

**PERBANDINGAN AKURASI PREDIKSI IHSG DENGAN *FUZZY TIME*
SERIES CHENG DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING***

SKRIPSI

**OLEH
INTAN MUSTIKA SAKTI
NIM. 15610110**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PERBANDINGAN AKURASI PREDIKSI IHSG DENGAN *FUZZY TIME*
SERIES CHENG DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Intan Mustika Sakti
NIM. 15610110**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PERBANDINGAN AKURASI PREDIKSI IHSG DENGAN FUZZY TIME
SERIES CHENG DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING**

SKRIPSI

Oleh
Intan Mustika Sakti
NIM. 15610110

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 30 Desember 2019

Pembimbing I,



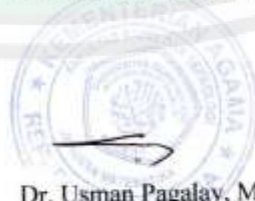
Evawati Alisah, M.Pd
NIP. 19720604 199903 2 001

Pembimbing II,



Angga Dwi Mulyanto, M.Si
NIDT. 19890813 20180201 1 227

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

**PERBANDINGAN AKURASI PREDIKSI IHSG DENGAN FUZZY TIME
SERIES CHENG DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING**

SKRIPSI

Oleh
Intan Mustika Sakti
NIM. 15610110

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 30 Desember 2019

Penguji Utama : Mohammad Jamhuri, M.Si

Ketua Penguji : Abdul Aziz, M.Si

Sekretaris Penguji : Evawati Alisah, M.Pd

Anggota Penguji : Angga Dwi Mulyanto, M.Si

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Intan Mustika Sakti

NIM : 15610110

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Perbandingan Akurasi Prediksi IHSG dengan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Desember 2019

Yang membuat pernyataan



Intan Mustika Sakti
NIM. 15610110

MOTO

“Selalu berusaha Konsisten dalam hal apapun”



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta, yang tak pernah lelah untuk memberikan dukungan fisik maupun psikis kepada penulis, tak pernah luput dalam menyambungkan doa kepada tuhan, serta berbagai pengorbanan yang tak pernah ternilai. Serta kepada kakak dan adik saya, Indah dan Padma yang juga sedang berusaha untuk membanggakan kedua orang tua kami.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt. yang selalu melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Akurasi Prediksi IHSG dengan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw yang telah menuntun manusia dari jalan kegelapan menuju ke jalan yang terang benderang yaitu Islam.

Pada penyusunan skripsi ini tidak lepas dari petunjuk dan bimbingan serta masukan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Evawati Alisah, M.Pd, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, dan pengalaman berharga kepada penulis.

5. Angga Dwi Mulyanto, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
6. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan arahan kepada penulis.
7. Segenap civitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen yang telah memberikan bimbingan dalam proses perkuliahan.
8. Ayah, Ibu serta kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi demi keberhasilan penulis.
9. Teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2015 (Lattice), Asrama Rahmany, dan Hotel Bumi Palapa yang juga membantu saya saat mengerjakan skripsi atas dukungan dan motivasi yang tak terlupakan serta kenang-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai impian.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.

Semoga Allah Swt. melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya. *Aamiin*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | |
| HALAMAN PENGAJUAN | |
| HALAMAN PERSETUJUAN | |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN | |
| HALAMAN MOTO | |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| ملخص | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 5 |
| | |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | |
| 2.1 <i>Time Series</i> | 6 |
| 2.1.1 Pola Data <i>Time Series</i> | 6 |
| 2.2 <i>Forecasting</i> | 7 |
| 2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> | 8 |
| 2.4 Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi..... | 9 |
| 2.5 <i>Fuzzy Time Series</i> | 10 |
| 2.5.1 <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> | 12 |
| 2.6 <i>Exponential Smoothing</i> | 15 |
| 2.6.1 <i>Double Exponential Smoothing</i> | 16 |
| 2.7 Metode GRG <i>Nonlinear</i> dalam <i>Microsoft Excel</i> | 17 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 2.8 | Akurasi Prediksi | 17 |
| 2.9 | Saham | 18 |
| 2.9.1 | Indeks Harga Saham..... | 19 |
| 2.9.2 | Indeks Harga Saham Gabungan | 19 |
| 2.10 | Akurasi Prediksi Dalam Al-Qur'an..... | 20 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 3.1 | Pendekatan Penelitian | 24 |
| 3.2 | Jenis dan Sumber Data | 24 |
| 3.3 | Metode Pengumpulan Data | 24 |
| 3.4 | Teknik Analisis Data | 25 |
| 3.5 | <i>Flowchart</i> Penelitian | 29 |

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Analisis Deskriptif Data | 30 |
| 4.2 | <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> untuk Memprediksi IHSG..... | 32 |
| 4.3 | <i>Double Exponential Smoothing</i> untuk Memprediksi IHSGb..... | 42 |
| 4.4 | Perbandingan Tingkat Akurasi <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i> dalam Memprediksi IHSG | 45 |
| 4.5 | Peramalan Data IHSG 30 Periode ke Depan..... | 47 |
| 4.6 | Kajian Prediksi dalam Islam | 48 |

BAB V PENUTUP

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 50 |
| 5.2 | Saran..... | 51 |

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR RUJUKAN | 52 |
|-----------------------------|----|

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 4.1 | Data IHSG 11 Oktober 2018 – 6 Februari 2019..... | 30 |
| Tabel 4.2 | Interval Data IHSG | 33 |
| Tabel 4.3 | Interval Data IHSG Setelah Proses Pembagian | 34 |
| Tabel 4.4 | Pengkaburan (Fuzzifikasi) | 35 |
| Tabel 4.5 | <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR)..... | 36 |
| Tabel 4.6 | <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG) | 37 |
| Tabel 4.7 | Pembobotan <i>Fuzzy</i> Pada Data IHSG | 38 |
| Tabel 4.8 | Nilai Peramalan Awal $F(t)$ | 40 |
| Tabel 4.9 | Peramalan Adaptif dengan $\alpha = 0.524$ | 40 |
| Tabel 4.10 | Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan Parameter $\alpha = 0.7$ dan $\gamma = 0.4$ | 43 |
| Tabel 4.11 | Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan Parameter $\alpha = 1$ dan $\gamma = 0.115$ | 44 |
| Tabel 4.12 | Perbandingan Tingkat Akurasi | 45 |
| Tabel 4.13 | Hasil Peramalan Data IHSG 30 Periode Ke Depan | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Proses Fuzzifikasi (Waskito, 2011)..... | 9 |
| Gambar 3.1 | <i>Solver Parameters</i> | 26 |
| Gambar 3.2 | <i>Set Objective</i> | 26 |
| Gambar 3.3 | <i>Minimum</i> Optimalisasi..... | 27 |
| Gambar 3.4 | <i>By Changing Variable Cells</i> | 27 |
| Gambar 3.5 | <i>Subject to the Constraints</i> | 28 |
| Gambar 4.1 | <i>Time Series Plot Data IHSG</i> | 31 |
| Gambar 4.2 | Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> | 41 |
| Gambar 4.3 | Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan <i>Double Exponential Smoothing</i> | 45 |
| Gambar 4.4 | Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan <i>Fuzzy Time Series Cheng dan Double Exponential Smoothing</i> | 46 |
| Gambar 4.5 | Grafik Peramalan <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> | 48 |

ABSTRAK

Sakti, Intan Mustika. 2019. **Perbandingan Akurasi Prediksi IHSG dengan *Fuzzy Time Series* dan *Double Exponential Smoothing***. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Evawati Alisah, M.Pd. (II) Angga Dwi Mulyanto, M.Si.

Kata kunci: Metode *fuzzy time series cheng*, *double exponential smoothing*, IHSG

Penelitian ini membahas tentang perbandingan tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* dalam peramalan IHSG berdasarkan nilai MAE. Penelitian ini menggunakan data harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dari 19 Juli 2019 sampai 27 November 2019 dengan satuan Rupiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki nilai MAE sebesar 33.2647 sedangkan *Double Exponential Smoothing* memiliki nilai MAE sebesar 33.93222. Berdasarkan uji akurasi menggunakan MAE dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* merupakan metode terbaik untuk meramalkan data IHSG karena memiliki nilai akurasi ramalan MAE yang lebih kecil.

ABSTRACT

Sakti, Intan Mustika. 2019. **Comparison of CSPI Prediction Accuracy with Fuzzy Time Series and Double Exponential Smoothing**. Thesis. Departement Mathematics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Evawati Alisah, M.Pd. (II) Angga Dwi Mulyanto, M.Si.

Keyword: *Fuzzy time series cheng method, double exponential smoothing, IHSG*

This research discusses the comparison of the accuracy of the Fuzzy Time Series Cheng method and Double Exponential Smoothing in CSPI forecasting based on MAE values. This research used daily data of the Composite Stock Price Index (CSPI) from July 19, 2019 to November 27, 2019 with units of Rupiah. The results showed that the Fuzzy Time Series Cheng method had a MAE value of 33.2647 while Double Exponential Smoothing had a MAE value of 33,93222. Based on accuracy testing using MAE it can be concluded that the Fuzzy Time Series Cheng method is the best method for predicting CSPI because it has a smaller MAE forecast accuracy value.

ملخص

ساكتي، انتان موستيكا. ٢٠١٩. مقارنة بين دقة التنبؤ IHSB و *Fuzzy Time Series* و *Double Exponential Smoothing*. البحث الجامعي. شعبة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا ملك إبراهيم مالانج. المشرف: (١) ايفاواتي اليساه الماجستير (٢) انجا دوي موليانتو الماجستير

الكلمات الرئيسية: الطريقة *Fuzzy Time Series Cheng*، *Double Exponential Smoothing*، IHSB

تناقش هذه الدراسة المقارنة بين معدلات الدقة الطريقة *Fuzzy Time Series Cheng* و *Double Exponential Smoothing* في تنبؤات IHSB استنادا إلى القيمة MAE. ستخدم هذا البحث البيانات اليومية IHSB من ١٩ يوليو ٢٠١٩ إلى ٢٧ نوفمبر ٢٠١٩ بوحدة روبية. أوضحت النتائج أن طريقة *Fuzzy Time Series Cheng* يحتوي على قيمة MAE تبلغ ٣٣.٢٦٤٧ بل *Double Exponential Smoothing* يحتوي على قيمة MAE تبلغ ٩٣٢٢٢.٣٣. استنادا إلى اختبار الدقة باستخدام MAE يمكن استنتاج أن طريقة *Fuzzy Time Series Cheng* هي أفضل طريقة للتنبؤ البيانات IHSB لأنه يحتوي على قيمة أصغر من دقة التنبؤ MAE.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan indeks yang mencakup pergerakan harga seluruh saham biasa dan saham preferen yang tercatat pada Bursa Efek Indonesia (BEI). IHSG kerap digunakan sebagai acuan untuk perkembangan kegiatan dipasar modal serta sebagai pengukur apakah harga saham di Indonesia mengalami kenaikan atau penurunan (Anoraga & Pakarti, 2001). Data IHSG merupakan data runtut waktu atau biasa disebut data *time series* karena perhitungan IHSG dilakukan setelah perdagangan ditutup setiap harinya. Sehingga untuk memproses data *time series* biasanya menggunakan metode analisis data *time series* dengan tujuan untuk menemukan pola yang bisa digunakan untuk memprediksi kejadian mendatang.

Perkembangan berbagai metode analisis *time series* dalam hal prediksi dengan data *time series* cukup pesat baru-baru ini, sehingga terdapat berbagai macam pilihan metode peramalan yang dapat digunakan. Metode peramalan *time series* yang cukup terkenal adalah metode *Box-Jenkins* (ARIMA) dan metode *Exponential Smoothing*. Penelitian sebelumnya membandingkan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Box-Jenkins* (ARIMA) oleh Al Farikhi dan Darsyah (2018) dengan studi kasus data curah hujan Provinsi Aceh tahun 2013 – 2016. Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian tersebut diperoleh bahwa metode *Double Exponential Smoothing* lebih efektif

dibandingkan metode ARIMA, karena nilai MAPE yang lebih kecil daripada nilai MAPE yang dihasilkan metode ARIMA.

Berdasarkan penjelasan penelitian sebelumnya diatas. Dapat dilihat bahwa metode yang lebih efektif adalah metode *Double Exponential Smoothing*. Pada penelitian kali ini, penulis akan membandingkan metode *Double Exponential Smoothing* dengan salah satu metode *Fuzzy Time Series*. Metode *Fuzzy Time Series* merupakan metode peramalan data yang pada dasarnya menggunakan prinsip-prinsip logika *fuzzy*. Sistemnya yaitu menangkap pola dari data yang lalu kemudian diproyeksikan pada data yang akan datang. Nilai yang digunakan dalam metode peramalan ini adalah himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan riil atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Himpunan *fuzzy* sendiri digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan.

Metode *Fuzzy Time Series* yang akan dipakai oleh penulis adalah metode *Fuzzy Time Series Cheng*. Metode *Fuzzy Time Series Cheng* merupakan metode yang menggunakan FLR dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Tauryawati dan Irawan (2014) dengan membandingkan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan metode *Box-Jenkins* untuk memprediksi IHSG. Diperoleh kesimpulan dari hasil dan pembahasan dalam penelitian tersebut bahwa pada peramalan jangka pendek maupun jangka panjang metode *Fuzzy Time Series Cheng* lebih efektif digunakan untuk memprediksi IHSG daripada metode *Box-Jenkins*.

Seperti halnya telah dijelaskan dalam Al-Qur'an tentang prediksi atau peramalan dalam surat Yusuf ayat 47 – 48 sebagai berikut:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ (٤٧) ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ هُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تُخْصِنُونَ (٤٨)

“47. Dia (Yusuf) berkata, ‘Agar kamu bercocok tanam tujuh tahun (berturut-turut) sebagaimana biasa; kemudian apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di tangkainya kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian setelah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari apa (bibit gandum) yang kamu simpan” (QS. Yusuf/12:47-48).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Nabi Yusuf diperintahkan oleh Allah SWT untuk mempersiapkan pertanian dimasa tujuh tahun saat itu, hal tersebut dilakukan untuk menghadapi krisis pangan menyeluruh atau musim paceklik pada saat tujuh tahun yang akan datang. Sehingga ayat di atas mengajarkan terkait dengan persiapan kemungkinan yang akan terjadi dimasa yang akan datang (Imani, 2006).

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini penulis tertarik untuk membahas perbandingan akurasi prediksi IHSG dengan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil penyelesaian metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam memprediksi IHSG?
2. Bagaimana hasil penyelesaian metode *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi IHSG?
3. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi IHSG?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil penyelesaian metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam memprediksi IHSG.
2. Untuk mengetahui hasil penyelesaian metode *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi IHSG.
3. Untuk mengetahui perbandingan tingkat akurasi *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi IHSG.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan penulis dan pembaca tentang *Fuzzy Time Series Cheng*.
2. Menambah pemahaman penerapan metode *Double Exponential Smoothing*.
3. Menambah pengetahuan perbandingan tingkat akurasi *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) tiap harinya pada 19 Juli 2019 sampai 27 November 2019.
2. Pengujian tingkat keakuratan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE).
3. Hasil pengujian keakuratan dibandingkan antara *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan pada penelitian ini dibagi menjadi empat bab dan setiap bab terdiri dari beberapa subbab. Sistematika tersebut dimaksudkan agar penulisan lebih terarah dan mudah dipahami. Adapun sistematika tersebut yaitu:

Bab I Pendahuluan

Pendahuluan meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Kajian pustaka berisi mengenai teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan. Pada penelitian ini teori yang digunakan meliputi: *time series*, kajian mengenai *fuzzy*, *fuzzy time series*, *exponential smoothing*, peramalan, keakuratan prediksi, teori tentang saham, serta *time series* dalam Al-Qur'an.

Bab III Pembahasan

Pembahasan berisi mengenai penyelesaian *fuzzy time series cheng* dan *double exponential smoothing* dalam memprediksi IHSG, serta perbandingan tingkat akurasi prediksi kedua metode tersebut.

Bab IV Penutup

Penutup berisi kesimpulan dari hasil pembahasan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Time Series*

Time series merupakan kumpulan nilai-nilai variabel yang disusun dan diurutkan berdasarkan waktu atau dapat disebut dengan runtun waktu. *Time series* adalah data yang terdiri dari suatu objek tetapi meliputi banyak periode waktu seperti harian, mingguan, bulanan, dan lain-lain (Purwanto dkk, 2013). Pendapat lain menurut Wei (2006), *Time series* adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadian dengan interval waktu yang tetap. Jadi data *time series* adalah data yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadian dengan interval waktu yang tetap.

Sedangkan, analisis *time series* adalah suatu metode peramalan kuantitatif yang digunakan untuk menentukan pola suatu data pada masa lampau yang telah digabungkan dalam satu urutan waktu atau biasa disebut dengan data *time series* (Hanke & Wichren, 2005).

2.1.1 Pola Data *Time Series*

Secara umum terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu horizontal, trend, musiman, dan siklis. Pola horizontal merupakan kejadian yang tidak terduga dan bersifat acak, tetapi kemunculannya dapat memengaruhi fluktuasi data *time series*. Pola trend merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang, dapat berupa kenaikan maupun penurunan. Pola musiman merupakan fluktuasi dari data

yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian. Sedangkan pola siklis merupakan fluktuasi dari data untuk waktu yang lebih dari satu tahun. Contoh data *time series* seperti data produksi, saham, data ekspor, data kurs, dan lain sebagainya. Dan pola tersebut di ekstrapolasikan ke masa mendatang untuk suatu prediksi kondisi di masa depan (Makridakis dkk, 1999).

