
- Zubir, Z. (2013). *Manajemen Portofolio Penerapannya dalam Investasi Saham*.
Jakarta: Salemba Empat.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *Closing Price* Saham ADHIJK

No	Date	Close
1	2017-03-01	2150
2	2017-03-02	2180
3	2017-03-03	2190
4	2017-03-06	2380
5	2017-03-07	2320
6	2017-03-08	2320
7	2017-03-09	2290
8	2017-03-10	2250
9	2017-03-13	2310
10	2017-03-14	2330
11	2017-03-15	2300
12	2017-03-16	2320
13	2017-03-17	2370
14	2017-03-20	2390
15	2017-03-21	2460
16	2017-03-22	2440
17	2017-03-23	2410
18	2017-03-24	2360
19	2017-03-27	2330
20	2017-03-29	2400
21	2017-03-30	2360
22	2017-03-31	2370
:	:	:
241	2018-02-08	2340
242	2018-02-09	2330
243	2018-02-12	2420
244	2018-02-13	2380
245	2018-02-14	2370
246	2018-02-15	2420
247	2018-02-16	2420
248	2018-02-19	2480
249	2018-02-20	2460
250	2018-02-21	2400
251	2018-02-22	2400
252	2018-02-23	2420
253	2018-02-26	2440
254	2018-02-27	2480
255	2018-02-28	2480
256	2018-03-01	2460

Lampiran 2 Sintaks *Weighted Exponential Moving Average* (WEMA)

```

data.cp=read.delim("clipboard",header=TRUE)
head(data.cp)
library(minpack.lm)

wema=function(par,data.cp)
{
  #panjang data
  n=(dim(data.cp))[1];
  N=n+1

  #pembentukan matriks
  F0=matrix(0,n,1);

  #initial value
  F0[6]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
          (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));

  for (i in 7:N)
  {
    F0[i]=par*data.cp[i-1,1]+(1-par)*F0[i-1];
  }
  return(F0)
}

forecast = wema(0.3333,data.cp)
data=as.data.frame(forecast)
head(forecast)
View(forecast)

mse_wema=function(par,data.cp)
{
  n=nrow(data.cp);
  forecast=wema(par,data.cp);
  data=as.data.frame(forecast)
  error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
  mse_wema=mean(error2)
}

```

```
}

mse= mse_wema(0.3333,data.cp)
mse

mapewema=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  data.cp2=data.cp[6:n,]
  forecast=wema(par,data.cp);
  data= as.data.frame(forecast);
  error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
  pei=(error/data.cp2)*-1
  mapewema=mean(abs(pei))*100
}

mape= mapewema(0.3333,data.cp)
mape
```


Lampiran 3 Sintaks *Plot Weighted Exponential Moving Average (WEMA)*

```
library(reshape2)
data.plot.wema =read.delim("clipboard")
head(data.plot.wema)
library(ggplot2)
library(tidyr)
library(dplyr)
df <- data.plot.wema %>%
  select(Date, Close, Forecast.WEMA) %>%
  gather(key = "variable", value = "value", -Date)
head(df, 10)
df$Date = as.Date(df$Date)

ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
  geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
  scale_color_manual(values = c("#3498DB",
"#CD5C5C")) +
  theme_light()
```

Lampiran 4 Output Weighted Exponential Moving Average (WEMA)

```

> data.cp=read.delim("clipboard",header=TRUE)
> head(data.cp)
  Close
1  2150
2  2180
3  2190
4  2380
5  2320
6  2320
> library(minpack.lm)
> wema=function(par,data.cp)
+ {
+   #panjang data
+   n=(dim(data.cp))[1];
+   N=n+1
+
+   #pembentukan matriks
+   F0=matrix(0,n,1);
+
+   #initial value
+   F0[6]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
+           (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
+
+   for (i in 7:N)
+   {
+     F0[i]=par*data.cp[i-1,1]+(1-par)*F0[i-1];
+   }
+   return(F0)
+ }
> forecast = wema(0.3333,data.cp)
> data=as.data.frame(forecast)
> head(forecast)
[1] 0 0 0 0 0 2280
> view(forecast)

```

1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	2280.000
7	2293.332
8	2292.221
9	2278.149
10	2288.765
11	2302.509
12	2301.672
13	2307.781
14	2328.519
15	2349.010
16	2386.003
17	2404.000
18	2406.000
19	2390.668
20	2370.448
21	2380.297
22	2373.532
23	2372.355

Showing 1 to 23 of 257 entries

235	2262.674
236	2251.784
237	2247.856
238	2251.904
239	2231.271
240	2220.849
241	2230.565
242	2267.040
243	2288.024
244	2332.012
245	2348.006
246	2355.337
247	2376.889
248	2391.258
249	2420.836
250	2433.889
251	2422.594
252	2415.063
253	2416.709
254	2424.472
255	2442.979
256	2455.318
257	2456.879

Showing 235 to 257 of 257 entries

```
> mse_wema=function(par ,data. cp)
+ {
+   n=nrow(data. cp);
+   forecast=wema(par ,data. cp);
+   data=as. data. frame(forecast)
+   error2=(data[6:n,]-data. cp[6:n,])^2
+   mse_wema=mean(error2)
+ }
> mse= mse_wema(0. 3333,data. cp)
> mse
[1] 3337.424
> mapewema=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data. cp);
+   data. cp2=data. cp[6:n,]
+   forecast=wema(par ,data. cp);
+   data= as. data. frame(forecast);
+   error=(data[6:n,]-data. cp[6:n,])
+   pei=(error/data. cp2)*-1
+   mapewema=mean(abs(pei))*100
+ }
> mape= mapewema(0. 3333,data. cp)
> mape
[1] 2.026967
```