2.2 Forecasting

Forecasting adalah prediksi untuk sesuatu yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Berdasarkan sifatnya peramalan dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan ini sangat bergantung pada orang yang menyusunnya, karena berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi. Pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari orang-orang yang menyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan ini sangat bergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan tersebut, karena dengan metode yang berbeda akan diperoleh suatu hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin kecil penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi berarti metode yang dipergunakan semakin baik.

Peramalan yang baik dilakukan dengan mengikuti prosedur penyusunan yang baik. Proses peramalan merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam

pengambilan keputusan, sebab efektif tidaknya suatu keputusan seringkali dipengaruhi beberapa faktor yang tidak tampak pada saat keputusan itu diambil. *Forecasting* bertujuan untuk mendapatkan ramalan yang bisa meminimumkan kesalahan meramal yang biasa diukur dengan metode *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), dan sebagainya (Pangestu, 1986).

2.3 Himpunan *Fuzzy*

Teori himpunan kabur pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi Asker Zadeh. Pada awalnya Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik (*crisp set*) menjadi himpunan kabur (*fuzzy set*) sehingga himpunan klasik tersebut masuk dalam kejadian khusus dari himpunan kabur. Kemudian Zadeh mendefinisikan himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang nilainya dibatasi dengan interval $[0,1]$ (Susilo, 2006).

Dalam himpunan *fuzzy* terdapat nilai keanggotaan yang terletak pada rentang 0 sampai 1, itu artinya himpunan *fuzzy* dapat menjelaskan setiap nilai berdasarkan keputusan atau pendapat dan peluangnya. Nilai 0 adalah salah dan nilai 1 adalah benar, dan terdapat nilai-nilai yang terletak diantara benar dan salah tersebut. Itu artinya, nilai kebenaran suatu variabel atau suatu anggota tidak hanya benar ataupun salah (Kusumadewi & Purnomo, 2004).

Himpunan *fuzzy* mempunyai dua atribut, diantaranya adalah (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

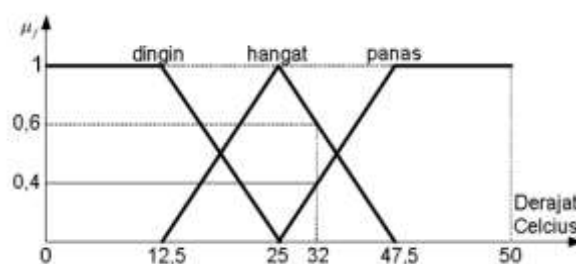
1. Linguistik adalah istilah untuk memberi nama suatu grup dengan bahasa alami yang mewakili keadaan atau kondisi tertentu. Misal pada temperature yaitu panas, dingin, dan lain sebagainya.

2. Numeris adalah istilah dari nilai (angka) yang menunjukkan suatu ukuran dari variabel tertentu. Misal: 07, 11, dan 100.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), himpunan *fuzzy* memiliki semesta pembicaraan berupa keseluruhan nilai yang digunakan untuk beroperasi dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh semesta pembicaraan dalam variabel temperatur [0, 50]. Pada suatu semesta pembicaraan, terdapat domain dari himpunan *fuzzy* yang mencakup keseluruhan nilai dan diperbolehkan dalam semesta pembicaraan juga dapat dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk variabel pada temperatur yaitu: Dingin [0, 20], Normal [20, 30], Panas [30, 50].

2.4 Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Pengkaburan atau biasa disebut dengan fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah variabel numerik (*non fuzzy*) menjadi variabel linguistic (*fuzzy*) dan biasa disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan masing-masing fungsi keanggotaannya. Contoh fuzzifikasi, misalkan suhu air merupakan variabel linguistic dengan nilai $T(suhu) = \{dingin, hangat, panas\}$ dan semesta pembicaraannya adalah antara suhu 0°C – 50°C. Distribusi fungsi segitiga *fuzzy* diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Proses Fuzzifikasi (Waskito, 2011)

Penegasan atau biasa disebut dengan defuzzifikasi merupakan langkah terakhir pada sistem kendali logika *fuzzy* dengan tujuan mengkonversi setiap hasil pada *inference engine* yang diformulasikan dalam bentuk *fuzzy set* ke suatu bilangan riil. Hasil konversi itu adalah aksi yang diambil oleh sistem kendali logika *fuzzy*. Oleh karena itu, untuk menghasilkan respon yang optimum pada sistem kendali logika *fuzzy*, pemilihan metode defuzzifikasi yang sesuai juga sangat berpengaruh (Sutikno,2012).

2.5 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series (FTS) merupakan metode peramalan data yang menggunakan konsep *fuzzy set* sebagai dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit, sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan (Robandi, 2006).

Menurut Song & Chissom (1994), definisi FTS dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Pembentukan himpunan semesta (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (2.1)$$

dengan D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta.

2. Pembentukan Interval

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Sturges berikut :

$$n = 1 + 3,322 \log(n) \quad (2.2)$$

dengan n adalah jumlah data observasi

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

dimana:

U : himpunan semesta

u_i : besarnya jarak pada U , untuk $i = 1, 2, \dots, n$

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continue*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \mu_{A_i/u_j} \quad (2.3)$$

$$= \mu_{A_i}(u_1)/u_1 + \mu_{A_i}(u_2)/u_2 + \dots + \mu_{A_i}(u_n)/u_n \quad (2.4)$$

μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i maka $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i .

Aturan untuk menentukan derajat keanggotaan u_j dengan μ_{A_i} adalah derajat keanggotaan milik A_i yang ditentukan sebagai berikut:

$$\mu A_i(u_j) = \begin{cases} 1 & ; i = j \\ 0,5 & ; j = i - 1 \text{ atau } i = j - 1 \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.5)$$

Berikut adalah beberapa aturan:

Aturan 1. Jika data historis $y(t)$ adalah u_j , maka derajat keanggotaan u_j adalah

1. u_{j+1} adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

Aturan 2. Jika data historis $y(t)$ adalah u_j , $1 < i < n$, maka derajat keanggotaan

u_j adalah 1. u_{j+1} adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

Aturan 3. Jika data historis $y(t)$ adalah u_n , maka derajat keanggotaan u_n adalah

1. u_{n-1} adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

2.5.1 Fuzzy Time Series Cheng

Metode *Cheng* mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, menggunakan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama (Cheng dkk, 2008). Berikut langkah-langkah Algoritma *Cheng*:

1. Pembentukan himpunan semesta (U) sesuai pada persamaan (2.1).
2. Pembentukan interval

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus *Sturges* seperti pada persamaan (2.1).

Adapun perbedaan interval secara berurutan didefinisikan dengan l sebagai berikut:

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (2.6)$$

maka setiap interval diperoleh yaitu:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} - D_1 + (n - 1)l; D_{min} - D_1 + nl] \end{aligned} \quad (2.7)$$

3. Menentukan himpunan *fuzzy*

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan sesuatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

dimana:

U : himpunan semesta

u_i : besarnya jarak pada U , untuk $i = 1, 2, \dots, n$

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continue*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan seperti pada persamaan (2.4).

4. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. Contoh jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

5. Menetapkan pembobotan

Menetapkan bobot pada FLRG. Contohnya terdapat suatu urutan FLR yang sama:

$(t = 1)A_i \rightarrow A_i$ diberikan bobot 1

$(t = 2)A_i \rightarrow A_i$ diberikan bobot 2

$(t = 3)A_i \rightarrow A_i$ diberikan bobot 3

$(t = 4)A_i \rightarrow A_i$ diberikan bobot 4

$(t = 5)A_i \rightarrow A_i$ diberikan bobot 5

dengan t menyatakan waktu

6. Pembentukan pembobot dinormalisasi

Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobotan yang telah dinormalisasi ($W_n(t)$) yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W_n(t) = \left[\frac{W_1}{\sum_{k=1}^h W_k}, \frac{W_2}{\sum_{k=1}^h W_k}, \dots, \frac{W_h}{\sum_{k=1}^h W_k} \right] \quad (2.8)$$

dimana:

$W_{h,k}$: Pembobot

$W_n(t)$: Pembobotan ternormalisasi

7. Menaksirkan

Menghitung nilai penaksiran yang sesuai dengan persamaan berikut:

$$F(t) = L_{df}(t - 1) \cdot W_n(t - 1) \quad (2.9)$$

dengan,

$L_{df}(t - 1)$: Matriks defuzzifikasi $L_{df} = [m_1, m_2, \dots, m_k]$ dimana m_k adalah nilai tengah dari setiap interval

$W_n(t - 1)$: Matriks pembobot yang telah dinormalisasi.

8. Defuzzifikasi

Menghitung nilai taksiran adaptif ($\hat{y}(t)$) sebagai nilai ramalan akhir dengan:

$$\hat{y}(t) = y(t - 1) + (\alpha X[F(t) - y(t - 1)]) \quad (2.10)$$

$y(t - 1)$ adalah pengamatan waktu $t - 1$ dan α adalah parameter pembobot berkisar $[0,001 - 1]$.

2.6 Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving average*. Metode peramalan *Exponential Smoothing* merupakan model ramalan data berkala (*time series*) yang digunakan untuk peramalan. Pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) adalah metode peramalan yang didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara eksponensial dengan mengulang perhitungan secara terus menerus menggunakan data terbaru. Setiap data akan diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar (Lincoln, 2001).

Exponential Smoothing merupakan teknik yang mudah untuk diterapkan dan sangat efektif sebagai peramalan. Metode yang digunakan dalam peramalan data debit yaitu dengan cara meminimumkan nilai error atau kesalahan maka akan didapatkan hasil ramalan yang maksimum, sehingga hasil ramalan akan mendekati serial data hasil pengamatan dilapangan. Optimasi dilakukan dengan cara menggunakan lingo 11 dan hasil yang didapat cukup baik (Santosa dkk, 2010).

Dalam metode *Exponential Smoothing* terdapat satu atau lebih parameter pemulusan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil pilihan ini menentukan bobot

yang dikenakan pada nilai observasi (Makridakis dkk, 1999). Diantaranya adalah metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing*, dan lain-lain.

2.6.1 Double Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt. Metode *double exponential smoothing* digunakan untuk data yang menunjukkan adanya *trend*. Metode ini menggunakan dua parameter dan tiga persamaan untuk *forecasting*-nya. Sehingga pemulusan nilai *trend* tidak dilakukan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan *trend* dilakukan dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan untuk pemulusan data asli.

Berikut beberapa persamaan yang terdapat dalam metode *Double Exponential Smoothing* (Makridakis dkk, 1999):

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.11)$$

$$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1} \quad (2.12)$$

$$F_{t+m} = S_t + T_t m \quad (2.13)$$

dimana:

- S_t : Nilai *exponential smoothing* tunggal
- X_t : Data sebenarnya pada waktu ke- t
- T_t : Pemulusan *trend*
- F_{t+m} : Nilai ramalan
- m : Periode masa mendatang
- α, γ : Konstanta dengan nilai antara 0 sampai 1

2.7 Metode GRG *Nonlinear* dalam *Microsoft Excel*

Metode *Generalized Reduced Gradient* (GRG) adalah metode yang telah digunakan dalam analisis respon dan telah banyak diaplikasikan dibidang industri (Castillo *et al*, 1996). Metode ini merupakan pengembangan dari algoritma *Reduced Gradient* (RG), menurut Tang & Xu (2002) metode GRG digunakan untuk mendapatkan titik optimum di dalam daerah yang dibatasi. Metode GRG dikemukakan pula oleh Belegundu (1999) sebagai suatu metode yang sesuai untuk menyelesaikan persamaan dengan kendala *non linear*. Metode GRG ini menjadi *default* metode untuk *software Excel's solver* yang biasanya digunakan untuk optimisasi portofolio (Benninga, 2008). Bentuk umum dari metode GRG adalah sebagai berikut (Bricker,1999):

$$\text{Minimize } f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.14)$$

dengan syarat,

$$h_j(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2.15)$$

$$\alpha_i < x_i < \gamma_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

dengan:

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$: fungsi yang dioptimalkan

$h_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$: kendala

x : faktor

α : batas bawah dari faktor

γ : batas atas dari faktor

2.8 Akurasi Prediksi

Tujuan dalam analisis time series adalah untuk meramalkan nilai masa depan (Wei, 2006). Metode peramalan yang bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki tingkat kesalahan besar. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati nilai aktual.

Tingkat akurasi setiap model peramalan dan prediksi digunakan metode uji sebagai berikut:

1. *Mean Square Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n} \quad (2.17)$$

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}} \quad (2.18)$$

3. *Mean Absolute Error* (MAE)

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n} \quad (2.19)$$

4. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| \quad (2.20)$$

dimana:

n = banyak data

x_t = data observasi pada waktu t

\hat{x}_t = data hasil peramalan pada waktu t

Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh ketiga alat ukur tersebut, maka model peramalan yang digunakan akan semakin baik. Berdasarkan keempat uji alat ukur di atas, *Mean Absolute Error* (MAE) yang paling sering digunakan.

2.9 Saham

Saham didefinisikan sebagai tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan (Widoatmodjo, 2000). Sejak awal suatu perusahaan menjual saham dan kemudian diperdagangkan diantara para investornya. Selain mengharapkan laba, investor berharap agar harga saham naik sehingga para investor mendapatkan *capital gain* dari investasi yang telah

dilakukan. Saham dapat dijual suatu saat dikemudian hari, ketika harga saham naik dan saham dijual diatas harga belinya maka investor akan mendapatkan keuntungan modal yang besar.

2.9.1 Indeks Harga Saham

Indeks adalah ilmu statistik yang mengukur perubahan dalam pasar finansial atau dalam ekonomi. Indeks juga sering dinyatakan dalam perubahan presentase dari suatu bulan atau tahun sebelumnya (Downes & Goodman, 1994). Suatu indeks dapat disebut dengan indeks harga saham karena indeks tersebut berkaitan dengan sejumlah fakta tertentu yang menggambarkan beberapa perubahan harga saham dimasa lalu yang merupakan bentuk informasi historis dengan tepat untuk menggambarkan pergerakan harga saham tersebut serta memberikan suatu deskripsi harga-harga saham pada saat tertentu maupun dalam periodisasi tertentu.

2.9.2 Indeks Harga Saham Gabungan

Indeks harga saham dibedakan menjadi dua, yaitu Indeks Harga Saham Individu dan Indeks Harga Saham Gabungan. Indeks Harga Saham Individu hanya menunjukkan perubahan dari suatu harga saham suatu perusahaan untuk mengukur kinerja kerja suatu saham tertentu terhadap harga dasarnya, sedangkan Indeks Harga Saham Gabungan akan menunjukkan pergerakan harga saham secara umum yang tercatat dalam bursa efek untuk mengukur apakah harga saham mengalami kenaikan atau penurunan (Anoraga dan Pakarti dalam Pasaribu dan Dyonyisia, 2014).

IHSG berubah setiap hari karena perubahan harga pasar yang terjadi setiap hari dan adanya saham tambahan. Bahkan dewasa ini IHSG dijadikan barometer kesehatan ekonomi suatu negara dan sebagai landasan analisis statistik atas kondisi pasar terakhir (current market). Menurut Hermuningsih (2012), pengertian IHSG adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur kinerja saham yang tercatat dalam suatu bursa efek. IHSG ini ada yang dikeluarkan oleh bursa efek yang bersangkutan secara resmi dan ada yang dikeluarkan oleh institusi swasta tertentu seperti media massa keuangan, institusi keuangan, dan lain-lain.

Dasar perhitungan IHSG adalah jumlah Nilai Pasar, Jumlah Nilai Pasar adalah total perkalian setiap saham tercatat (kecuali untuk perusahaan yang berada dalam program restrukturisasi) dengan harga di BEI pada hari tersebut. Formula perhitungannya adalah sebagai berikut (Hermuningsih, 2012):

$$IHSG = \frac{\text{Nilai Pasar}}{\text{Nilai Dasar}} \times 100 \quad (2.21)$$

dimana:

Nilai Pasar = adalah kumulatif jumlah saham tercatat (yang digunakan untuk perhitungan indeks) dikali harga pasar.

Nilai Dasar = nilai yang dibentuk berdasarkan jumlah saham yang tercatat dalam suatu waktu.

2.10 Akurasi Prediksi Dalam Al-Qur'an

Pada pembahasan sebelumnya telah dipaparkan bahwa meramalkan adalah salah satu cara untuk memprediksi suatu kejadian yang akan terjadi dimasa depan. Terdapat dua macam peramalan, yaitu peramalan secara ilmiah dan non-ilmiah. Islam tidak melarang peramalan secara keseluruhan, salah satunya adalah

peramalan secara ilmiah. Berikut ayat Al-Qur'an yang terkait dengan peramalan atau prediksi yang tertulis pada surat Yusuf ayat 47 – 48:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ (٤٧) ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ هُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تُحْصِنُونَ (٤٨)

“47. Dia (Yusuf) berkata, ‘Agar kamu bercocok tanam tujuh tahun (berturut-turut) sebagaimana biasa; kemudian apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di tangkainya kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian setelah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari apa(bibit gandum) yang kamu simpan” (QS. Yusuf/12:47-48).

Kemudian dijelaskan menurut tafsir Ibnu Katsir sebagai berikut (ar-Rifa’i, 1999):

تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا

Supaya kalian bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa. (QS. Yusuf:47)

Kelak akan datang musim subur dan banyak hujan kepada kalian selama tujuh tahun berturut-turut. Sapi diibaratkan dengan tahun karena sapilah yang dipakai untuk membajak tanah dan lahan yang digarap untuk menghasilkan buah-buahan dan tanam-tanaman, yaitu bulir-bulir gandum yang hijau (subur). Kemudian Yusuf a.s. memberikan pengarahannya kepada mereka mengenai apa yang harus mereka kerjakan selama tujuh tahun subur itu. Ia berkata:

فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ

Maka apa yang kalian panen hendaklah kalian biarkan di bulirnya, kecuali sedikit untuk makan kalian (QS. Yusuf:47).