Lampiran 5 Output Plot Weighted Exponential Moving Average (WEMA)

```

> library(reshape2)
> data.plot.wema =read.delim("clipboard")
> head(data.plot.wema)
  Date Close Forecast.WEMA
1 2017-03-01 2150          NA
2 2017-03-02 2180          NA
3 2017-03-03 2190          NA
4 2017-03-06 2380          NA
5 2017-03-07 2320          NA
6 2017-03-08 2320        2280
> library(ggplot2)
> library(tidyr)
> library(dplyr)
> df <- data.plot.wema %>%
+   select(Date, Close, Forecast.WEMA) %>%
+   gather(key = "variable", value = "value", -Date)
> head(df, 10)
  Date variable value
1 2017-03-01   Close 2150
2 2017-03-02   Close 2180
3 2017-03-03   Close 2190
4 2017-03-06   Close 2380
5 2017-03-07   Close 2320
6 2017-03-08   Close 2320
7 2017-03-09   Close 2290
8 2017-03-10   Close 2250
9 2017-03-13   Close 2310
10 2017-03-14   Close 2330
> df$Date = as.Date(df$Date)
> ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
+   geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
+   scale_color_manual(values = c("#3498DB", "#CD5C5C")) +
+   theme_light()
Warning message:
Removed 6 rows containing missing values (geom_path).

```



Lampiran 6 Sintaks *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES)

```

data.cp=read.delim("clipboard",header=TRUE)
head(data.cp)
library(minpack.lm)

bdes=function(par,data.cp)
{
  #panjang data
  n=(dim(data.cp))[1];
  N=n+1

  #pembentukan matriks
  F0=matrix(0,n,1);
  S1=matrix(0,n,1);
  S2=matrix(0,n,1);
  a=matrix(0,n,1);
  b=matrix(0,n,1);

  #initial value
  S1[5]=(mean(data.cp[1:5,]));
  S2[5]=(mean(data.cp[1:5,]));
  a[5]=(mean(data.cp[1:5,]));

  for (i in 6:N)
  {
    S1[i]=par*data.cp[i,1]+(1-par)*S1[i-1];
    S2[i]=par*S1[i]+(1-par)*S2[i-1];
    b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]);
    a[i]=2*S1[i]-S2[i];
    F0[i]=a[i-1]+b[i-1]
  }
  return(F0)
}

forecast = bdes(0.1,data.cp)
head(forecast)
data=as.data.frame(forecast)

```

```

View(forecast)

msebdes=function(par,data.cp)
{
  n=nrow(data.cp);
  forecast=bdes(par,data.cp);
  data = as.data.frame(forecast);
  error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
  msebdes=mean(error2)
}

mapebdes=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  data.cp2=data.cp[6:n,]
  forecast=bdes(par,data.cp);
  data= as.data.frame(forecast);
  error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
  pei=(error/data.cp2)*-1
  mapebdes=mean(abs(pei))*100
}

mse= msebdes(0.1,data.cp)
mse
mape= mapebdes(0.1,data.cp)
mape

#optimasi algoritma lm
lm=nls.lm(c(0.1),lower=NULL,upper=NULL,msebdes,data=data.cp)
lm

forecast.op=bdes(0.4420,data.cp)
head(forecast.op)
data=as.data.frame(forecast.op)
View(forecast.op)

msebdes.op=function(par,data.cp)

```

```
{
  n=nrow(data.cp);
  forecas.opt=bdes(par,data.cp);
  data = as.data.frame(forecast.op);
  error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
  msebdes.op=mean(error2)
}

mapebdes.op=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  data.cp2=data.cp[6:n,]
  forecast.op=bdes(par,data.cp);
  data= as.data.frame(forecast.op);
  error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
  pei=(error/data.cp2)*-1
  mapebdes.op=mean(abs(pei))*100
}

mse.op= msebdes.op(0.4420,data.cp)
mse.op
mape.op= mapebdes(0.4420,data.cp)
mape.op
```

Lampiran 7 Sintaks *Plot Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*

```
library(reshape2)
data.plot.bdes =read.delim("clipboard")
head(data.plot.bdes)
library(ggplot2)
library(tidyr)
library(dplyr)
df <- data.plot.bdes %>%
  select(Date, Close, Forecast.B.DES) %>%
  gather(key = "variable", value = "value", -Date)
head(df, 10)
df$Date = as.Date(df$Date)

ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
  geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
  scale_color_manual(values = c("#3498DB", "#CD5C5C")) +
  theme_light()
```


Lampiran 8 Output Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)

```

> data.cp=read.delim("C:\1pboard",header=TRUE)
> head(data.cp)
  close
1  2150
2  2180
3  2190
4  2380
5  2320
6  2320
> library(minpack.lm)
> bdes=function(par,data.cp)
+ {
+   #panjang data
+   n=(dim(data.cp))[1];
+   N=n+1
+
+   #pembentukan matriks
+   F0=matrix(0,n,1);
+   S1=matrix(0,n,1);
+   S2=matrix(0,n,1);
+   a=matrix(0,n,1);
+   b=matrix(0,n,1);
+
+   #initial value
+   S1[5]=(mean(data.cp[1:5]));
+   S2[5]=(mean(data.cp[1:5]));
+   a[5]=(mean(data.cp[1:5]));
+
+   for (i in 6:N)
+   {
+     S1[i]=par*data.cp[i,1]+(1-par)*S1[i-1];
+     S2[i]=par*S1[i]+(1-par)*S2[i-1];
+     b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]);
+     a[i]=2*S1[i]-S2[i];
+     F0[i]=a[i-1]+b[i-1]
+   }
+   return(F0)
+ }