Yakni betapapun banyaknya hasil yang kalian peroleh dari panen kalian di musim-musim subur selama tujuh tahun itu, kalian harus membiarkan hasilnya pada bulir-bulirnya, agar dapat disimpan untuk jangka waktu yang lama dan menghindari kebusukan. Terkecuali sekedar apa yang kalian makan, maka boleh dipisahkan dari bulirnya. Dan makanlah dalam kadar yang minim, jangan berlebih-lebihan agar

jumlah makanan yang ada dapat cukup menutupi kebutuhan makan kalian selama musim-musim paceklik yang lamanya tujuh tahun.

Musim paceklik yang berturut-turut selama tujuh tahun yang mengiringi musim-musim subur adalah ibarat sapi-sapi kurus yang memakan sapi-sapi yang gemuk. Karena dalam musim paceklik semua persediaan makanan yang mereka kumpulkan di musim subur habis mereka makan (konsumsi). Musim paceklik inilah yang dimaksudkan dengan bulir-bulir yang kering. Kemudian Yusuf a.s. memberitakan kepada mereka bahwa selama tujuh tahun musim paceklik itu tidak ada suatu tumbuh-tumbuhan pun yang dapat tumbuh, dan semua tanaman yang mereka semaikan tidak akan menghasilkan sesuatu pun. Karena itulah maka Yusuf a.s. berkata kepada mereka:

يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ هُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَحْصِنُونَ

Yang menghabiskan apa yang kalian simpan untuk menghidupinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kalian simpan (QS. Yusuf:48).

Selanjutnya Nabi Yusuf menyampaikan berita gembira kepada mereka bahwa sesudah musim paceklik yang lama itu akan datang tahun-tahun yang subur. Pada tahun-tahun itu banyak hujan turun, seluruh negeri menjadi subur serta menghasilkan panen yang berlimpah, dan orang-orang kembali membuat perasan anggur, buah zaitun, dan lain sebagainya sebagaimana biasanya. Mereka juga memeras tebu untuk dijadikan gula. Sehingga sebagian ulama mengatakan bahwa termasuk ke dalam pengertian memeras ialah memerah susu.

Jadi dapat dipahami di dalam Surat Yusuf ayat 47-48, bahwa Allah menggambarkan contoh usaha manusia untuk mempersiapkan menghadapi kemungkinan yang buruk dimasa depan, persiapan tersebut secara langsung

menggambarkan proses di dalam kehidupan manusia yang tidak akan tahu bagaimana kehidupan kita ke depannya (Ar-Rifa'i, 1999).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Diawali dengan pengumpulan data, kemudian penafsiran terhadap data tersebut, sehingga diperoleh hasil penelitian dalam bentuk numerik. Jenis penelitian ini adalah studi literatur, dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai literatur yang diperlukan dalam penelitian ini.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Penelitian ini menggunakan data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) per tiap harinya mulai 19 Juli 2019 sampai 27 November 2019 yang diambil secara *online* dari website www.finance.yahoo.com dan diakses pada tanggal 28 November 2019.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data sekunder, yaitu dengan mencari data IHSG secara *online* yang telah ada dalam website *Yahoo! Finance* yang berisi tentang berita keuangan, statistika saham, dan lain sebagainya.

3.4 Teknik Analisis Data

Proses analisis data pada penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*. Berikut tahapan analisis yang dilakukan:

1. Analisis Deskriptif Data

- a. Mengumpulkan data IHSG yang diambil secara *online* di website www.finance.yahoo.com.
- b. Membuat plot *time series* dari data.
- c. Menginterpretasikan hasil plot *time series* dari data.

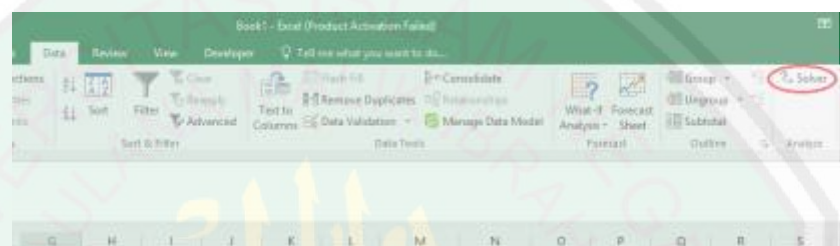
2. Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

- a. Menentukan himpunan semesta pembicaraan (U).
- b. Menentukan banyak dan panjang interval (n).
- c. Membagi seluruh semesta pembicaraan U ke dalam n interval yang sudah ditentukan.
- d. Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh semesta pembicaraan.
- e. Melakukan fuzzifikasi data historis.
- f. Menentukan *fuzzy logic relationship* (FLR).
- g. Menentukan *fuzzy logic relations group* (FLRG).
- h. Menetapkan pembobotan.
- i. Menetapkan pembobotan dinormalisasi.
- j. Menaksirkan penaksiran awal berdasarkan himpunan *fuzzy*.
- k. Defuzzifikasi dengan menghitung nilai penaksiran adaptif.

3. Metode *Double Exponential Smoothing*

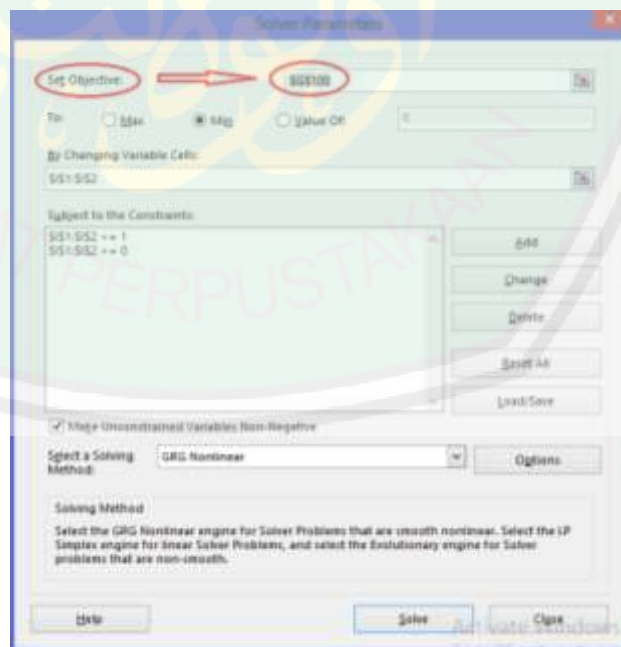
- a. Menentukan parameter α dan γ yang akan dihitung.

- b. Mengimplementasikan parameter α dan γ ke dalam data historis dan menghitung penaksirannya.
- c. Menentukan parameter α dan γ terbaik dilihat dari nilai MAE terkecil menggunakan metode GRG *Nonlinear* pada *solver* dalam *software Microsoft Excel*. Berikut langkah-langkahnya:
- i. Pertama membuka *software Microsoft Excel*, kemudian pada tab **Data**, digrup *Analyze*, klik *Solver*.



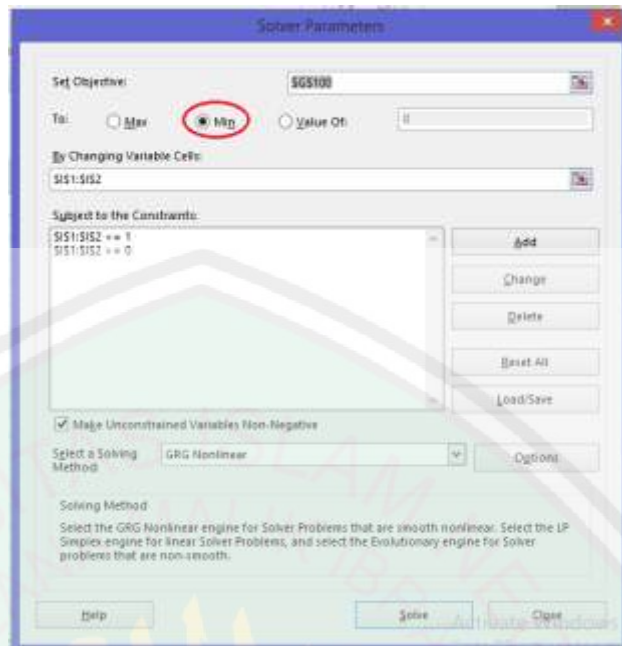
Gambar 3.1 Solver Parameters

- ii. Di dalam kotak *Set Objective*, masukkan referensi sel atau nama untuk sel tujuan. Sel tujuan berisi MAE yang ingin diperkecil.



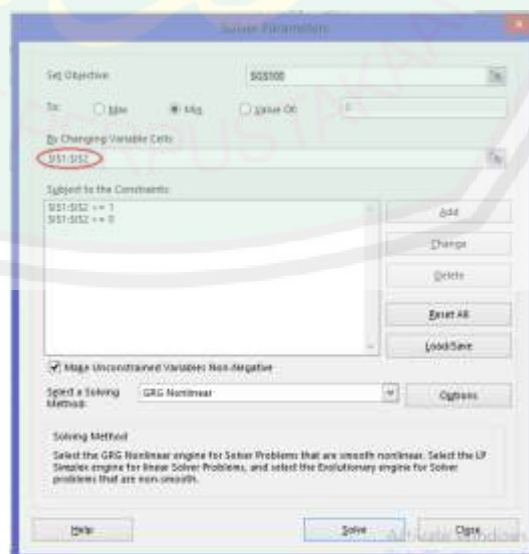
Gambar 3.2 Set Objective

iii. Karena ingin mengecilkan nilai MAE, maka klik **Min.**



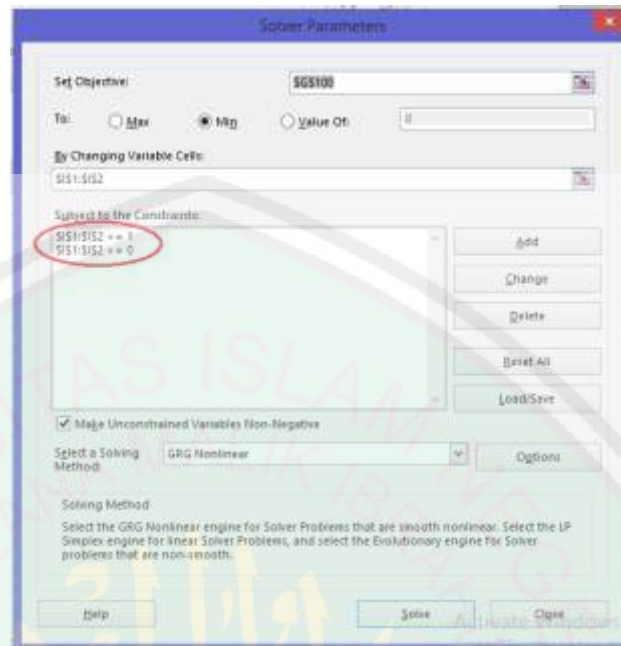
Gambar 3. 3 Minimum Optimalisasi

iv. Pada kotak *By Changing Variable Cells* diisi dengan sel yang berisi variabel yang mempengaruhi nilai *Set Objective* yang dihasilkan, yaitu sel yang berisi parameter α dan γ awal. *Solver* akan mencari kombinasi variabel yang dapat mengoptimalkan *Set Objective* yang akan dihasilkan.



Gambar 3. 4 By Changing Variable Cells

- v. Kemudian pada kotak *Subject to the Constraints* dimasukkan batasan atau syarat apa saja yang dimiliki untuk mencapai optimalisasi.

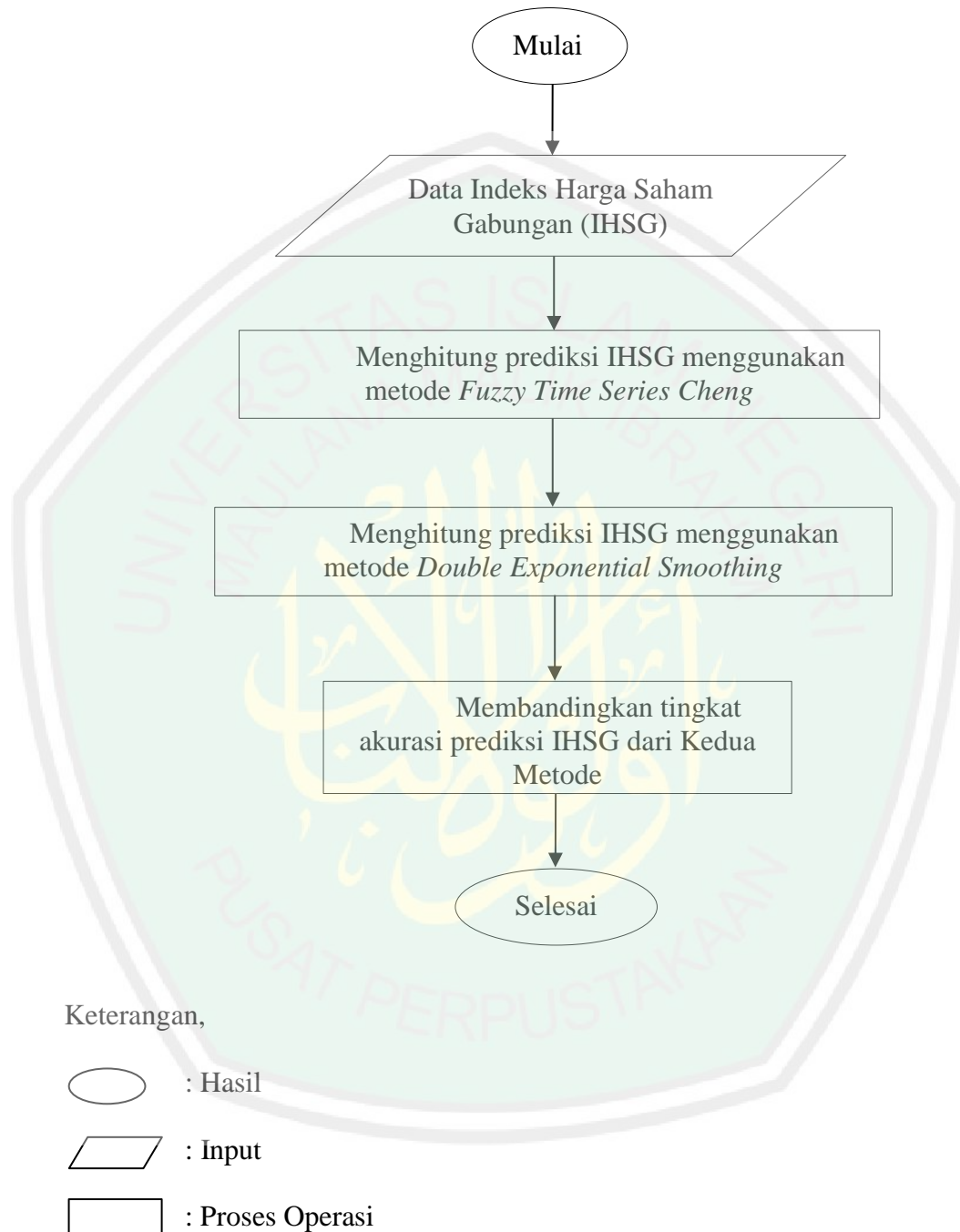


Gambar 3.5 *Subject to the Constraints*

- vi. Terakhir, klik *Solver* untuk mendapatkan hasil MAE terkecil dengan syarat parameter terbaik yang diinginkan.
- d. Menghitung hasil penaksiran dari parameter α dan γ terbaik.
4. Analisis Perbandingan
- Analisis perbandingan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* akan dihitung menggunakan MAE, sehingga dapat dipilih antara kedua metode tersebut mana perhitungan yang lebih akurat untuk peramalan data indeks harga saham gabungan (IHSG) di Indonesia pada periode selanjutnya.
5. Menghitung peramalan untuk 30 periode ke depan menggunakan metode terbaik

3.5 Flowchart Penelitian

Berikut diagram alir (*flowchart*) dalam pebelitian ini:



BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data *time series* harian dari data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) mulai 19 Juli 2019 sampai 27 November 2019. Data IHSG tersebut disajikan dalam Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data IHSG 11 Oktober 2018 – 6 Februari 2019