```

```

> forecast = bdes(0.1,data.cp)
> head(forecast)
[1] 0 0 0 0 0 2244
> data=as.data.frame(forecast)
> View(forecast)

```

1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	2244.000
7	2259.200
8	2266.120
9	2263.964
10	2274.078

11	2286.630
12	2291.230
13	2299.044
14	2315.583
15	2333.524
16	2362.621
17	2383.163
18	2394.370
19	2393.605
20	2386.648
21	2394.447
22	2392.820
23	2393.174

Showing 1 to 23 of 257 entries

235	2280.793
236	2283.895
237	2287.870
238	2294.610
239	2285.724
240	2279.568
241	2283.787
242	2304.866
243	2320.292
244	2350.884
245	2368.354
246	2380.622
247	2400.452
248	2416.710
249	2441.912
250	2458.707
251	2460.323
252	2461.029
253	2464.991
254	2471.750
255	2484.907
256	2495.516
257	2499.953

Showing 235 to 257 of 257 entries

```
> msebdes=function(par ,data.cp)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   forecast=bdes(par ,data.cp);
+   data = as.data.frame(forecast);
+   error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
+   msebdes=mean(error2)
+ }
```

```

> mapebdes=function(par , data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   data.cp2=data.cp[6:n,]
+   forecast=bdes(par , data.cp);
+   data= as.data.frame(forecast);
+   error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
+   pei=(error/data.cp2)*-1
+   mapebdes=mean(abs(pei))*100
+ }
> mse= msebdes(0.1,data.cp)
> mse
[1] 5185.443
> mape= mapebdes(0.1,data.cp)
> mape
[1] 2.58915

> mse= msebdes(0.1,data.cp)
> mse
[1] 5185.443
> mape= mapebdes(0.1,data.cp)
> mape
[1] 2.58915
> #optimasi algoritma lm
> lm=nlm(c(0.1),lower=NULL,upper=NULL,msebdes ,data=data.cp)
> lm
Nonlinear regression via the Levenberg-Marquardt algorithm
parameter estimates: 0.442045426022297
residual sum-of-squares: 6866065
reason terminated: Relative error in the sum of squares is at most `ftol`.
> forecast.op=bdes(0.4420,data.cp)
> head(forecast.op)
[1] 0 0 0 0 0 2244
> data=as.data.frame(forecast.op)
> view(forecast.op)

```

1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	2244.000
7	2311.184
8	2307.305
9	2267.356
10	2304.567
11	2334.895
12	2316.861
13	2325.632
14	2371.463
15	2403.127
16	2472.302
17	2473.757
18	2441.095
19	2380.650
20	2331.276
21	2377.533
22	2360.965
23	2364.458

Showing 1 to 23 of 257 entries

235	2260.205
236	2230.800
237	2230.328
238	2249.750
239	2195.920
240	2186.843
241	2230.787
242	2327.783
243	2351.531
244	2434.279
245	2421.894
246	2401.013
247	2432.653
248	2440.032
249	2491.456
250	2487.550
251	2427.911
252	2403.889
253	2413.330
254	2435.252
255	2478.366
256	2492.109
257	2476.342

Showing 235 to 257 of 257 entries

```
> msebdes.op=function(par ,data.cp)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   forecast.opt=bdes(par ,data.cp);
+   data = as.data.frame(forecast.op);
+   error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
+   msebdes.op=mean(error2)
+ }
> mapebdes.op=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   data.cp2=data.cp[6:n,]
+   forecast.op=bdes(par ,data.cp);
+   data= as.data.frame(forecast.op);
+   error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
+   pei=(error/data.cp2)*-1
+   mapebdes.op=mean(abs(pei))*100
+ }
> mse.op= msebdes.op(0.4420,data.cp)
> mse.op
[1] 2620.318
> mape.op= mapebdes(0.4420,data.cp)
> mape.op
[1] 1.709257
```

Lampiran 9 Output Plot Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)

```

> library(reshape2)
> data.plot.bdes =read.delim("clipboard")
> head(data.plot.bdes)
  Date Close Forecast.B.DES
1 2017-03-01 2150          NA
2 2017-03-02 2180          NA
3 2017-03-03 2190          NA
4 2017-03-06 2380          NA
5 2017-03-07 2320          NA
6 2017-03-08 2320          2244
> library(ggplot2)
> library(tidyr)
> library(dplyr)
> df <- data.plot.bdes %>%
+   select(Date, Close, Forecast.B.DES) %>%
+   gather(key = "variable", value = "value", -Date)
> head(df, 10)
  Date variable value
1 2017-03-01   Close 2150
2 2017-03-02   Close 2180
3 2017-03-03   Close 2190
4 2017-03-06   Close 2380
5 2017-03-07   Close 2320
6 2017-03-08   Close 2320
7 2017-03-09   Close 2290
8 2017-03-10   Close 2250
9 2017-03-13   Close 2310
10 2017-03-14   Close 2330
> df$Date = as.Date(df$Date)
> ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
+   geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
+   scale_color_manual(values = c("#3498DB", "#CD5C5C")) +
+   theme_light()
Warning message:
Removed 6 rows containing missing values (geom_path).

```



Lampiran 10 Sintaks *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA)

```

data.cp=read.delim("clipboard",header=TRUE)
head(data.cp)
library(minpack.lm)

bwema=function(par,data.cp)
{
  #panjang data
  n=(dim(data.cp))[1];
  N=n+1

  #pembentukan matriks
  F0=matrix(0,n,1);
  S1=matrix(0,n,1);
  S2=matrix(0,n,1);
  a=matrix(0,n,1);
  b=matrix(0,n,1);

  #initial value
  S1[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
          (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
  S2[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
          (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
  a[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
          (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));

  for (i in 6:N)
  {
    S1[i]=par*data.cp[i,1]+(1-par)*S1[i-1];
    S2[i]=par*S1[i]+(1-par)*S2[i-1];
    b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]);
    a[i]=2*S1[i]-S2[i];
    F0[i]=a[i-1]+b[i-1];
  }
  return(F0)
}

```

```
forecast = bwema(0.1,data.cp)
data=as.data.frame(forecast)
head(forecast)
View(forecast)

msebwema=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  forecast=bwema(par,data.cp);
  data = as.data.frame(forecast);
  error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
  msebwema=mean(error2)
}

mapebwema=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  data.cp2=data.cp[6:n,]
  forecast=bwema(par,data.cp);
  data= as.data.frame(forecast);
  error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
  pei=(error/data.cp2)*-1
  mapebwema=mean(abs(pei))*100
}

mse= msebwema(0.1,data.cp)
mse

mape= mapebwema(0.1,data.cp)
mape

#optimasi algoritma lm
lm=nls.lm(c(0.1),lower=NULL,upper=NULL,msebwema,data=data.cp)
lm

forecast.op= bwema(0.4452,data.cp)
```

```
data=as.data.frame(forecast)
head(forecast.op)
View(forecast.op)
msebwema.op=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  forecast.op=bwema(par,data.cp);
  data = as.data.frame(forecast.op);
  error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
  msebwema.op=mean(error2)
}

mapebwema.op=function(par,data)
{
  n=nrow(data.cp);
  data.cp2=data.cp[6:n,]
  forecast.op=bwema(par,data.cp);
  data= as.data.frame(forecast.op);
  error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
  pei=(error/data.cp2)*-1
  mapebwema.op=mean(abs(pei))*100
}

mse.op= msebwema.op(0.4452,data.cp)
mse.op

mape.op= mapebwema.op(0.4452,data.scp)
mape.op
```


Lampiran 11 Sintaks *Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)*

```
library(reshape2)
data.plot.bwema =read.delim("clipboard")
head(data.plot.bwema)
library(ggplot2)
library(tidyr)
library(dplyr)
df <- data.plot.bwema %>%
  select(Date, Close, Forecast.B.WEMA) %>%
  gather(key = "variable", value = "value", -Date)
head(df, 10)
df$Date = as.Date(df$Date)

ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
  geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
  scale_color_manual(values = c("#3498DB", "#CD5C5C")) +
  theme_light()
```

Lampiran 12 Output Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)

```

> data.cp=read.delim("clipboard",header=TRUE)
> head(data.cp)
Close
1 2150
2 2180
3 2190
4 2380
5 2320
6 2320
> library(minpack.lm)
> bwema=function(par,data.cp)
+ {
+   #panjang data
+   n=(dim(data.cp))[1];
+   N=n+1
+
+   #pembentukan matriks
+   F0=matrix(0,n,1);
+   S1=matrix(0,n,1);
+   S2=matrix(0,n,1);
+   a=matrix(0,n,1);
+   b=matrix(0,n,1);
+
+   #initial value
+   S1[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
+   (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
+   S2[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
+   (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
+   a[5]=(((data.cp[5,1]*5)+(data.cp[4,1]*4)+(data.cp[3,1]*3)+
+   (data.cp[2,1]*2)+(data.cp[1,1]*1))/(sum(1:5)));
+
+   for (i in 6:N)
+   {
+     S1[i]=par*data.cp[i,1]+(1-par)*S1[i-1];
+     S2[i]=par*S1[i]+(1-par)*S2[i-1];
+     b[i]=par/(1-par)*(S1[i]-S2[i]);
+     a[i]=2*S1[i]-S2[i];
+
+     F0[i]=a[i-1]+b[i-1];
+   }
+   return(F0)
+ }
> forecast = bwema(0.1,data.cp)
> data=as.data.frame(forecast)
> head(forecast)
  [,1]
[1,] 0
[2,] 0
[3,] 0
[4,] 0
[5,] 0
[6,] 2280
> view(forecast)

```

1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	2280.000
7	2288.000
8	2288.800
9	2281.460
10	2287.200

11	2296.077
12	2297.607
13	2302.870
14	2317.305
15	2333.524
16	2361.226
17	2380.652
18	2390.981
19	2389.538
20	2382.073
21	2389.506
22	2387.632
23	2387.837

Showing 1 to 23 of 257 entries

235	2280.793
236	2283.895
237	2287.870
238	2294.610
239	2285.724
240	2279.568
241	2283.787
242	2304.866
243	2320.292
244	2350.884
245	2368.354
246	2380.622
247	2400.452
248	2416.710
249	2441.912
250	2458.707
251	2460.323
252	2461.029
253	2464.991
254	2471.750
255	2484.907
256	2495.516
257	2499.953