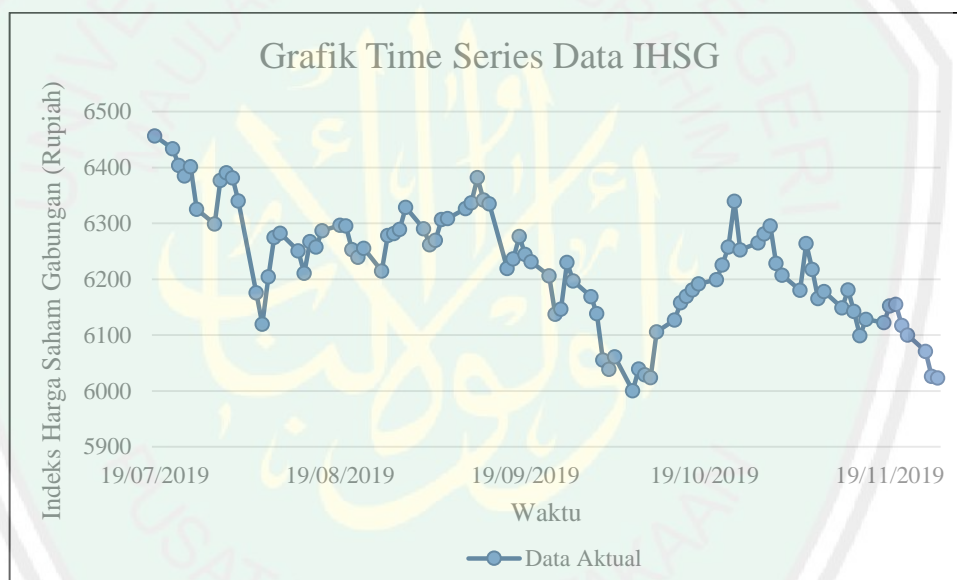
| Waktu | Data | Waktu | Data | Waktu | Data |
|-----------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 7/19/2019 | 6456.539 | 9/3/2019 | 6261.59 | 10/17/2019 | 6181.014 |
| 7/22/2019 | 6433.547 | 9/4/2019 | 6269.664 | 10/18/2019 | 6191.947 |
| 7/23/2019 | 6403.81 | 9/5/2019 | 6306.803 | 10/21/2019 | 6198.987 |
| 7/24/2019 | 6384.987 | 9/6/2019 | 6308.95 | 10/22/2019 | 6225.497 |
| 7/25/2019 | 6401.365 | 9/9/2019 | 6326.213 | 10/23/2019 | 6257.806 |
| 7/26/2019 | 6325.237 | 9/10/2019 | 6336.673 | 10/24/2019 | 6339.647 |
| 7/29/2019 | 6299.035 | 9/11/2019 | 6381.954 | 10/25/2019 | 6252.345 |
| 7/30/2019 | 6376.996 | 9/12/2019 | 6342.174 | 10/28/2019 | 6265.384 |
| 7/31/2019 | 6390.505 | 9/13/2019 | 6334.843 | 10/29/2019 | 6281.138 |
| 8/1/2019 | 6381.542 | 9/16/2019 | 6219.435 | 10/30/2019 | 6295.747 |
| 8/2/2019 | 6340.18 | 9/17/2019 | 6236.69 | 10/31/2019 | 6228.317 |
| 8/5/2019 | 6175.703 | 9/18/2019 | 6276.633 | 11/1/2019 | 6207.191 |
| 8/6/2019 | 6119.471 | 9/19/2019 | 6244.47 | 11/4/2019 | 6180.344 |
| 8/7/2019 | 6204.195 | 9/20/2019 | 6231.473 | 11/5/2019 | 6264.152 |
| 8/8/2019 | 6274.671 | 9/23/2019 | 6206.199 | 11/6/2019 | 6217.545 |
| 8/9/2019 | 6282.132 | 9/24/2019 | 6137.608 | 11/7/2019 | 6165.624 |
| 8/12/2019 | 6250.595 | 9/25/2019 | 6146.404 | 11/8/2019 | 6177.986 |
| 8/13/2019 | 6210.962 | 9/26/2019 | 6230.334 | 11/11/2019 | 6148.74 |
| 8/14/2019 | 6267.335 | 9/27/2019 | 6196.889 | 11/12/2019 | 6180.992 |
| 8/15/2019 | 6257.586 | 9/30/2019 | 6169.102 | 11/13/2019 | 6142.501 |
| 8/16/2019 | 6286.657 | 10/1/2019 | 6138.25 | 11/14/2019 | 6098.95 |
| 8/19/2019 | 6296.715 | 10/2/2019 | 6055.425 | 11/15/2019 | 6128.345 |
| 8/20/2019 | 6295.738 | 10/3/2019 | 6038.529 | 11/18/2019 | 6122.625 |
| 8/21/2019 | 6252.967 | 10/4/2019 | 6061.252 | 11/19/2019 | 6152.09 |
| 8/22/2019 | 6239.245 | 10/7/2019 | 6000.582 | 11/20/2019 | 6155.109 |
| 8/23/2019 | 6255.597 | 10/8/2019 | 6039.601 | 11/21/2019 | 6117.364 |
| 8/26/2019 | 6214.51 | 10/9/2019 | 6029.16 | 11/22/2019 | 6100.242 |
| 8/27/2019 | 6278.171 | 10/10/2019 | 6023.641 | 11/25/2019 | 6070.762 |
| 8/28/2019 | 6281.646 | 10/11/2019 | 6105.8 | 11/26/2019 | 6026.188 |

| Waktu | Data | Waktu | Data | Waktu | Data |
|-----------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 8/29/2019 | 6289.119 | 10/14/2019 | 6126.877 | 11/27/2019 | 6023.039 |
| 8/30/2019 | 6328.47 | 10/15/2019 | 6158.166 | | |
| 9/2/2019 | 6290.546 | 10/16/2019 | 6169.592 | | |

(Sumber: Website Yahoo! Finance)

Data pada Tabel 4.1 di atas dapat dideskripsikan bahwa total jumlah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dari 19 Juli 2019 sampai 27 November 2019 sebesar 585054.4, sehingga rata-rata dari jumlah IHSG perhari tersebut sebesar 6223.983.

Berikut adalah grafik *time series* dengan menggunakan *software Microsoft Excel*:



Gambar 4.1 Time Series Plot Data IHSG

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) membentuk pola data *trend*. Karena setiap harinya dari data tersebut harga saham gabungan di Indonesia cenderung turun, meskipun terdapat harga-harga saham yang naik pada tanggal tertentu. Tetapi arah data IHSG dalam jangka panjang tersebut tetap mengarah ke bawah sesuai definisi pola data *trend* yang telah dijelaskan pada sub bab 2.1.1.

4.2 Fuzzy Time Series Cheng untuk Memprediksi IHSG

Metode *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki beberapa langkah-langkah untuk memprediksi data IHSG sebagai berikut:

Langkah 1. Langkah awal dalam *Fuzzy Time Series* (FTS) adalah menentukan himpunan semesta (*universe of discourse*) terlebih dahulu dari 94 data IHSG. Untuk membentuk himpunan semesta (U), dibutuhkan data maksimum dan minimum dari data historis yang biasa dilambangkan dengan D_{max} dan D_{min} .

Didapatkan $D_{max} = 6456.539 \equiv 6457$ dan $D_{min} = 6000.582 \equiv 6001$ pada data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Penulis mendefinisikan D_1 dan D_2 dengan sebarang konstanta yaitu $D_1 = D_2 = 4$, keduanya diambil angka yang sama yaitu 4 karena untuk mempermudah saat menghitung panjang interval. Sehingga dari persamaan (2.1) diperoleh himpunan semesta $U = [5997; 6461]$.

Langkah 2. Menentukan interval

Menentukan banyak interval dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan *Sturges* (2.2) diperoleh:

$$\begin{aligned} n &= 1 + 3,322 \log N \\ &= 1 + 3,322 \log(94) \\ &= 7.555 \\ &\equiv 8 \end{aligned}$$

Sehingga banyak intervalnya adalah 8 interval yang sama panjang. Kemudian untuk menentukan panjang interval dapat dirumuskan dengan l sesuai dengan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$l = \frac{[(D_{max} + D_1) - (D_{min} - D_2)]}{n}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{[(6457 + 4) - (6001 - 4)]}{8} \\
 &= \frac{6461 - 5997}{8} \\
 &= 58
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan panjang setiap interval (l) sebesar 58. Terbentuklah beberapa interval sesuai persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [D_{min} - D_2; (D_{min} - D_2) + l] \\
 u_2 &= [(D_{min} - D_2) + l; (D_{min} - D_2) + 2l] \\
 &\vdots \\
 u_8 &= [(D_{min} - D_2) + (8 - 1)l; (D_{min} - D_2) + 8l]
 \end{aligned}$$

Berikut tabel interval yang diperoleh:

Tabel 4.2 Interval Data IHSG

| No | Interval | Nilai Tengah | Frekuensi |
|----|----------------------|--------------|-----------|
| 1 | $u_1 = [5997; 6055]$ | 6026 | 7 |
| 2 | $u_2 = [6055; 6113]$ | 6084 | 6 |
| 3 | $u_3 = [6113; 6171]$ | 6142 | 16 |
| 4 | $u_4 = [6171; 6229]$ | 6200 | 17 |
| 5 | $u_5 = [6229; 6287]$ | 6258 | 23 |
| 6 | $u_6 = [6287; 6345]$ | 6316 | 16 |
| 7 | $u_7 = [6345; 6403]$ | 6374 | 6 |
| 8 | $u_8 = [6403; 6461]$ | 6432 | 3 |

Karena jumlah frekuensi dalam suatu interval ada yang lebih besar dari nilai rata-rata banyaknya data pada tiap interval, maka pada interval yang jumlah frekuensinya berlebih harus dibagi lagi menjadi interval yang lebih kecil dengan membagi 2. Tujuan dari hal tersebut adalah untuk menyamaratakan frekuensi pada setiap interval. Rata-rata banyaknya data pada interval tersebut adalah $11.75 \equiv 12$, maka setiap frekuensi dalam setiap interval harus lebih kecil dari rata-rata tersebut. Sehingga berikut jumlah interval setelah dibagi:

Tabel 4. 3 Interval Data IHSG Setelah Proses Pembagian

| No | Interval | Nilai Tengah | Frekuensi |
|----|-------------------------|--------------|-----------|
| 1 | $u_1 = [5997; 6055]$ | 6026 | 7 |
| 2 | $u_2 = [6055; 6113]$ | 6084 | 6 |
| 3 | $u_3 = [6113; 6142]$ | 6127.5 | 7 |
| 4 | $u_4 = [6142; 6171]$ | 6156.5 | 9 |
| 5 | $u_5 = [6171; 6200]$ | 6185.5 | 8 |
| 6 | $u_6 = [6200; 6229]$ | 6214.5 | 9 |
| 7 | $u_7 = [6229; 6258]$ | 6243.5 | 11 |
| 8 | $u_8 = [6258; 6287]$ | 6272.5 | 12 |
| 9 | $u_9 = [6287; 6316]$ | 6301.5 | 8 |
| 10 | $u_{10} = [6316; 6345]$ | 6330.5 | 8 |
| 11 | $u_{11} = [6345; 6403]$ | 6374 | 6 |
| 12 | $u_{12} = [6403; 6461]$ | 6432 | 3 |

Langkah 3. Menentukan himpunan *fuzzy* untuk setiap interval yang telah dibentuk.

Berdasarkan interval yang telah diketahui, terdapat 12 interval yang terbentuk. Interval tersebut diasumsikan dengan bentuk $u_1, u_2, u_3, \dots, u_{12}$ yang kemudian didefinisikan dengan *fuzzy set* A_i untuk $1 \leq i \leq 12$, sehingga terbentuklah variabel linguistik sebagai berikut:

$$A_1 = 1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_2 = 0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_4 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0.5/u_3 + 1/u_4 + 0.5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_5 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0.5/u_4 + 1/u_5 + 0.5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_6 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0.5/u_5 + 1/u_6 + 0.5/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_7 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0.5/u_6 + 1/u_7 + 0.5/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_8 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0.5/u_7 + 1/u_8 + 0.5/u_9 + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_9 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0.5/u_8 + 1/u_9 + 0.5/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_{10} = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0.5/u_9 + 1/u_{10} + 0.5/u_{11} + 0/u_{12}$$

$$A_{11} = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0.5/u_{10} + 1/u_{11} + 0.5/u_{12}$$

$$A_{12} = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} + 0.5/u_{11} + 1/u_{12}$$

Langkah 4. Selanjutnya adalah tahap fuzzifikasi data IHSG.

Berdasarkan hasil dari langkah 3, diperoleh bahwa data IHSG tersebut telah dirubah ke dalam bentuk nilai linguistik yang awalnya berbentuk interval. Sebagai permissalan, untuk data IHSG hari pertama yaitu tanggal 19 Juli 2019 ($t = 1$) sebesar 6456.539 masuk dalam interval $u_{12} = [6403; 6461]$. Dari himpunan *fuzzy* yang terbentuk pada langkah 3, u_{12} memiliki derajat keanggotaan 1 ketika berada pada himpunan A_{12} . Maka untuk data IHSG tanggal 19 Juli 2019 terfuzzifikasi pada himpunan *fuzzy* A_{12} . Berikut hasil fuzzifikasi data IHSG yang dinotasikan dalam bilangan linguistik:

Tabel 4. 4 Pengkaburan (Fuzzifikasi)

| t | Data | Fuzzifikasi |
|----------|-------------|--------------------|
| 1 | 6456.539 | A_{12} |
| 2 | 6433.547 | A_{12} |
| 3 | 6403.81 | A_{12} |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 94 | 6023.039 | A_1 |

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, semua data IHSG dibentuk dalam himpunan *fuzzy* sesuai dengan interval yang terbentuk sebelumnya. Langkah berikutnya

pembentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) yang memperlihatkan hubungan antara himpunan *fuzzy* A_i dari hari ke hari berikutnya untuk $1 \leq i \leq 12$.

Langkah 5. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Definisi Algoritma *Cheng* menjelaskan jika $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, maka hubungan logika *fuzzy* (FLR) ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah sisi kiri atau *Left Hand Side* (LHS) dan A_j adalah sisi kanan atau *Right Hand Side* (RHS) dari FLR. Berdasarkan hasil Tabel 4.4 nilai dari $t = 1$ adalah fuzzifikasi A_{12} sisi kiri $F(t - 1)$ dan nilai dari $t = 2$ adalah fuzzifikasi A_{12} sisi kanan $F(t)$, maka terbentuklah FLR ($A_{12} \rightarrow A_{12}$) dan seterusnya yang dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.5 *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

| t | FLR | t | FLR | t | FLR |
|---------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|--------------------------|
| 1 → 2 | $A_{12} \rightarrow A_{12}$ | 32 → 33 | $A_9 \rightarrow A_8$ | 63 → 64 | $A_4 \rightarrow A_4$ |
| 2 → 3 | $A_{12} \rightarrow A_{12}$ | 33 → 34 | $A_8 \rightarrow A_8$ | 64 → 65 | $A_4 \rightarrow A_5$ |
| 3 → 4 | $A_{12} \rightarrow A_{11}$ | 34 → 35 | $A_8 \rightarrow A_9$ | 65 → 66 | $A_5 \rightarrow A_5$ |
| 4 → 5 | $A_{11} \rightarrow A_{11}$ | 35 → 36 | $A_9 \rightarrow A_9$ | 66 → 67 | $A_5 \rightarrow A_5$ |
| 5 → 6 | $A_{11} \rightarrow A_{10}$ | 36 → 37 | $A_9 \rightarrow A_{10}$ | 67 → 68 | $A_5 \rightarrow A_6$ |
| 6 → 7 | $A_{10} \rightarrow A_9$ | 37 → 38 | $A_{10} \rightarrow A_{10}$ | 68 → 69 | $A_6 \rightarrow A_7$ |
| 7 → 8 | $A_9 \rightarrow A_{11}$ | 38 → 39 | $A_{10} \rightarrow A_{11}$ | 69 → 70 | $A_7 \rightarrow A_{10}$ |
| 8 → 9 | $A_{11} \rightarrow A_{11}$ | 39 → 40 | $A_{11} \rightarrow A_{10}$ | 70 → 71 | $A_{10} \rightarrow A_7$ |
| 9 → 10 | $A_{11} \rightarrow A_{11}$ | 40 → 41 | $A_{10} \rightarrow A_{10}$ | 71 → 72 | $A_7 \rightarrow A_8$ |
| 10 → 11 | $A_{11} \rightarrow A_{10}$ | 41 → 42 | $A_{10} \rightarrow A_6$ | 72 → 73 | $A_8 \rightarrow A_8$ |
| 11 → 12 | $A_{10} \rightarrow A_5$ | 42 → 43 | $A_6 \rightarrow A_7$ | 73 → 74 | $A_8 \rightarrow A_9$ |
| 12 → 13 | $A_5 \rightarrow A_3$ | 43 → 44 | $A_7 \rightarrow A_8$ | 74 → 75 | $A_9 \rightarrow A_6$ |
| 13 → 14 | $A_3 \rightarrow A_6$ | 44 → 45 | $A_8 \rightarrow A_7$ | 75 → 76 | $A_6 \rightarrow A_6$ |
| 14 → 15 | $A_6 \rightarrow A_8$ | 45 → 46 | $A_7 \rightarrow A_7$ | 76 → 77 | $A_6 \rightarrow A_5$ |
| 15 → 16 | $A_8 \rightarrow A_8$ | 46 → 47 | $A_7 \rightarrow A_6$ | 77 → 78 | $A_5 \rightarrow A_8$ |
| 16 → 17 | $A_8 \rightarrow A_7$ | 47 → 48 | $A_6 \rightarrow A_3$ | 78 → 79 | $A_8 \rightarrow A_6$ |
| 17 → 18 | $A_7 \rightarrow A_6$ | 48 → 49 | $A_3 \rightarrow A_4$ | 79 → 80 | $A_6 \rightarrow A_4$ |
| 18 → 19 | $A_6 \rightarrow A_8$ | 49 → 50 | $A_4 \rightarrow A_7$ | 80 → 81 | $A_4 \rightarrow A_5$ |
| 19 → 20 | $A_8 \rightarrow A_7$ | 50 → 51 | $A_7 \rightarrow A_5$ | 81 → 82 | $A_5 \rightarrow A_4$ |
| 20 → 21 | $A_7 \rightarrow A_8$ | 51 → 52 | $A_5 \rightarrow A_4$ | 82 → 83 | $A_4 \rightarrow A_5$ |
| 21 → 22 | $A_8 \rightarrow A_9$ | 52 → 53 | $A_4 \rightarrow A_3$ | 83 → 84 | $A_5 \rightarrow A_4$ |
| 22 → 23 | $A_9 \rightarrow A_9$ | 53 → 54 | $A_3 \rightarrow A_2$ | 84 → 85 | $A_4 \rightarrow A_2$ |
| 23 → 24 | $A_9 \rightarrow A_7$ | 54 → 55 | $A_2 \rightarrow A_1$ | 85 → 86 | $A_2 \rightarrow A_3$ |

| | | | | | |
|---------|--------------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| 24 → 25 | $A_7 \rightarrow A_7$ | 55 → 56 | $A_1 \rightarrow A_2$ | 86 → 87 | $A_3 \rightarrow A_3$ |
| 25 → 26 | $A_7 \rightarrow A_7$ | 56 → 57 | $A_2 \rightarrow A_1$ | 87 → 88 | $A_3 \rightarrow A_4$ |
| 26 → 27 | $A_7 \rightarrow A_6$ | 57 → 58 | $A_1 \rightarrow A_1$ | 88 → 89 | $A_4 \rightarrow A_4$ |
| 27 → 28 | $A_6 \rightarrow A_8$ | 58 → 59 | $A_1 \rightarrow A_1$ | 89 → 90 | $A_4 \rightarrow A_3$ |
| 28 → 29 | $A_8 \rightarrow A_8$ | 59 → 60 | $A_1 \rightarrow A_1$ | 90 → 91 | $A_3 \rightarrow A_2$ |
| 29 → 30 | $A_8 \rightarrow A_9$ | 60 → 61 | $A_1 \rightarrow A_2$ | 91 → 92 | $A_2 \rightarrow A_2$ |
| 30 → 31 | $A_9 \rightarrow A_{10}$ | 61 → 62 | $A_2 \rightarrow A_3$ | 92 → 93 | $A_2 \rightarrow A_1$ |
| 31 → 32 | $A_{10} \rightarrow A_9$ | 62 → 63 | $A_3 \rightarrow A_4$ | 93 → 94 | $A_1 \rightarrow A_1$ |