Showing 235 to 257 of 257 entries

```
> msebwema=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   forecast=bwema(par ,data.cp);
+   data = as.data.frame(forecast);
+   error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
+   msebwema=mean(error2)
+ }
```

```

> mapebwema=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   data.cp2=data.cp[6:n,]
+   forecast=bwema(par ,data.cp);
+   data= as.data.frame(forecast);
+   error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
+   pei=(error/data.cp2)*-1
+   mapebwema=mean(abs(pei))*100
+ }
> mse= msebwema(0.1,data.cp)
> mse
[1] 5125.697
> mape= mapebwema(0.1,data.cp)
> mape
[1] 2.565079
> #optimasi algoritma lm
> lm=nls.lm(c(0.1),lower=NULL,upper=NULL,msebwema,data=data.cp)
> lm
Nonlinear regression via the Levenberg-Marquardt algorithm
parameter estimates: 0.445170700228326
residual sum-of-squares: 6793619
reason terminated: Relative error in the sum of squares is at most `ftol`.
> forecast.op= bwema(0.4452,data.cp)
> data=as.data.frame(forecast)
> head(forecast.op)
      [,1]
[1,]    0
[2,]    0
[3,]    0
[4,]    0
[5,]    0
[6,] 2280
> view(forecast.op)

```

	[,1]
1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	2280.000
7	2315.616
8	2300.736
9	2258.412
10	2297.141
11	2329.419
12	2312.757
13	2322.908
14	2369.976
15	2402.277
16	2472.114
17	2473.401
18	2440.465
19	2379.769
20	2330.456
21	2377.515
22	2360.841
23	2364.446

Showing 1 to 23 of 257 entries

235	2259.150
236	2230.023
237	2229.957
238	2249.735
239	2195.529
240	2186.653
241	2231.086
242	2328.648
243	2352.023
244	2434.989
245	2421.940
246	2400.706
247	2432.605
248	2439.925
249	2491.653
250	2487.457
251	2427.300
252	2403.372
253	2413.147
254	2435.322
255	2478.691
256	2492.299
257	2476.242

Showing 235 to 257 of 257 entries

```

> msebwema.op=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   forecast.op=bwema(par ,data.cp);
+   data = as.data.frame(forecast.op);
+   error2=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])^2
+   msebwema.op=mean(error2)
+ }
> mapebwema.op=function(par ,data)
+ {
+   n=nrow(data.cp);
+   data.cp2=data.cp[6:n,]
+   forecast.op=bwema(par ,data.cp);
+   data= as.data.frame(forecast.op);
+   error=(data[6:n,]-data.cp[6:n,])
+   pei=(error/data.cp2)*-1
+   mapebwema.op=mean(abs(pei))*100
+ }
> mse.op= msebwema.op(0.4452,data.cp)
> mse.op
[1] 2606.457
> mape.op= mapebwema.op(0.4452,data.scp)
> mape.op
[1] 1.705713

```

Lampiran 13 Output Plot Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA)

```

> library(reshape2)
> data.plot.bwema = read.delim("clipboard")
> head(data.plot.bwema)
      Date Close Forecast.B.WEMA
1 2017-03-01  2150             NA
2 2017-03-02  2180             NA
3 2017-03-03  2190             NA
4 2017-03-06  2380             NA
5 2017-03-07  2320             NA
6 2017-03-08  2320           2280
> library(ggplot2)
> library(tidyr)
> library(dplyr)
> df <- data.plot.bwema %>%
+   select(Date, Close, Forecast.B.WEMA) %>%
+   gather(key = "variable", value = "value", -Date)
> head(df, 10)
      Date variable value
1 2017-03-01   Close  2150
2 2017-03-02   Close  2180
3 2017-03-03   Close  2190
4 2017-03-06   Close  2380
5 2017-03-07   Close  2320
6 2017-03-08   Close  2320
7 2017-03-09   Close  2290
8 2017-03-10   Close  2250
9 2017-03-13   Close  2310
10 2017-03-14   Close  2330
> df$Date = as.Date(df$Date)
> ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
+   geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
+   scale_color_manual(values = c("#3498DB", "#CD5C5C")) +
+   theme_light()
warning message:
Removed 6 rows containing missing values (geom_path).

```



Lampiran 14 *Rate of Return Saham*

No	Date	Close	Rate of Return
1	2017-03-01	2150	
2	2017-03-02	2180	1.395%
3	2017-03-03	2190	0.459%
4	2017-03-06	2380	8.676%
5	2017-03-07	2320	-2.521%
6	2017-03-08	2320	0.000%
7	2017-03-09	2290	-1.293%
8	2017-03-10	2250	-1.747%
9	2017-03-13	2310	2.667%
10	2017-03-14	2330	0.866%
11	2017-03-15	2300	-1.288%
12	2017-03-16	2320	0.870%
13	2017-03-17	2370	2.155%
14	2017-03-20	2390	0.844%
15	2017-03-21	2460	2.929%
:	:	:	:
241	2018-02-08	2340	4.000%
242	2018-02-09	2330	-0.427%
243	2018-02-12	2420	3.863%
244	2018-02-13	2380	-1.653%
245	2018-02-14	2370	-0.420%
246	2018-02-15	2420	2.110%
247	2018-02-16	2420	0.000%
248	2018-02-19	2480	2.479%
249	2018-02-20	2460	-0.806%
250	2018-02-21	2400	-2.439%
251	2018-02-22	2400	0.000%
252	2018-02-23	2420	0.833%
253	2018-02-26	2440	0.826%
254	2018-02-27	2480	1.639%
255	2018-02-28	2480	0.000%
256	2018-03-01	2460	-0.806%
257	2018-03-02	2476.243	0.6603%
258	2018-03-03	2482.544	0.2544%
259	2018-03-04	2488.844	0.2538%
	Rata-rata		0.0809%