Langkah 6. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Setelah didapatkan FLR dari Tabel 4.5, maka dapat ditentukan FLRG dimana FLRG merupakan pengelompokan dari setiap perpindahan *state* dari LHS yang sama ke RHS yang berbeda-beda. Berikut FLRG dari data IHSG:

Tabel 4. 6 *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

| LHS | RHS |
|----------|---|
| A_1 | → 4(A_1), 2(A_2) |
| A_2 | → 3(A_1), A_2 , 2(A_3) |
| A_3 | → 2(A_2), A_3 , 3(A_4), A_6 |
| A_4 | → A_2 , 2(A_3), 2(A_4), 3(A_5), A_7 |
| A_5 | → A_3 , 3(A_4), 2(A_5), A_6 , A_8 |
| A_6 | → A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , 2(A_7), 3(A_8) |
| A_7 | → A_5 , 3(A_6), 3(A_7), 3(A_8), A_{10} |
| A_8 | → A_6 , 3(A_7), 4(A_8), 4(A_9) |
| A_9 | → A_6 , A_7 , A_8 , 2(A_9), 2(A_{10}), A_{11} |
| A_{10} | → A_5 , A_6 , A_7 , 2(A_9), 2(A_{10}), A_{11} |
| A_{11} | → 3(A_{10}), 3(A_{11}) |
| A_{12} | → A_{11} , 2(A_{12}) |

Langkah 7. Menetapkan Pembobot pada Kelompok Relasi *Fuzzy Logic* (FLRG)

Selanjutnya, berdasarkan FLRG pada Tabel 4.6 maka akan diketahui nilai pembobotnya yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 7 Pembobotan *Fuzzy* Pada Data IHSG

| $X(t - 1)$ | $X(t)$ | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
| | A_1 | A_2 | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} | A_{12} |
| A_1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_4 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_5 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A_7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| A_8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| A_9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| A_{10} | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| A_{11} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| A_{12} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |

Langkah 8. Menentukan Pembobotan Dinormalisasi

Kemudian mentransfer bobot pada Tabel 4.7 ke dalam bentuk matriks pembobotan yang telah dinormalisasi sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{4}{6} & \frac{2}{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{3}{6} & \frac{1}{6} & \frac{2}{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{7} & \frac{1}{7} & \frac{3}{7} & 0 & \frac{1}{7} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} & \frac{2}{9} & \frac{3}{9} & 0 & \frac{1}{9} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{8} & \frac{3}{8} & \frac{2}{8} & \frac{1}{8} & 0 & \frac{1}{8} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} & \frac{3}{9} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{11} & \frac{3}{11} & \frac{3}{11} & \frac{3}{11} & 0 & \frac{1}{11} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{12} & \frac{3}{12} & \frac{4}{12} & \frac{4}{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{2}{8} & \frac{2}{8} & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & 0 & \frac{2}{8} & \frac{2}{8} & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{3}{6} & \frac{3}{6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Langkah 9. Penaksiran

Nilai penaksiran dapat dihitung dengan mengalikan matriks defuzzifikasi L_{df} berupa nilai tengah dengan matriks pembobot $W(t)$ yang telah dinormalisasikan menjadi $W_n(t)$ yang telah dijelaskan pada persamaan (2.9). Berikut hasil peramalan data IHSG menggunakan metode *fuzzy time series cheng*:

$$\begin{aligned} F(2) &= L_{df}(t-1) \times W_n(t-1) && \text{dimana:} \\ &= L_{df}(1) \times W_n(1) && W_n(1) : \text{matriks pembobot} \\ &= \text{Me}(W_n(1)) \times W_n(1) && \text{ternormalisasi pada} \\ &= [m_{11} \quad m_{12}] \times \begin{bmatrix} A_{11} \\ A_{12} \end{bmatrix} && \text{persamaan (4.1)} \\ &= [6374 \quad 6432] \times \begin{bmatrix} 1/3 \\ 2/3 \end{bmatrix} \\ &= 6412.667 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka hasil taksiran awal seluruhnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Nilai Peramalan Awal $F(t)$

| t | Waktu | Data Aktual | Peramalan Awal $F(t)$ |
|-----|------------|-------------|-----------------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6412.667 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6412.667 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6412.667 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6352.25 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6352.25 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6288.8125 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6296.0625 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6352.25 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6352.25 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6045.333 |

Langkah 10. Menghitung nilai taksiran akhir. Pada langkah ini, perhitungan nilai taksiran akhir yaitu dengan menggunakan taksiran adaptif guna untuk mendapatkan nilai taksiran terbaik yang dapat dicari menggunakan persamaan (2.10). Dimana hasil yang diperoleh dengan menggunakan parameter (α) terbaik untuk data IHSG yaitu 0,524. Berikut adalah hasil perhitungan peramalan adaptif:

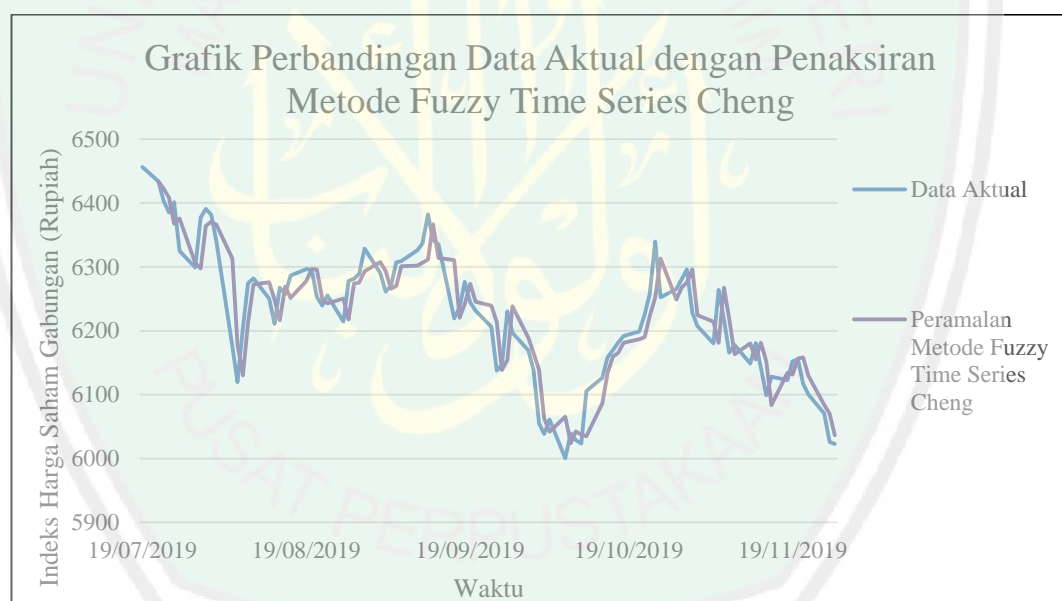
Tabel 4. 9 Peramalan Adaptif dengan $\alpha = 0.524$

| t | Waktu | Data Aktual | Peramalan Adaptif $\alpha = 0.524$ | $ e $ |
|---------------|------------|-------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | 0 | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6433.547 | 3.57422E-08 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6422.604 | 18.79422571 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6408.452 | 23.46493154 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6367.83 | 33.5349175 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6375.625 | 50.38842278 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6306.148 | 7.112639273 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6297.477 | 79.51882839 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6364.027 | 26.47756242 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6370.457 | 11.08548148 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6036.221 | 13.18231947 |
| Jumlah | | | | 3126.885178 |

Sehingga diperoleh MAE sesuai dengan persamaan (2.19) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAE &= \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n} \\
 &= \frac{\sum_{t=1}^n |e|}{n} \\
 &= \frac{3126.885178}{94} \\
 &= 33.2647
 \end{aligned}$$

Berikut grafik perbandingan antara data aktual dengan nilai peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng*:



Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan *Fuzzy Time Series Cheng*

4.3 Double Exponential Smoothing untuk Memprediksi IHSGb

Penyelesaian metode *double exponential smoothing* dari *Holt* menggunakan beberapa langkah yang sesuai dengan persamaan-persamaan yang telah ditentukan dengan menggunakan data dari Tabel 4.1 yang berisi data IHSG yang dapat dibuat peramalan pada periode-periode berikutnya juga. Metode *double exponential smoothing* dari *Holt* merupakan metode linear yang menggunakan dua parameter, berikut langkah-langkahnya:

Langkah 1. Peramalan Data IHSG dengan sebarang parameter $\alpha = 0.7$ dan $\gamma = 0.4$.

Sebagai contoh perhitungan manual pada saat t ke-2 sesuai dengan persamaan (2.11), (2.12), (2.13) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_{t_2} &= 0.7 \times 6433.547 + (1 - 0.7) \times (6456.539 + 0) \\ &= 6440.445 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{t_2} &= 0.4 \times (6440.445 - 6456.539) + (1 - 0.4) \times 0 \\ &= -6.43781 \end{aligned}$$

$$F_{2+1} = 6440.445 + (-6.43781)$$

$$F_3 = 6434.007$$

Tabel 4. 10 Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter $\alpha = 0.7$ dan $\gamma = 0.4$

| t | Waktu | Data Aktual | S_t | T_t | F_{t+m} | $ e $ |
|---------------|------------|-------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | 6456.539 | 0 | | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6440.445 | -6.43781 | 6456.539 | 22.99219 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6412.869 | -14.8929 | 6434.007 | 30.19666 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6388.884 | -18.5299 | 6397.976 | 12.98936 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6392.062 | -9.84668 | 6370.354 | 31.01151 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6342.33 | -25.8006 | 6382.215 | 56.97829 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6304.284 | -30.6991 | 6316.53 | 17.49455 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6345.973 | -1.74381 | 6273.584 | 103.4116 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6376.622 | 11.2135 | 6344.229 | 46.27609 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6383.43 | 9.451299 | 6387.836 | 6.293558 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6018.629 | -23.8954 | 6008.34 | 14.69894 |
| Jumlah | | | | | | 3532.483 |

Sehingga diperoleh MAE sesuai dengan persamaan (2.19) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAE &= \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n} \\
 &= \frac{\sum_{t=1}^n |e|}{n} \\
 &= \frac{3532.483}{94} \\
 &= 37.5796
 \end{aligned}$$

Langkah 2. Menentukan parameter terbaik menggunakan *solver* metode *GRG Nonlinear* pada *Microsoft Excel*

Dengan menggunakan definisi dari persamaan (2.14), (2.15), (2.16) diperoleh $\alpha = 1$ dan $\gamma = 0.115$. Sehingga didapatkan peramalan metode *Double Exponential Smoothing* sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter $\alpha = 1$ dan $\gamma = 0.115$

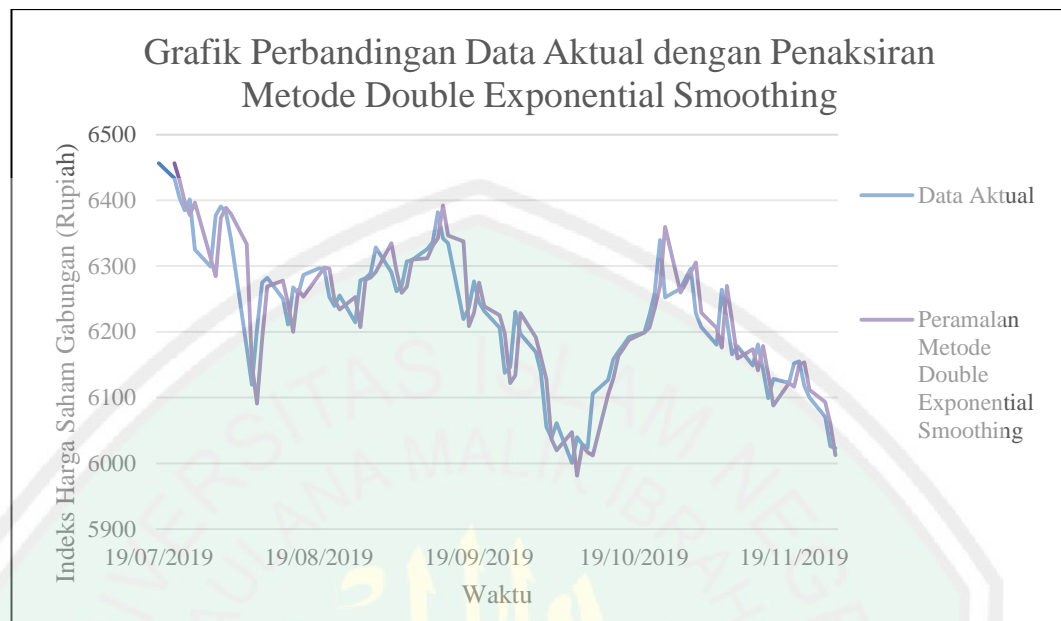
| t | Waktu | Data Aktual | S_t | T_t | F_{t+m} | $ e $ |
|---------------|------------|-------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539063 | 6456.539 | 0 | | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.546875 | 6433.547 | -2.64452 | 6456.539 | 22.99219 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.810059 | 6403.81 | -5.76062 | 6430.902 | 27.0923 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.986816 | 6384.987 | -7.26306 | 6398.049 | 13.06262 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365234 | 6401.365 | -4.54386 | 6377.724 | 23.64148 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.236816 | 6325.237 | -12.7774 | 6396.821 | 71.58456 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035156 | 6299.035 | -14.3214 | 6312.459 | 13.42428 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996094 | 6376.996 | -3.70728 | 6284.714 | 92.28236 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.504883 | 6390.505 | -1.72712 | 6373.289 | 17.21606 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.541992 | 6381.542 | -2.55936 | 6388.778 | 7.235774 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039063 | 6023.039 | -12.408 | 6012.577 | 10.46249 |
| Jumlah | | | | | | 3189.629 |

Sehingga diperoleh MAE sesuai dengan persamaan (2.19) adalah sebagai

berikut:

$$\begin{aligned}
 MAE &= \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n} \\
 &= \frac{\sum_{t=1}^n |e|}{n} \\
 &= \frac{3189.629}{94} \\
 &= 33.93222
 \end{aligned}$$

Berikut grafik perbandingan antara data aktual dengan nilai peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing*:



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan *Double Exponential Smoothing*

4.4 Perbandingan Tingkat Akurasi *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* dalam Memprediksi IHSG

Pengujian tingkat akurasi pada penelitian menggunakan kriteria perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE) pada persamaan (2.19). Adapun hasil perhitungan tingkat akurasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 12 Perbandingan Tingkat Akurasi

| | <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> | <i>Double Exponential Smoothing</i> |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Mean Absolute Error</i> | 33.2647 | 33.9322 |

Tabel 4.13 diatas menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* memperoleh nilai MAE sebesar 33.2647 yang nilainya lebih kecil dari pada MAE metode *Double Exponential Smoothing* sebesar 33.9322. Sehingga didapatkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* lebih akurat peramalannya dari pada

metode *Double Exponential Smoothing* karena memiliki nilai *error* yang lebih kecil.

Berikut grafik perbandingan antara data aktual dengan nilai peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*:



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing*

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hasil penaksiran menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* lebih mendekati nilai data aktual dibandingkan dengan *Double Exponential Smoothing*. Sehingga untuk peramalan data IHSG pada periode selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng*.

4.5 Peramalan Data IHSG 30 Periode ke Depan

Berikut hasil peramalan data IHSG 30 periode ke depan dengan metode

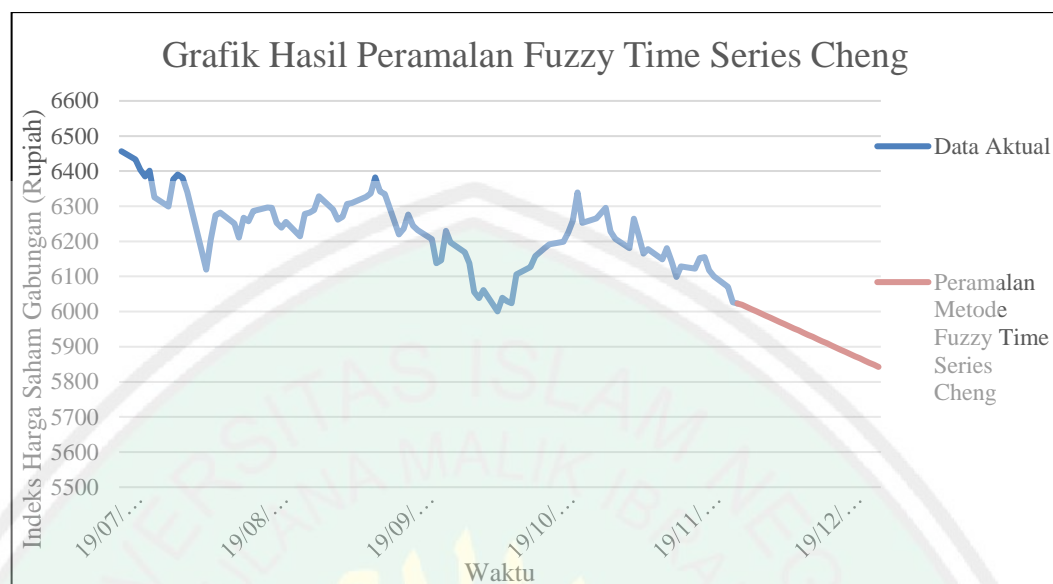
Fuzzy Time Series Cheng:

Tabel 4. 13 Hasil Peramalan Data IHSG 30 Periode Ke Depan

| Waktu | Peramalan Adaptif $\alpha = 0.524$ |
|------------|------------------------------------|
| 11/28/2019 | 6019.14 |
| 11/29/2019 | 6013.04 |
| 11/30/2019 | 6006.95 |
| 12/1/2019 | 6000.86 |
| 12/2/2019 | 5994.77 |
| 12/3/2019 | 5988.68 |
| 12/4/2019 | 5982.58 |
| 12/5/2019 | 5976.49 |
| 12/6/2019 | 5970.40 |
| 12/7/2019 | 5964.31 |
| 12/8/2019 | 5958.22 |
| 12/9/2019 | 5952.12 |
| 12/10/2019 | 5946.03 |
| 12/11/2019 | 5939.94 |
| 12/12/2019 | 5933.85 |
| 12/13/2019 | 5927.76 |
| 12/14/2019 | 5921.66 |
| 12/15/2019 | 5915.57 |
| 12/16/2019 | 5909.48 |
| 12/17/2019 | 5903.39 |
| 12/18/2019 | 5897.30 |
| 12/19/2019 | 5891.20 |
| 12/20/2019 | 5885.11 |
| 12/21/2019 | 5879.02 |
| 12/22/2019 | 5872.93 |
| 12/23/2019 | 5866.84 |
| 12/24/2019 | 5860.74 |
| 12/25/2019 | 5854.65 |
| 12/26/2019 | 5848.56 |
| 12/27/2019 | 5842.47 |

Berikut grafik peramalan 30 periode ke depan dengan menggunakan *Fuzzy*

Time Series Cheng:



Gambar 4.5 Grafik Peramalan *Fuzzy Time Series Cheng*

4.6 Kajian Prediksi dalam Islam

Prediksi adalah kegiatan yang digunakan untuk mempersiapkan apa yang akan terjadi di masa mendatang. Prediksi dalam sebuah perusahaan adalah melalui pikiran yang ilmiah dengan menggunakan teknik tertentu, sehingga prediksi adalah suatu besaran. Contohnya, jumlah permintaan terhadap suatu produk pada periode yang akan datang. Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut periode mendatang, pasti terdapat prediksi atau peramalan yang digunakan untuk mengambil keputusan tersebut (Ishak, 2010).

Di dalam Islam hal ini dijelaskan dalam kisah nabi Yusuf yang terdapat pada Al-Qur'an surat Yusuf/12 ayat 47 – 48:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ (٤٧) ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ هُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصِنُونَ (٤٨)

“47. Dia (Yusuf) berkata, ‘Agar kamu bercocok tanam tujuh tahun (berturut-turut) sebagaimana biasa; kemudian apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di tangkainya kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian setelah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari apa(bibit gandum) yang kamu simpan” (QS. Yusuf/12:47-48).

Ayat tersebut mengajarkan bahwa setiap orang harus mempersiapkan apa saja yang akan dibutuhkan dimasa mendatang. Seperti halnya yang dijelaskan pada ayat tersebut bahwa nabi Yusuf as. diperintahkan oleh Allah SWT. untuk merencanakan strategi dalam menghadapi musim paceklik. Sehingga nabi Yusuf as. menganjurkan umatnya untuk menanam gandum selama tujuh tahun berturut-turut sebagai persiapan untuk menghadapi musim paceklik tujuh tahun kedepan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya peramalan untuk data IHSG dapat memberikan pandangan dalam pengambilan keputusan untuk perubahan yang lebih baik di masa yang akan datang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam memprediksi data IHSG diperoleh hasil pembentukan himpunan semesta adalah $U = [5997; 6461]$ dengan banyak dan panjang intervalnya masing-masing 12 dan 58, kemudian membentuk himpunan *fuzzy* dari interval tersebut yang didapatkan FLR dan menghasilkan FLRG dari pengelompokan setiap data yang akhirnya memberikan nilai defuzzifikasi penaksiran akhir ($\hat{y}(t)$) dengan $\alpha = 0.524$. Sehingga didapat jumlah *error* 3126.885178 dan nilai MAE sebesar 33.2647.
2. Penerapan metode *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi data IHSG diperoleh hasil menentukan sebarang parameter α dan γ yaitu 0.7 dan 0.4 untuk menentukan penaksiran sementara dan didapatkan MAE, kemudian MAE tersebut diproses menggunakan *solver* metode *GRG Nonlinear* dalam *Microsoft Excel* sehingga didapatkan α dan γ terbaik untuk mendapatkan MAE terendah yaitu 1 dan 0.115. Jadi didapat jumlah *error* 3189.629 dan nilai MAE sebesar 33.93222.
3. Metode *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai MAE untuk *Fuzzy Time Series Cheng* yaitu 33.2647 dan nilai MAE untuk *Double Exponential Smoothing* yaitu sebesar 33.93222.

5.2 Saran

Perhitungan peramalan dalam penelitian ini menggunakan metode manual di *Microsoft Excel*. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan dengan pembuatan program agar mempermudah dalam memperoleh ramalan secara efektif.



DAFTAR RUJUKAN

- Anoraga, P. & Pakarti, P. 2001. *Pengantar Pasar Modal*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Al Farikhi, Ana Hisbiana & Darsyah, Moh Yamin. 2018. “Perbandingan *Autoregressive Integrated Moving Average* (Arima) dan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Curah Hujan di Provinsi Aceh”. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*. Vol. 1.
- Ar-Rifa'i, Muhammad Nasib. 1999. *Kemudahan dari Allah: Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Gema Insani.
- Belegundu, AD & Chandrupatla, TR. 1999. *Optimization Concepts an Application in Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.
- Benninga, S. 2008. *Financial Modeling (3rd Edition)*. London: The MIT Press.
- Bricker, DL. 1999. *Generalized Reduced Gradient Algorithm*. Iowa: University of Iowa.
- Castillo, ED, Montgomery, DC & McCarville, DR. 1996. “Modified Desirability Functions for Multiple Response Optimization”. *Journal of Quality Technology*. 28:3.
- Cheng, C.-H., Chen, T.-L., Teoh, H.-J., & Chiang, C.-H. (2008). Fuzzy Time Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting. *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1126-1132.
- Downes, Jones & Goodman, Jordan Elliot. 1994. *Kamus Istilah Keuangan dan Investasi Edisi 3* (Terjemahan). Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Imani, A.K.F. 2006. *Tafsir Nurul Qur'an, Jilid 7*. Terjemah R. Hikmat Danaatmaja, S.Pd. Jakarta: Penerbit Al-Huda.
- Ishak, A. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hanke, J.E & Wichers, D.W. 2005. *Business Forecasting Eight Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hal.
- Hermuningsih, Sri. 2012. *Pengantar Pasar modal Indonesia*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Lasdon, L.S., Waren, A.D., Jain, A. & Ratner, M. 1978. "Design and Testing of a Generalized Reduced Gradient Code for Nonlinear Programming". *ACM Transactions on Mathematical Software*. Vol. 4: No.1.
- Lincoln, A. 2001. *Peramalan Bisnis Edisi Pertama*. Jogjakarta: Universitas Gajah Mada.
- Makridakis, S. dkk. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1* (Terjemahan oleh Untung S.A & Abdul Basith). Jakarta: Erlangga.
- Pangestu, S. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Pasaribu, Rowland Bismark F & Dyonyasia, Kowanda. 2014. "Pengaruh Suku Bunga SBI, Tingkat Inflasi, IHSG, dan Bursa Asing terhadap Tingkat Pengembalian Reksadana Saham". *Jurnal Akuntansi dan Manajemen*. 25(1).
- Purwanto, A.D., Candra, D. & Nanang, Y.S. 2013. "Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Average-Based* pada Peramalan Data Harian Penampungan Susu Sapi". *Repositori Jurnal Mahasiswa PTIK UB*. 1(5):1-8.
- Robandi, I. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern Optimasi Logika Fuzzy Algoritma Genetika*. Yogyakarta: Andi.
- Santosa, B., Suharyanto, & Legono, D. 2010. "Penerapan Optimasi Parameter pada Metode *Exponential Smoothing* untuk Perkiraan Debit". *Media Komunikasi Teknik Sipil*. 73-79.
- Song, Q. & Chissom, B.S. 1994. "Forecasting Enrollments with *Fuzzy Time Series-Part II*". *Journal of Fuzzy Sets and Systems*. 62: 1-8.
- Susilo, F. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutikno, I.P. 2012. "Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Madani". *Jurnal Masyarakat Informatika*. 2 (3): 27-38.
- Tauryawati, Mey L. & Irawan, M.I. 2014. "Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan Metode *Box-Jenkins* untuk Memprediksi IHSG". *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2): 34-39.
- Waskito, B. 2011. Teknik Kendali Hibrid Pi Fuzzy untuk Pengendalian Suhu Zat Cair. *Jurnal Teknik Elektro*. 25:1-6.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods 2nd Edition*. United State of America: Addison-Wesley Publishing Company.

Website Yahoo! Finance. 2019. Data IHSG di <http://finance.yahoo.com> (diakses 28 November 2019).

Widoatmodjo, Sawidji. 2000. *Cara Sehat Investasi di Pasar Modal*. Jakarta: Yayasan Mpu Ajar Artha.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengkaburan (Fuzzifikasi)

| t | Data | Fuzzifikasi | t | Data | Fuzzifikasi | t | Data | Fuzzifikasi |
|----|----------|-------------|----|----------|-------------|----|----------|-------------|
| 1 | 6456.539 | A_{12} | 33 | 6261.59 | A_8 | 65 | 6181.014 | A_5 |
| 2 | 6433.547 | A_{12} | 34 | 6269.664 | A_8 | 66 | 6191.947 | A_5 |
| 3 | 6403.81 | A_{12} | 35 | 6306.803 | A_9 | 67 | 6198.987 | A_5 |
| 4 | 6384.987 | A_{11} | 36 | 6308.95 | A_9 | 68 | 6225.497 | A_6 |
| 5 | 6401.365 | A_{11} | 37 | 6326.213 | A_{10} | 69 | 6257.806 | A_7 |
| 6 | 6325.237 | A_{10} | 38 | 6336.673 | A_{10} | 70 | 6339.647 | A_{10} |
| 7 | 6299.035 | A_9 | 39 | 6381.954 | A_{11} | 71 | 6252.345 | A_7 |
| 8 | 6376.996 | A_{11} | 40 | 6342.174 | A_{10} | 72 | 6265.384 | A_8 |
| 9 | 6390.505 | A_{11} | 41 | 6334.843 | A_{10} | 73 | 6281.138 | A_8 |
| 10 | 6381.542 | A_{11} | 42 | 6219.435 | A_6 | 74 | 6295.747 | A_9 |
| 11 | 6340.18 | A_{10} | 43 | 6236.69 | A_7 | 75 | 6228.317 | A_6 |
| 12 | 6175.703 | A_5 | 44 | 6276.633 | A_8 | 76 | 6207.191 | A_6 |
| 13 | 6119.471 | A_3 | 45 | 6244.47 | A_7 | 77 | 6180.344 | A_5 |
| 14 | 6204.195 | A_6 | 46 | 6231.473 | A_7 | 78 | 6264.152 | A_8 |
| 15 | 6274.671 | A_8 | 47 | 6206.199 | A_6 | 79 | 6217.545 | A_6 |
| 16 | 6282.132 | A_8 | 48 | 6137.608 | A_3 | 80 | 6165.624 | A_4 |
| 17 | 6250.595 | A_7 | 49 | 6146.404 | A_4 | 81 | 6177.986 | A_5 |
| 18 | 6210.962 | A_6 | 50 | 6230.334 | A_7 | 82 | 6148.74 | A_4 |
| 19 | 6267.335 | A_8 | 51 | 6196.889 | A_5 | 83 | 6180.992 | A_5 |
| 20 | 6257.586 | A_7 | 52 | 6169.102 | A_4 | 84 | 6142.501 | A_4 |
| 21 | 6286.657 | A_8 | 53 | 6138.25 | A_3 | 85 | 6098.95 | A_2 |
| 22 | 6296.715 | A_9 | 54 | 6055.425 | A_2 | 86 | 6128.345 | A_3 |
| 23 | 6295.738 | A_9 | 55 | 6038.529 | A_1 | 87 | 6122.625 | A_3 |
| 24 | 6252.967 | A_7 | 56 | 6061.252 | A_2 | 88 | 6152.09 | A_4 |
| 25 | 6239.245 | A_7 | 57 | 6000.582 | A_1 | 89 | 6155.109 | A_4 |
| 26 | 6255.597 | A_7 | 58 | 6039.601 | A_1 | 90 | 6117.364 | A_3 |
| 27 | 6214.51 | A_6 | 59 | 6029.16 | A_1 | 91 | 6100.242 | A_2 |
| 28 | 6278.171 | A_8 | 60 | 6023.641 | A_1 | 92 | 6070.762 | A_2 |
| 29 | 6281.646 | A_8 | 61 | 6105.8 | A_2 | 93 | 6026.188 | A_1 |
| 30 | 6289.119 | A_9 | 62 | 6126.877 | A_3 | 94 | 6023.039 | A_1 |
| 31 | 6328.47 | A_{10} | 63 | 6158.166 | A_4 | | | |
| 32 | 6290.546 | A_9 | 64 | 6169.592 | A_4 | | | |

Lampiran 2. Tabel Nilai Penaksiran Awal $F(t)$

| t | Waktu | Data Aktual | Peramalan Awal $F(t)$ | t | Waktu | Data Aktual | Peramalan Awal $F(t)$ |
|-----|-----------|-------------|-----------------------|-----|------------|-------------|-----------------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | 0 | 48 | 9/24/2019 | 6137.608 | 6220.944 |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6412.667 | 49 | 9/25/2019 | 6146.404 | 6139.928571 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6412.667 | 50 | 9/26/2019 | 6230.334 | 6161.333 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6412.667 | 51 | 9/27/2019 | 6196.889 | 6246.136363 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6352.25 | 52 | 9/30/2019 | 6169.102 | 6181.875 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6352.25 | 53 | 10/1/2019 | 6138.25 | 6161.333 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6288.8125 | 54 | 10/2/2019 | 6055.425 | 6139.928571 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6296.0625 | 55 | 10/3/2019 | 6038.529 | 6069.5 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6352.25 | 56 | 10/4/2019 | 6061.252 | 6045.333 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6352.25 | 57 | 10/7/2019 | 6000.582 | 6069.5 |
| 11 | 8/2/2019 | 6340.18 | 6352.25 | 58 | 10/8/2019 | 6039.601 | 6045.333 |
| 12 | 8/5/2019 | 6175.703 | 6288.8125 | 59 | 10/9/2019 | 6029.16 | 6045.333 |
| 13 | 8/6/2019 | 6119.471 | 6181.875 | 60 | 10/10/2019 | 6023.641 | 6045.333 |
| 14 | 8/7/2019 | 6204.195 | 6139.928571 | 61 | 10/11/2019 | 6105.8 | 6045.333 |
| 15 | 8/8/2019 | 6274.671 | 6220.944 | 62 | 10/14/2019 | 6126.877 | 6069.5 |
| 16 | 8/9/2019 | 6282.132 | 6270.083 | 63 | 10/15/2019 | 6158.166 | 6139.928571 |
| 17 | 8/12/2019 | 6250.595 | 6270.083 | 64 | 10/16/2019 | 6169.592 | 6161.333 |
| 18 | 8/13/2019 | 6210.962 | 6246.136363 | 65 | 10/17/2019 | 6181.014 | 6161.333 |
| 19 | 8/14/2019 | 6267.335 | 6220.944 | 66 | 10/18/2019 | 6191.947 | 6181.875 |
| 20 | 8/15/2019 | 6257.586 | 6270.083 | 67 | 10/21/2019 | 6198.987 | 6181.875 |
| 21 | 8/16/2019 | 6286.657 | 6246.136363 | 68 | 10/22/2019 | 6225.497 | 6181.875 |
| 22 | 8/19/2019 | 6296.715 | 6270.083 | 69 | 10/23/2019 | 6257.806 | 6220.944 |
| 23 | 8/20/2019 | 6295.738 | 6296.0625 | 70 | 10/24/2019 | 6339.647 | 6246.136363 |
| 24 | 8/21/2019 | 6252.967 | 6296.0625 | 71 | 10/25/2019 | 6252.345 | 6288.8125 |
| 25 | 8/22/2019 | 6239.245 | 6246.136363 | 72 | 10/28/2019 | 6265.384 | 6246.136363 |
| 26 | 8/23/2019 | 6255.597 | 6246.136363 | 73 | 10/29/2019 | 6281.138 | 6270.083 |
| 27 | 8/26/2019 | 6214.51 | 6246.136363 | 74 | 10/30/2019 | 6295.747 | 6270.083 |
| 28 | 8/27/2019 | 6278.171 | 6220.944 | 75 | 10/31/2019 | 6228.317 | 6296.0625 |
| 29 | 8/28/2019 | 6281.646 | 6270.083 | 76 | 11/1/2019 | 6207.191 | 6220.944 |
| 30 | 8/29/2019 | 6289.119 | 6270.083 | 77 | 11/4/2019 | 6180.344 | 6220.944 |
| 31 | 8/30/2019 | 6328.47 | 6296.0625 | 78 | 11/5/2019 | 6264.152 | 6181.875 |
| 32 | 9/2/2019 | 6290.546 | 6288.8125 | 79 | 11/6/2019 | 6217.545 | 6270.083 |
| 33 | 9/3/2019 | 6261.59 | 6296.0625 | 80 | 11/7/2019 | 6165.624 | 6220.944 |
| 34 | 9/4/2019 | 6269.664 | 6270.083 | 81 | 11/8/2019 | 6177.986 | 6161.333 |
| 35 | 9/5/2019 | 6306.803 | 6270.083 | 82 | 11/11/2019 | 6148.74 | 6181.875 |
| 36 | 9/6/2019 | 6308.95 | 6296.0625 | 83 | 11/12/2019 | 6180.992 | 6161.333 |
| 37 | 9/9/2019 | 6326.213 | 6296.0625 | 84 | 11/13/2019 | 6142.501 | 6181.875 |
| 38 | 9/10/2019 | 6336.673 | 6288.8125 | 85 | 11/14/2019 | 6098.95 | 6161.333 |
| 39 | 9/11/2019 | 6381.954 | 6288.8125 | 86 | 11/15/2019 | 6128.345 | 6069.5 |

| | | | | | | | |
|----|-----------|----------|-------------|----|------------|----------|-------------|
| 40 | 9/12/2019 | 6342.174 | 6352.25 | 87 | 11/18/2019 | 6122.625 | 6139.928571 |
| 41 | 9/13/2019 | 6334.843 | 6288.8125 | 88 | 11/19/2019 | 6152.09 | 6139.928571 |
| 42 | 9/16/2019 | 6219.435 | 6288.8125 | 89 | 11/20/2019 | 6155.109 | 6161.333 |
| 43 | 9/17/2019 | 6236.69 | 6220.944 | 90 | 11/21/2019 | 6117.364 | 6161.333 |
| 44 | 9/18/2019 | 6276.633 | 6246.136363 | 91 | 11/22/2019 | 6100.242 | 6139.928571 |
| 45 | 9/19/2019 | 6244.47 | 6270.083 | 92 | 11/25/2019 | 6070.762 | 6069.5 |
| 46 | 9/20/2019 | 6231.473 | 6246.136363 | 93 | 11/26/2019 | 6026.188 | 6069.5 |
| 47 | 9/23/2019 | 6206.199 | 6246.136363 | 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6045.333 |