Date	Close
2018-03-02	2390
2018-03-05	2330
2018-03-06	2370
Data real (YahooFinance)	

Lampiran 15 Sintaks *Plot Rate of Return Saham*

```
#PLOT
library(reshape2)
ror=read.delim("clipboard")
head(ror)
library(ggplot2)
library(tidyr)
library(dplyr)
df <- ror %>%
  select(Date, ROR, Average.ROR) %>%
  gather(key = "variable", value = "value", -Date)
head(df, 10)
df$Date = as.Date(df$Date)

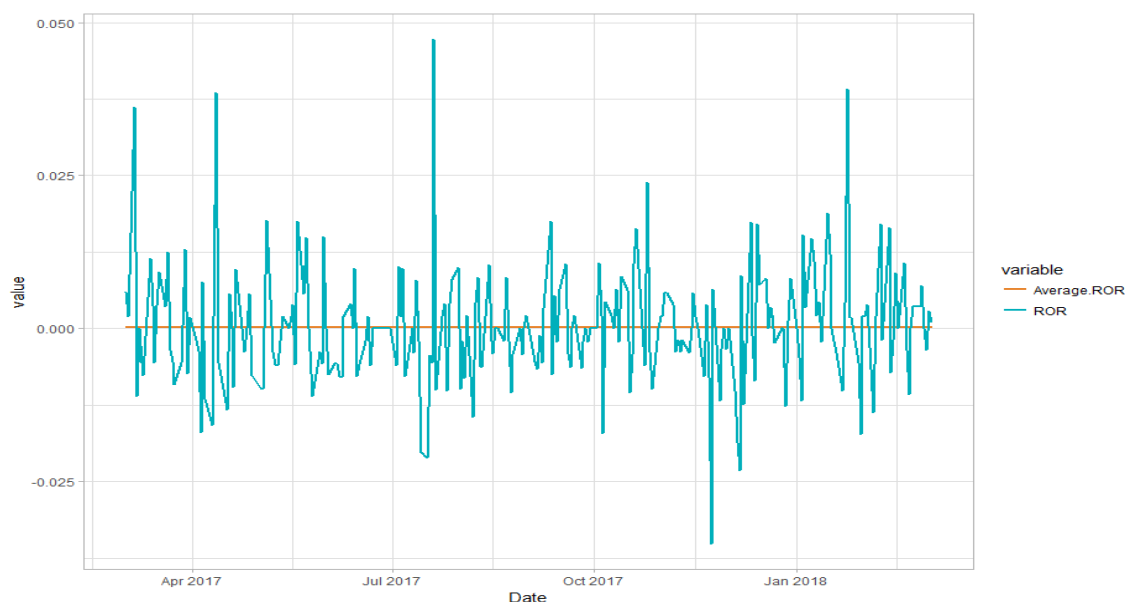
ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
  geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
  scale_color_manual(values = c("#E67E22", "#00AFBB")) +
  theme_light()
```


Lampiran 16 Output Plot Rate of Return Saham

```

> library(reshape2)
> ror=read.delim("clipboard")
> head(ror)
      Date      ROR Average.ROR
1 2017-03-01      NA          NA
2 2017-03-02  1.3953488  0.08089235
3 2017-03-03  0.4587156  0.08089235
4 2017-03-06  8.6757991  0.08089235
5 2017-03-07 -2.5210084  0.08089235
6 2017-03-08  0.0000000  0.08089235
> library(ggplot2)
> library(tidyr)
> library(dplyr)
> df <- ror %>%
+   select(Date, ROR, Average.ROR) %>%
+   gather(key = "variable", value = "value", -Date)
> head(df, 10)
      Date variable      value
1 2017-03-01      ROR          NA
2 2017-03-02      ROR  1.3953488
3 2017-03-03      ROR  0.4587156
4 2017-03-06      ROR  8.6757991
5 2017-03-07      ROR -2.5210084
6 2017-03-08      ROR  0.0000000
7 2017-03-09      ROR -1.2931034
8 2017-03-10      ROR -1.7467249
9 2017-03-13      ROR  2.6666667
10 2017-03-14      ROR  0.8658009
> df$Date = as.Date(df$Date)
> ggplot(df, aes(x = Date, y = value)) +
+   geom_line(aes(color = variable), size = 1) +
+   scale_color_manual(values = c("#E67E22", "#00AFBB")) +
+   theme_light()
warning message:
Removed 2 rows containing missing values (geom_path).