Lampiran 3. Tabel Peramalan Adaptif dengan $\alpha = 0.524$

| t | Waktu | Data Aktual | Peramalan Adaptif $\alpha = 0.524$ | $ e $ |
|-----|-----------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | 0 | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6433.547 | 3.57422E-08 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6422.604 | 18.79422571 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6408.452 | 23.46493154 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6367.83 | 33.5349175 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6375.625 | 50.38842278 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6306.148 | 7.112639273 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6297.477 | 79.51882839 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6364.027 | 26.47756242 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6370.457 | 11.08548148 |
| 11 | 8/2/2019 | 6340.18 | 6366.191 | 26.01065766 |
| 12 | 8/5/2019 | 6175.703 | 6313.26 | 137.5566105 |
| 13 | 8/6/2019 | 6119.471 | 6178.938 | 59.46645046 |
| 14 | 8/7/2019 | 6204.195 | 6130.192 | 74.00246116 |
| 15 | 8/8/2019 | 6274.671 | 6212.973 | 61.69827381 |
| 16 | 8/9/2019 | 6282.132 | 6272.267 | 9.865334009 |
| 17 | 8/12/2019 | 6250.595 | 6275.817 | 25.2221447 |
| 18 | 8/13/2019 | 6210.962 | 6248.258 | 37.29653459 |
| 19 | 8/14/2019 | 6267.335 | 6216.193 | 51.14169972 |
| 20 | 8/15/2019 | 6257.586 | 6268.775 | 11.18919756 |
| 21 | 8/16/2019 | 6286.657 | 6251.586 | 35.07170846 |
| 22 | 8/19/2019 | 6296.715 | 6277.971 | 18.74373104 |
| 23 | 8/20/2019 | 6295.738 | 6296.373 | 0.635174762 |
| 24 | 8/21/2019 | 6252.967 | 6295.908 | 42.94116635 |
| 25 | 8/22/2019 | 6239.245 | 6249.387 | 10.14203018 |
| 26 | 8/23/2019 | 6255.597 | 6242.857 | 12.74053122 |
| 27 | 8/26/2019 | 6214.51 | 6250.639 | 36.1292443 |
| 28 | 8/27/2019 | 6278.171 | 6217.882 | 60.28912012 |
| 29 | 8/28/2019 | 6281.646 | 6273.932 | 7.713751447 |
| 30 | 8/29/2019 | 6289.119 | 6275.586 | 13.53300541 |
| 31 | 8/30/2019 | 6328.47 | 6292.758 | 35.71224317 |
| 32 | 9/2/2019 | 6290.546 | 6307.687 | 17.14075737 |
| 33 | 9/3/2019 | 6261.59 | 6293.437 | 31.84715921 |
| 34 | 9/4/2019 | 6269.664 | 6266.041 | 3.623180553 |
| 35 | 9/5/2019 | 6306.803 | 6269.884 | 36.9196062 |
| 36 | 9/6/2019 | 6308.95 | 6301.174 | 7.775900872 |
| 37 | 9/9/2019 | 6326.213 | 6302.196 | 24.01679612 |
| 38 | 9/10/2019 | 6336.673 | 6306.612 | 30.06051682 |
| 39 | 9/11/2019 | 6381.954 | 6311.591 | 70.36359475 |

| | | | | |
|----|------------|----------|----------|-------------|
| 40 | 9/12/2019 | 6342.174 | 6366.387 | 24.21313971 |
| 41 | 9/13/2019 | 6334.843 | 6314.209 | 20.63420579 |
| 42 | 9/16/2019 | 6219.435 | 6310.72 | 91.28446525 |
| 43 | 9/17/2019 | 6236.69 | 6220.226 | 16.46408593 |
| 44 | 9/18/2019 | 6276.633 | 6241.641 | 34.99225205 |
| 45 | 9/19/2019 | 6244.47 | 6273.2 | 28.73001423 |
| 46 | 9/20/2019 | 6231.473 | 6245.343 | 13.8702541 |
| 47 | 9/23/2019 | 6206.199 | 6239.158 | 32.95853077 |
| 48 | 9/24/2019 | 6137.608 | 6213.927 | 76.31865878 |
| 49 | 9/25/2019 | 6146.404 | 6138.824 | 7.579701943 |
| 50 | 9/26/2019 | 6230.334 | 6154.228 | 76.10618082 |
| 51 | 9/27/2019 | 6196.889 | 6238.616 | 41.72643292 |
| 52 | 9/30/2019 | 6169.102 | 6189.021 | 19.91858481 |
| 53 | 10/1/2019 | 6138.25 | 6165.03 | 26.78049683 |
| 54 | 10/2/2019 | 6055.425 | 6139.13 | 83.70488967 |
| 55 | 10/3/2019 | 6038.529 | 6062.801 | 24.27243346 |
| 56 | 10/4/2019 | 6061.252 | 6042.095 | 19.15724744 |
| 57 | 10/7/2019 | 6000.582 | 6065.575 | 64.9925053 |
| 58 | 10/8/2019 | 6039.601 | 6024.035 | 15.56624364 |
| 59 | 10/9/2019 | 6029.16 | 6042.605 | 13.44486883 |
| 60 | 10/10/2019 | 6023.641 | 6037.636 | 13.99480283 |
| 61 | 10/11/2019 | 6105.8 | 6035.009 | 70.79054769 |
| 62 | 10/14/2019 | 6126.877 | 6086.776 | 40.1009158 |
| 63 | 10/15/2019 | 6158.166 | 6133.717 | 24.44905517 |
| 64 | 10/16/2019 | 6169.592 | 6159.826 | 9.766048441 |
| 65 | 10/17/2019 | 6181.014 | 6165.264 | 15.75058009 |
| 66 | 10/18/2019 | 6191.947 | 6181.465 | 10.48147352 |
| 67 | 10/21/2019 | 6198.987 | 6186.668 | 12.31839096 |
| 68 | 10/22/2019 | 6225.497 | 6190.019 | 35.47810422 |
| 69 | 10/23/2019 | 6257.806 | 6223.111 | 34.69522558 |
| 70 | 10/24/2019 | 6339.647 | 6251.69 | 87.95664879 |
| 71 | 10/25/2019 | 6252.345 | 6313.006 | 60.66075508 |
| 72 | 10/28/2019 | 6265.384 | 6249.091 | 16.29246913 |
| 73 | 10/29/2019 | 6281.138 | 6267.847 | 13.29166279 |
| 74 | 10/30/2019 | 6295.747 | 6275.344 | 20.40261557 |
| 75 | 10/31/2019 | 6228.317 | 6295.912 | 67.59548352 |
| 76 | 11/1/2019 | 6207.191 | 6224.453 | 17.26203772 |
| 77 | 11/4/2019 | 6180.344 | 6214.399 | 34.05430656 |
| 78 | 11/5/2019 | 6264.152 | 6181.146 | 83.00538512 |
| 79 | 11/6/2019 | 6217.545 | 6267.26 | 49.71528924 |
| 80 | 11/7/2019 | 6165.624 | 6219.326 | 53.70226589 |
| 81 | 11/8/2019 | 6177.986 | 6163.375 | 14.61062867 |
| 82 | 11/11/2019 | 6148.74 | 6180.024 | 31.2838119 |

| | | | | |
|---------------|------------|----------|----------|--------------------|
| 83 | 11/12/2019 | 6180.992 | 6155.34 | 25.65241837 |
| 84 | 11/13/2019 | 6142.501 | 6181.455 | 38.95386942 |
| 85 | 11/14/2019 | 6098.95 | 6152.37 | 53.42014722 |
| 86 | 11/15/2019 | 6128.345 | 6083.516 | 44.82908835 |
| 87 | 11/18/2019 | 6122.625 | 6134.416 | 11.79074554 |
| 88 | 11/19/2019 | 6152.09 | 6131.693 | 20.39650005 |
| 89 | 11/20/2019 | 6155.109 | 6156.934 | 1.825050612 |
| 90 | 11/21/2019 | 6117.364 | 6158.371 | 41.00701002 |
| 91 | 11/22/2019 | 6100.242 | 6129.189 | 28.94719745 |
| 92 | 11/25/2019 | 6070.762 | 6084.131 | 13.36881329 |
| 93 | 11/26/2019 | 6026.188 | 6070.101 | 43.91272969 |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6036.221 | 13.18231947 |
| Jumlah | | | | 3126.885178 |



Lampiran 4. Tabel Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter $\alpha = 0.7$ dan $\gamma = 0.4$

| t | Waktu | Data Aktual | S_t | T_t | F_{t+m} | $ e $ |
|-----|-----------|-------------|----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539 | 6456.539 | 0 | | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.547 | 6440.445 | -6.43781 | 6456.539 | 22.99219 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.81 | 6412.869 | -14.8929 | 6434.007 | 30.19666 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.987 | 6388.884 | -18.5299 | 6397.976 | 12.98936 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365 | 6392.062 | -9.84668 | 6370.354 | 31.01151 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.237 | 6342.33 | -25.8006 | 6382.215 | 56.97829 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035 | 6304.284 | -30.6991 | 6316.53 | 17.49455 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996 | 6345.973 | -1.74381 | 6273.584 | 103.4116 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.505 | 6376.622 | 11.2135 | 6344.229 | 46.27609 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.542 | 6383.43 | 9.451299 | 6387.836 | 6.293558 |
| 11 | 8/2/2019 | 6340.18 | 6355.991 | -5.30503 | 6392.881 | 52.70118 |
| 12 | 8/5/2019 | 6175.703 | 6228.198 | -54.3001 | 6350.685 | 174.9824 |
| 13 | 8/6/2019 | 6119.471 | 6135.799 | -69.5395 | 6173.898 | 54.42655 |
| 14 | 8/7/2019 | 6204.195 | 6162.814 | -30.9177 | 6066.26 | 137.9352 |
| 15 | 8/8/2019 | 6274.671 | 6231.839 | 9.059131 | 6131.897 | 142.7743 |
| 16 | 8/9/2019 | 6282.132 | 6269.762 | 20.60468 | 6240.898 | 41.2341 |
| 17 | 8/12/2019 | 6250.595 | 6262.527 | 9.468779 | 6290.366 | 39.77107 |
| 18 | 8/13/2019 | 6210.962 | 6229.272 | -7.62057 | 6271.995 | 61.0334 |
| 19 | 8/14/2019 | 6267.335 | 6253.63 | 5.170835 | 6221.651 | 45.6836 |
| 20 | 8/15/2019 | 6257.586 | 6257.95 | 4.830697 | 6258.801 | 1.214778 |
| 21 | 8/16/2019 | 6286.657 | 6279.494 | 11.51602 | 6262.781 | 23.87616 |
| 22 | 8/19/2019 | 6296.715 | 6295.004 | 13.11327 | 6291.01 | 5.704443 |
| 23 | 8/20/2019 | 6295.738 | 6299.451 | 9.64715 | 6308.117 | 12.37898 |
| 24 | 8/21/2019 | 6252.967 | 6269.806 | -6.06977 | 6309.099 | 56.13184 |
| 25 | 8/22/2019 | 6239.245 | 6246.593 | -12.9274 | 6263.737 | 24.49147 |
| 26 | 8/23/2019 | 6255.597 | 6249.018 | -6.78642 | 6233.665 | 21.93199 |
| 27 | 8/26/2019 | 6214.51 | 6222.826 | -14.5484 | 6242.231 | 27.72139 |
| 28 | 8/27/2019 | 6278.171 | 6257.203 | 5.021667 | 6208.278 | 69.89312 |
| 29 | 8/28/2019 | 6281.646 | 6275.82 | 10.45965 | 6262.225 | 19.42137 |
| 30 | 8/29/2019 | 6289.119 | 6288.267 | 11.25482 | 6286.279 | 2.839906 |
| 31 | 8/30/2019 | 6328.47 | 6319.786 | 19.36033 | 6299.522 | 28.94822 |
| 32 | 9/2/2019 | 6290.546 | 6305.126 | 5.752276 | 6339.146 | 48.60018 |
| 33 | 9/3/2019 | 6261.59 | 6276.376 | -8.04847 | 6310.878 | 49.28838 |
| 34 | 9/4/2019 | 6269.664 | 6269.263 | -7.67434 | 6268.328 | 1.336175 |
| 35 | 9/5/2019 | 6306.803 | 6293.239 | 4.985677 | 6261.589 | 45.21435 |
| 36 | 9/6/2019 | 6308.95 | 6305.733 | 7.988846 | 6298.225 | 10.7256 |
| 37 | 9/9/2019 | 6326.213 | 6322.465 | 11.48647 | 6313.721 | 12.49153 |

| | | | | | | |
|----|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 38 | 9/10/2019 | 6336.673 | 6335.857 | 12.24834 | 6333.952 | 2.720946 |
| 39 | 9/11/2019 | 6381.954 | 6371.799 | 21.72611 | 6348.105 | 33.84919 |
| 40 | 9/12/2019 | 6342.174 | 6357.579 | 7.347657 | 6393.525 | 51.35163 |
| 41 | 9/13/2019 | 6334.843 | 6343.868 | -1.07592 | 6364.927 | 30.0842 |
| 42 | 9/16/2019 | 6219.435 | 6256.442 | -35.6159 | 6342.792 | 123.3571 |
| 43 | 9/17/2019 | 6236.69 | 6231.931 | -31.1741 | 6220.826 | 15.86366 |
| 44 | 9/18/2019 | 6276.633 | 6253.87 | -9.92878 | 6200.757 | 75.87604 |
| 45 | 9/19/2019 | 6244.47 | 6244.312 | -9.78066 | 6243.941 | 0.528992 |
| 46 | 9/20/2019 | 6231.473 | 6232.39 | -10.6368 | 6234.531 | 3.057712 |
| 47 | 9/23/2019 | 6206.199 | 6210.866 | -14.9921 | 6221.754 | 15.55442 |
| 48 | 9/24/2019 | 6137.608 | 6155.088 | -31.3064 | 6195.873 | 58.26558 |
| 49 | 9/25/2019 | 6146.404 | 6139.617 | -24.9721 | 6123.781 | 22.62264 |
| 50 | 9/26/2019 | 6230.334 | 6195.627 | 7.420855 | 6114.645 | 115.689 |
| 51 | 9/27/2019 | 6196.889 | 6198.737 | 5.696345 | 6203.048 | 6.158965 |
| 52 | 9/30/2019 | 6169.102 | 6179.701 | -4.19638 | 6204.433 | 35.33114 |
| 53 | 10/1/2019 | 6138.25 | 6149.427 | -14.6278 | 6175.505 | 37.25502 |
| 54 | 10/2/2019 | 6055.425 | 6079.237 | -36.8525 | 6134.799 | 79.37392 |
| 55 | 10/3/2019 | 6038.529 | 6039.686 | -37.9321 | 6042.385 | 3.855694 |
| 56 | 10/4/2019 | 6061.252 | 6043.402 | -21.2725 | 6001.753 | 59.49851 |
| 57 | 10/7/2019 | 6000.582 | 6007.046 | -27.3059 | 6022.13 | 21.54788 |
| 58 | 10/8/2019 | 6039.601 | 6021.643 | -10.5449 | 5979.74 | 59.86058 |
| 59 | 10/9/2019 | 6029.16 | 6023.741 | -5.48752 | 6011.098 | 18.06219 |
| 60 | 10/10/2019 | 6023.641 | 6022.025 | -3.97912 | 6018.254 | 5.387136 |
| 61 | 10/11/2019 | 6105.8 | 6079.474 | 20.59198 | 6018.046 | 87.75396 |
| 62 | 10/14/2019 | 6126.877 | 6118.834 | 28.09916 | 6100.066 | 26.81135 |
| 63 | 10/15/2019 | 6158.166 | 6154.796 | 31.24449 | 6146.933 | 11.23331 |
| 64 | 10/16/2019 | 6169.592 | 6174.526 | 26.63885 | 6186.041 | 16.44872 |
| 65 | 10/17/2019 | 6181.014 | 6187.059 | 20.99654 | 6201.165 | 20.1511 |
| 66 | 10/18/2019 | 6191.947 | 6196.78 | 16.48595 | 6208.056 | 16.10925 |
| 67 | 10/21/2019 | 6198.987 | 6203.27 | 12.48792 | 6213.266 | 14.27869 |
| 68 | 10/22/2019 | 6225.497 | 6222.575 | 15.21476 | 6215.758 | 9.738731 |
| 69 | 10/23/2019 | 6257.806 | 6251.801 | 20.81922 | 6237.79 | 20.01594 |
| 70 | 10/24/2019 | 6339.647 | 6319.539 | 39.58661 | 6272.621 | 67.02638 |
| 71 | 10/25/2019 | 6252.345 | 6284.379 | 9.688083 | 6359.126 | 106.7805 |
| 72 | 10/28/2019 | 6265.384 | 6273.989 | 1.656662 | 6294.067 | 28.68365 |
| 73 | 10/29/2019 | 6281.138 | 6279.49 | 3.194601 | 6275.646 | 5.492639 |
| 74 | 10/30/2019 | 6295.747 | 6291.828 | 6.851983 | 6282.685 | 13.06208 |
| 75 | 10/31/2019 | 6228.317 | 6249.426 | -12.8498 | 6298.68 | 70.36353 |
| 76 | 11/1/2019 | 6207.191 | 6216.006 | -21.0777 | 6236.576 | 29.38523 |
| 77 | 11/4/2019 | 6180.344 | 6184.72 | -25.1614 | 6194.929 | 14.58458 |
| 78 | 11/5/2019 | 6264.152 | 6232.774 | 4.124854 | 6159.558 | 104.5936 |