```



Lampiran 17 Hasil Perhitungan *Weighted Exponential Moving Average*

(WEMA)

alpha 0.3333

k 5

alpha $2/(k+1)$

No	Date	Close	WEMA (5)	error	error ²	PEI	[PEI]
1	2017-03-01	2150					
2	2017-03-02	2180					
3	2017-03-03	2190					
4	2017-03-06	2380					
5	2017-03-07	2320					
6	2017-03-08	2320	2280	40	1600	0.017241	0.017241
7	2017-03-09	2290	2293.332	-3.332	11.10222	-0.00146	0.001455
8	2017-03-10	2250	2292.221	-42.2214	1782.65	-0.01877	0.018765
9	2017-03-13	2310	2278.149	31.85096	1014.484	0.013788	0.013788
10	2017-03-14	2330	2288.765	41.23504	1700.328	0.017697	0.017697
11	2017-03-15	2300	2302.509	-2.5086	6.293078	-0.00109	0.001091
12	2017-03-16	2320	2301.672	18.32752	335.8978	0.0079	0.0079
13	2017-03-17	2370	2307.781	62.21895	3871.198	0.026253	0.026253
14	2017-03-20	2390	2328.519	61.48138	3779.96	0.025724	0.025724
15	2017-03-21	2460	2349.01	110.9896	12318.7	0.045118	0.045118
:	:	:	:	:	:	:	:
245	2018-02-14	2370	2348.006	21.99376	483.7254	0.00928	0.00928
246	2018-02-15	2420	2355.337	64.66324	4181.334	0.02672	0.02672
247	2018-02-16	2420	2376.889	43.11098	1858.557	0.017814	0.017814
248	2018-02-19	2480	2391.258	88.74209	7875.159	0.035783	0.035783
249	2018-02-20	2460	2420.836	39.16435	1533.846	0.01592	0.01592
250	2018-02-21	2400	2433.889	-33.8891	1148.473	-0.01412	0.01412
251	2018-02-22	2400	2422.594	-22.5939	510.4834	-0.00941	0.009414
252	2018-02-23	2420	2415.063	4.93666	24.37061	0.00204	0.00204
253	2018-02-26	2440	2416.709	23.29127	542.4833	0.009546	0.009546
254	2018-02-27	2480	2424.472	55.52829	3083.391	0.02239	0.02239
255	2018-02-28	2480	2442.979	37.02071	1370.533	0.014928	0.014928
256	2018-03-01	2460	2455.318	4.681708	21.91839	0.001903	0.001903
257	2018-03-02		2456.879				

MSE 3337.424

MAPE 0.02027

0.02027

Lampiran 18 Hasil Perhitungan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) Parameter *Random*

Ditentukan α 0.1 maka $1-\alpha$ 0.9

No	Date	Close	S1	S2	at	bt	F(m+1)	error2	error	PEI	PEI
1	2017-03-01	2150									
2	2017-03-02	2180									
3	2017-03-03	2190									
4	2017-03-06	2380									
5	2017-03-07	2320	2244.000	2244.000	2244.000	0.000					
6	2017-03-08	2320	2251.600	2244.760	2258.440	0.760	2244.000	5776.000	76.000	0.033	0.033
7	2017-03-09	2290	2255.440	2245.828	2265.052	1.068	2259.200	948.640	30.800	0.013	0.013
8	2017-03-10	2250	2254.896	2246.735	2263.057	0.907	2266.120	259.854	-16.120	-0.007	0.007
9	2017-03-13	2310	2260.406	2248.102	2272.711	1.367	2263.964	2119.313	46.036	0.020	0.020
10	2017-03-14	2330	2267.366	2250.028	2284.703	1.926	2274.078	3127.270	55.922	0.024	0.024
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
250	2018-02-21	2400	2332.615	2217.679	2447.552	12.771	2458.707	3446.485	-58.707	-0.024	0.024
251	2018-02-22	2400	2339.354	2229.846	2448.862	12.168	2460.323	3638.896	-60.323	-0.025	0.025
252	2018-02-23	2420	2347.419	2241.603	2453.234	11.757	2461.029	1683.410	-41.029	-0.017	0.017
253	2018-02-26	2440	2356.677	2253.111	2460.243	11.507	2464.991	624.553	-24.991	-0.010	0.010
254	2018-02-27	2480	2369.009	2264.700	2473.318	11.590	2471.750	68.061	8.250	0.003	0.003
255	2018-02-28	2480	2380.108	2276.241	2483.975	11.541	2484.907	24.083	-4.907	-0.002	0.002
256	2018-03-01	2460	2388.097	2287.427	2488.768	11.186	2495.516	1261.370	-35.516	-0.014	0.014
257	2018-03-02						2499.9534				

MSE 5185.443185

MAPE 0.025891497

Lampiran 19 Hasil Perhitungan *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) Parameter Optimasi

Didapatkan α 0.44205 maka $1-\alpha$ 0.558

No	Date	Close	S1	S2	at	bt	F(m+1)	error2	error	PEI	PEI
1	2017-03-01	2150									
2	2017-03-02	2180									
3	2017-03-03	2190									
4	2017-03-06	2380									
5	2017-03-07	2320	2244.000	2244.000	2244.000	0.000					
6	2017-03-08	2320	2277.592	2258.848	2296.336	14.848	2244.000	5776.000	76.000	0.033	0.033
7	2017-03-09	2290	2283.076	2269.557	2296.596	10.709	2311.184	448.762	-21.184	-0.009	0.009
8	2017-03-10	2250	2268.457	2269.070	2267.843	-0.486	2307.305	3283.864	-57.305	-0.025	0.025
9	2017-03-13	2310	2286.819	2276.915	2296.722	7.845	2267.356	1818.472	42.644	0.018	0.018
10	2017-03-14	2330	2305.905	2289.729	2322.081	12.813	2304.567	646.833	25.433	0.011	0.011
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
250	2018-02-21	2400	2426.438	2425.615	2427.260	0.651	2487.550	7664.985	-87.550	-0.036	0.036
251	2018-02-22	2400	2414.752	2420.814	2408.691	-4.801	2427.911	779.040	-27.911	-0.012	0.012
252	2018-02-23	2420	2417.072	2419.160	2414.984	-1.654	2403.889	259.561	16.111	0.007	0.007
253	2018-02-26	2440	2427.206	2422.716	2431.696	3.556	2413.330	711.307	26.670	0.011	0.011
254	2018-02-27	2480	2450.541	2435.015	2466.067	12.299	2435.252	2002.360	44.748	0.018	0.018
255	2018-02-28	2480	2463.562	2447.633	2479.491	12.618	2478.366	2.671	1.634	0.001	0.001
256	2018-03-01	2460	2461.988	2453.977	2469.998	6.345	2492.109	1030.986	-32.109	-0.013	0.013
257	2018-03-02						2476.3425				

MSE 2620.317694

MAPE 0.01709257

Lampiran 20 Hasil Perhitungan *Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) Parameter *Random*

Ditentukan α 0.1 maka $1-\alpha$ 0.9

No	Date	Close	S1	S2	at	bt	F(m+1)	error2	error	PEI	PEI
1	2017-03-01	2150									
2	2017-03-02	2180									
3	2017-03-03	2190									
4	2017-03-06	2380									
5	2017-03-07	2320	2280.000	2280.000	2280.000	0.000					
6	2017-03-08	2320	2297.682	2287.816	2307.548	7.816	2280.000	1600.000	40.000	0.017	0.017
7	2017-03-09	2290	2294.286	2290.676	2297.896	2.860	2315.364	643.327	-25.364	-0.011	0.011
8	2017-03-10	2250	2274.710	2283.618	2265.801	-7.058	2300.756	2576.174	-50.756	-0.023	0.023
9	2017-03-13	2310	2290.310	2286.576	2294.043	2.958	2258.743	2627.304	51.257	0.022	0.022
10	2017-03-14	2330	2307.855	2295.982	2319.727	9.406	2297.001	1088.930	32.999	0.014	0.014
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
250	2018-02-21	2400	2426.438	2425.621	2427.255	0.647	2487.549	7664.740	-87.549	-0.036	0.036
251	2018-02-22	2400	2414.751	2420.816	2408.686	-4.805	2427.902	778.521	-27.902	-0.012	0.012
252	2018-02-23	2420	2417.071	2419.161	2414.982	-1.655	2403.881	259.816	16.119	0.007	0.007
253	2018-02-26	2440	2427.207	2422.717	2431.696	3.557	2413.327	711.458	26.673	0.011	0.011
254	2018-02-27	2480	2450.544	2435.018	2466.070	12.301	2435.253	2002.270	44.747	0.018	0.018
255	2018-02-28	2480	2463.565	2447.637	2479.493	12.619	2478.371	2.655	1.629	0.001	0.001
256	2018-03-01	2460	2461.989	2453.981	2469.997	6.344	2492.112	1031.172	-32.112	-0.013	0.013
257	2018-03-02						2476.341				

MSE 2606.507255

MAPE 0.01705804

Lampiran 21 Hasil Perhitungan *Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) Parameter Optimasi

Didapatkan α 0.4452 maka $1-\alpha$ 0.5548

No	Date	Close	S1	S2	at	bt	F(m+1)	error2	error	PEI	PEI
1	2017-03-01	2150									
2	2017-03-02	2180									
3	2017-03-03	2190									
4	2017-03-06	2380									
5	2017-03-07	2320	2280.000	2280.000	2280.000	0.000					
6	2017-03-08	2320	2297.808	2287.928	2307.688	7.928	2280.000	1600.000	40.000	0.017	0.017
7	2017-03-09	2290	2294.332	2290.779	2297.885	2.851	2315.616	656.179	-25.616	-0.011	0.011
8	2017-03-10	2250	2274.595	2283.574	2265.617	-7.205	2300.736	2574.105	-50.736	-0.023	0.023
9	2017-03-13	2310	2290.357	2286.594	2294.121	3.020	2258.412	2661.365	51.588	0.022	0.022
10	2017-03-14	2330	2308.006	2296.127	2319.886	9.533	2297.141	1079.720	32.859	0.014	0.014
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
250	2018-02-21	2400	2426.446	2425.972	2426.920	0.380	2487.457	7648.751	-87.457	-0.036	0.036
251	2018-02-22	2400	2414.672	2420.941	2408.403	-5.031	2427.300	745.271	-27.300	-0.011	0.011
252	2018-02-23	2420	2417.044	2419.206	2414.882	-1.735	2403.372	276.487	16.628	0.007	0.007
253	2018-02-26	2440	2427.264	2422.794	2431.734	3.587	2413.147	721.095	26.853	0.011	0.011
254	2018-02-27	2480	2450.742	2435.236	2466.248	12.443	2435.322	1996.143	44.678	0.018	0.018
255	2018-02-28	2480	2463.768	2447.939	2479.597	12.702	2478.691	1.715	1.309	0.001	0.001
256	2018-03-01	2460	2462.090	2454.239	2469.942	6.300	2492.299	1043.234	-32.299	-0.013	0.013
257	2018-03-02						2476.2422				
							2482.5426			MSE	2606.45719
							2488.843			MAPE	0.01705713