| | | | | | | |
|----|------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 79 | 11/6/2019 | 6217.545 | 6223.351 | -1.29418 | 6236.899 | 19.35371 |
| 80 | 11/7/2019 | 6165.624 | 6182.554 | -17.0954 | 6222.057 | 56.43283 |
| 81 | 11/8/2019 | 6177.986 | 6174.228 | -13.5877 | 6165.458 | 12.52734 |
| 82 | 11/11/2019 | 6148.74 | 6152.31 | -16.9196 | 6160.64 | 11.89968 |
| 83 | 11/12/2019 | 6180.992 | 6167.312 | -4.15116 | 6135.391 | 45.60168 |
| 84 | 11/13/2019 | 6142.501 | 6148.699 | -9.93583 | 6163.161 | 20.65955 |
| 85 | 11/14/2019 | 6098.95 | 6110.894 | -21.0834 | 6138.763 | 39.81281 |
| 86 | 11/15/2019 | 6128.345 | 6116.785 | -10.2937 | 6089.811 | 38.5346 |
| 87 | 11/18/2019 | 6122.625 | 6117.785 | -5.77624 | 6106.491 | 16.1339 |
| 88 | 11/19/2019 | 6152.09 | 6140.065 | 5.446509 | 6112.009 | 40.08126 |
| 89 | 11/20/2019 | 6155.109 | 6152.23 | 8.133644 | 6145.512 | 9.59691 |
| 90 | 11/21/2019 | 6117.364 | 6130.264 | -3.90627 | 6160.363 | 42.99969 |
| 91 | 11/22/2019 | 6100.242 | 6108.077 | -11.2185 | 6126.357 | 26.11522 |
| 92 | 11/25/2019 | 6070.762 | 6078.591 | -18.5254 | 6096.858 | 26.09602 |
| 93 | 11/26/2019 | 6026.188 | 6036.351 | -28.0111 | 6060.066 | 33.87761 |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039 | 6018.629 | -23.8954 | 6008.34 | 14.69894 |
| | | | | | | 3532.483 |



Lampiran 5. Tabel Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter $\alpha = 1$ dan $\gamma = 0.115$

| t | Waktu | Data Aktual | S_t | T_t | F_{t+m} | $ e $ |
|-----|-----------|-------------|----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 7/19/2019 | 6456.539063 | 6456.539 | 0 | | |
| 2 | 7/22/2019 | 6433.546875 | 6433.547 | -2.64452 | 6456.539 | 22.99219 |
| 3 | 7/23/2019 | 6403.810059 | 6403.81 | -5.76062 | 6430.902 | 27.0923 |
| 4 | 7/24/2019 | 6384.986816 | 6384.987 | -7.26306 | 6398.049 | 13.06262 |
| 5 | 7/25/2019 | 6401.365234 | 6401.365 | -4.54386 | 6377.724 | 23.64148 |
| 6 | 7/26/2019 | 6325.236816 | 6325.237 | -12.7774 | 6396.821 | 71.58456 |
| 7 | 7/29/2019 | 6299.035156 | 6299.035 | -14.3214 | 6312.459 | 13.42428 |
| 8 | 7/30/2019 | 6376.996094 | 6376.996 | -3.70728 | 6284.714 | 92.28236 |
| 9 | 7/31/2019 | 6390.504883 | 6390.505 | -1.72712 | 6373.289 | 17.21606 |
| 10 | 8/1/2019 | 6381.541992 | 6381.542 | -2.55936 | 6388.778 | 7.235774 |
| 11 | 8/2/2019 | 6340.180176 | 6340.18 | -7.02235 | 6378.983 | 38.80245 |
| 12 | 8/5/2019 | 6175.703125 | 6175.703 | -25.1325 | 6333.158 | 157.4547 |
| 13 | 8/6/2019 | 6119.471191 | 6119.471 | -28.7095 | 6150.571 | 31.09945 |
| 14 | 8/7/2019 | 6204.194824 | 6204.195 | -15.6626 | 6090.762 | 113.4331 |
| 15 | 8/8/2019 | 6274.670898 | 6274.671 | -5.75512 | 6188.532 | 86.1387 |
| 16 | 8/9/2019 | 6282.131836 | 6282.132 | -4.23503 | 6268.916 | 13.21605 |
| 17 | 8/12/2019 | 6250.595215 | 6250.595 | -7.37521 | 6277.897 | 27.30159 |
| 18 | 8/13/2019 | 6210.961914 | 6210.962 | -11.0855 | 6243.22 | 32.25809 |
| 19 | 8/14/2019 | 6267.334961 | 6267.335 | -3.32652 | 6199.876 | 67.45852 |
| 20 | 8/15/2019 | 6257.585938 | 6257.586 | -4.06522 | 6264.008 | 6.422502 |
| 21 | 8/16/2019 | 6286.657227 | 6286.657 | -0.25393 | 6253.521 | 33.13651 |
| 22 | 8/19/2019 | 6296.714844 | 6296.715 | 0.932088 | 6286.403 | 10.31154 |
| 23 | 8/20/2019 | 6295.737793 | 6295.738 | 0.712503 | 6297.647 | 1.909139 |
| 24 | 8/21/2019 | 6252.966797 | 6252.967 | -4.28889 | 6296.45 | 43.4835 |
| 25 | 8/22/2019 | 6239.245117 | 6239.245 | -5.37383 | 6248.678 | 9.432793 |
| 26 | 8/23/2019 | 6255.597168 | 6255.597 | -2.87496 | 6233.871 | 21.72588 |
| 27 | 8/26/2019 | 6214.509766 | 6214.51 | -7.27008 | 6252.722 | 38.21244 |
| 28 | 8/27/2019 | 6278.170898 | 6278.171 | 0.888292 | 6207.24 | 70.93121 |
| 29 | 8/28/2019 | 6281.645996 | 6281.646 | 1.185821 | 6279.059 | 2.586806 |
| 30 | 8/29/2019 | 6289.119141 | 6289.119 | 1.908977 | 6282.832 | 6.287324 |
| 31 | 8/30/2019 | 6328.470215 | 6328.47 | 6.215496 | 6291.028 | 37.4421 |
| 32 | 9/2/2019 | 6290.545898 | 6290.546 | 1.138619 | 6334.686 | 44.13981 |
| 33 | 9/3/2019 | 6261.589844 | 6261.59 | -2.32281 | 6291.685 | 30.09467 |
| 34 | 9/4/2019 | 6269.664063 | 6269.664 | -1.12697 | 6259.267 | 10.39703 |
| 35 | 9/5/2019 | 6306.803223 | 6306.803 | 3.274331 | 6268.537 | 38.26613 |
| 36 | 9/6/2019 | 6308.950195 | 6308.95 | 3.144664 | 6310.078 | 1.127359 |
| 37 | 9/9/2019 | 6326.212891 | 6326.213 | 4.768493 | 6312.095 | 14.11803 |

| | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 38 | 9/10/2019 | 6336.672852 | 6336.673 | 5.423115 | 6330.981 | 5.691468 |
| 39 | 9/11/2019 | 6381.954102 | 6381.954 | 10.00752 | 6342.096 | 39.85813 |
| 40 | 9/12/2019 | 6342.173828 | 6342.174 | 4.281024 | 6391.962 | 49.7878 |
| 41 | 9/13/2019 | 6334.842773 | 6334.843 | 2.945425 | 6346.455 | 11.61208 |
| 42 | 9/16/2019 | 6219.435059 | 6219.435 | -10.6673 | 6337.788 | 118.3531 |
| 43 | 9/17/2019 | 6236.689941 | 6236.69 | -7.45577 | 6208.768 | 27.92221 |
| 44 | 9/18/2019 | 6276.632813 | 6276.633 | -2.00407 | 6229.234 | 47.39864 |
| 45 | 9/19/2019 | 6244.470215 | 6244.47 | -5.47284 | 6274.629 | 30.15853 |
| 46 | 9/20/2019 | 6231.473145 | 6231.473 | -6.33827 | 6238.997 | 7.524226 |
| 47 | 9/23/2019 | 6206.199219 | 6206.199 | -8.51621 | 6225.135 | 18.93566 |
| 48 | 9/24/2019 | 6137.60791 | 6137.608 | -15.4259 | 6197.683 | 60.0751 |
| 49 | 9/25/2019 | 6146.403809 | 6146.404 | -12.64 | 6122.182 | 24.22183 |
| 50 | 9/26/2019 | 6230.333984 | 6230.334 | -1.53267 | 6133.764 | 96.57016 |
| 51 | 9/27/2019 | 6196.88916 | 6196.889 | -5.20314 | 6228.801 | 31.91216 |
| 52 | 9/30/2019 | 6169.102051 | 6169.102 | -7.80071 | 6191.686 | 22.58397 |
| 53 | 10/1/2019 | 6138.25 | 6138.25 | -10.452 | 6161.301 | 23.05134 |
| 54 | 10/2/2019 | 6055.424805 | 6055.425 | -18.7763 | 6127.798 | 72.37316 |
| 55 | 10/3/2019 | 6038.528809 | 6038.529 | -18.56 | 6036.649 | 1.880259 |
| 56 | 10/4/2019 | 6061.251953 | 6061.252 | -13.8117 | 6019.969 | 41.28313 |
| 57 | 10/7/2019 | 6000.582031 | 6000.582 | -19.2012 | 6047.44 | 46.85824 |
| 58 | 10/8/2019 | 6039.601074 | 6039.601 | -12.5048 | 5981.381 | 58.22027 |
| 59 | 10/9/2019 | 6029.160156 | 6029.16 | -12.2675 | 6027.096 | 2.063925 |
| 60 | 10/10/2019 | 6023.641113 | 6023.641 | -11.4913 | 6016.893 | 6.748412 |
| 61 | 10/11/2019 | 6105.799805 | 6105.8 | -0.71982 | 6012.15 | 93.64996 |
| 62 | 10/14/2019 | 6126.876953 | 6126.877 | 1.787222 | 6105.08 | 21.79697 |
| 63 | 10/15/2019 | 6158.166016 | 6158.166 | 5.180468 | 6128.664 | 29.50184 |
| 64 | 10/16/2019 | 6169.591797 | 6169.592 | 5.898792 | 6163.346 | 6.245313 |
| 65 | 10/17/2019 | 6181.01416 | 6181.014 | 6.534103 | 6175.491 | 5.523571 |
| 66 | 10/18/2019 | 6191.946777 | 6191.947 | 7.040011 | 6187.548 | 4.398514 |
| 67 | 10/21/2019 | 6198.986816 | 6198.987 | 7.040015 | 6198.987 | 2.76E-05 |
| 68 | 10/22/2019 | 6225.49707 | 6225.497 | 9.279445 | 6206.027 | 19.47024 |
| 69 | 10/23/2019 | 6257.806152 | 6257.806 | 11.92827 | 6234.777 | 23.02964 |
| 70 | 10/24/2019 | 6339.646973 | 6339.647 | 19.96948 | 6269.734 | 69.91255 |
| 71 | 10/25/2019 | 6252.345215 | 6252.345 | 7.631345 | 6359.616 | 107.2712 |
| 72 | 10/28/2019 | 6265.383789 | 6265.384 | 8.253274 | 6259.977 | 5.407229 |
| 73 | 10/29/2019 | 6281.138184 | 6281.138 | 9.116039 | 6273.637 | 7.501121 |
| 74 | 10/30/2019 | 6295.74707 | 6295.747 | 9.747816 | 6290.254 | 5.492847 |
| 75 | 10/31/2019 | 6228.316895 | 6228.317 | 0.870949 | 6305.495 | 77.17799 |
| 76 | 11/1/2019 | 6207.190918 | 6207.191 | -1.6591 | 6229.188 | 21.99693 |
| 77 | 11/4/2019 | 6180.344238 | 6180.344 | -4.55612 | 6205.532 | 25.18758 |
| 78 | 11/5/2019 | 6264.151855 | 6264.152 | 5.607306 | 6175.788 | 88.36374 |

| | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|-----------------|
| 79 | 11/6/2019 | 6217.544922 | 6217.545 | -0.39828 | 6269.759 | 52.21424 |
| 80 | 11/7/2019 | 6165.624023 | 6165.624 | -6.32431 | 6217.147 | 51.52262 |
| 81 | 11/8/2019 | 6177.98584 | 6177.986 | -4.17507 | 6159.3 | 18.68613 |
| 82 | 11/11/2019 | 6148.740234 | 6148.74 | -7.05863 | 6173.811 | 25.07054 |
| 83 | 11/12/2019 | 6180.992188 | 6180.992 | -2.5372 | 6141.682 | 39.31059 |
| 84 | 11/13/2019 | 6142.500977 | 6142.501 | -6.67257 | 6178.455 | 35.95401 |
| 85 | 11/14/2019 | 6098.950195 | 6098.95 | -10.9142 | 6135.828 | 36.87822 |
| 86 | 11/15/2019 | 6128.345215 | 6128.345 | -6.27794 | 6088.036 | 40.30925 |
| 87 | 11/18/2019 | 6122.625 | 6122.625 | -6.21379 | 6122.067 | 0.55772 |
| 88 | 11/19/2019 | 6152.089844 | 6152.09 | -2.1101 | 6116.411 | 35.67863 |
| 89 | 11/20/2019 | 6155.108887 | 6155.109 | -1.52015 | 6149.98 | 5.129142 |
| 90 | 11/21/2019 | 6117.36377 | 6117.364 | -5.68668 | 6153.589 | 36.22496 |
| 91 | 11/22/2019 | 6100.242188 | 6100.242 | -7.0019 | 6111.677 | 11.4349 |
| 92 | 11/25/2019 | 6070.762207 | 6070.762 | -9.58729 | 6093.24 | 22.47808 |
| 93 | 11/26/2019 | 6026.187988 | 6026.188 | -13.6114 | 6061.175 | 34.98693 |
| 94 | 11/27/2019 | 6023.039063 | 6023.039 | -12.408 | 6012.577 | 10.46249 |
| | | | | | | 3189.629 |



RIWAYAT HIDUP

Intan Mustika Sakti, lahir di Kediri pada 7 November 1997, akrab dipanggil Intan. Anak kedua dari 3 bersaudara pasangan bapak Saktiani dan ibu Eny Mustikawati. Pendidikan dasarnya ditempuh di MI Darul Ma'arif Kabupaten Jombang dan lulus pada 2009. Kemudian melanjutkan kejenjang berikutnya di MTsN Denanyar, lulus pada 2012. Setelah itu menempuh pendidikan di SMAN 3 Jombang dan lulus pada 2015. Pada tahun yang sama melanjutkan kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dengan Jurusan Matematika.





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Intan Mustika Sakti
NIM : 15610110
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
Judul Skripsi : Perbandingan Akurasi Prediksi IHSG dengan Fuzzy Time Series Cheng dan Double Exponential Smoothing
Pembimbing I : Evawati Alisah, M.Pd
Pembimbing II : Angga Dwi Mulyanto, M.Si

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|-----|-------------------|---|--------------|
| 1. | 24 September 2019 | Konsultasi Integrasi Bab I dan Bab II | 1. # |
| 2. | 26 September 2019 | Konsultasi Bab I dan Bab II | 2. # |
| 3. | 1 Oktober 2019 | Konsultasi Metode Perbandingan | 3. # |
| 4. | 15 Oktober 2019 | Konsultasi Bab III | 4. # |
| 5. | 30 Oktober 2019 | Konsultasi Perhitungan Manual Metode Perbandingan | 5. # |
| 6. | 4 November 2019 | Konsultasi Perhitungan Fuzzifikasi | 6. # |
| 7. | 3 Desember 2019 | Konsultasi Bab IV | 7. # |
| 8. | 5 Desember 2019 | Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III, dan Bab IV | 8. # |
| 9. | 6 Desember 2019 | ACC Keseluruhan | 9. # |
| 10. | 9 Desember 2019 | ACC Kajian Keagamaan | 10. # |

Malang, 30 Desember 2019
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001