

**PENERAPAN ALGORITMA NOVEL BERDASARKAN  
METODE *FUZZY TIME SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI  
NILAI TUKAR PETANI**

**SKRIPSI**

**OLEH  
ICHA RISQIE MEIRISSA  
NIM. 12610042**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

**PENERAPAN ALGORITMA NOVEL BERDASARKAN  
METODE *FUZZY TIME SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI  
NILAI TUKAR PETANI**

**SKRIPSI**

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

**Oleh  
Icha Risqie Meirissa  
NIM. 12610042**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

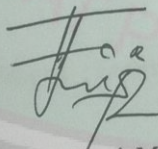
**PENERAPAN ALGORITMA NOVEL BERDASARKAN  
METODE *FUZZY TIME SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI  
NILAI TUKAR PETANI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Icha Risqie Meirissa**  
NIM. 12610042

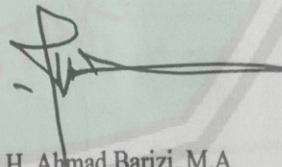
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 14 Desember 2016

Pembimbing I,



Fachrur Rozi, M.Si  
NIP. 19800527 200801 1 012

Pembimbing II,

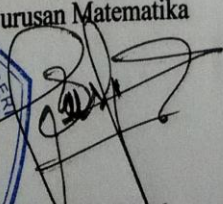


Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
NIP. 19731212 199803 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika



  
Dr. Abdussakir, M.Ed  
NIP. 19751006 200312 1 001

**PENERAPAN ALGORITMA NOVEL BERDASARKAN  
METODE FUZZY TIME SERIES UNTUK MEMPREDIKSI  
NILAI TUKAR PETANI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Icha Risqie Meirissa**  
NIM. 12610042

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

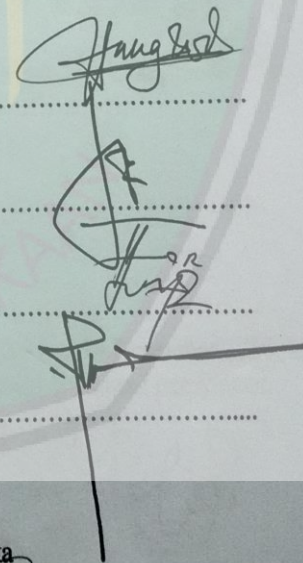
Tanggal 27 Desember 2016

Penguji Utama : Ir. Nanang Widodo, M.Si

Ketua Penguji : Dr. Sri Harini, M.Si

Sekretaris Penguji : Fachrur Rozi, M.Si

Anggota Penguji : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 197510062003121001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Icha Risqie Meirissa

NIM : 12610042

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi


Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan 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, 14 Desember 2016

Yang membuat pernyataan,



  
Icha Risqie Meirissa  
NIM. 12610042

## MOTO

“Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil. Kita merasa yakin,  
ketika kita telah berhasil melakukannya dengan baik” (Evelyn Underhill)



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak tercinta Sunnarji dan ibu tersayang Endraswati, yang tak luput memberikan doa, semangat, dan dukungan tiada tara.

Adik terkasih Anindya Risqie Maretasya, yang selalu memberi doa dan dukungan yang berarti bagi penulis.

Seluruh keluarga besar dan teman-teman tanpa terkecuali.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pada proses penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat saran, bimbingan, arahan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fachrur Rozi, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagai pengalaman berharga kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan doa, saran, nasihat, dan motivasi dalam melakukan penelitian.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi kepada penulis yang tak pernah lekang oleh waktu.
8. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2012, terima kasih atas kenangan-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai cita-cita.
9. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, Desember 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b>	
<b>HALAMAN MOTO</b>	
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>ملخص</b> .....	xvii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
 <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Time Series</i> .....	8
2.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	8
2.3 Konsep Dasar Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	9
2.4 Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	11
2.5 Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	13
2.6 Pengujian Keakuratan .....	17
2.7 Nilai Tukar Petani .....	18
2.8 Kajian Prediksi dalam Al-Quran .....	20

**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Pendekatan Penelitian .....	22
3.2 Jenis dan Sumber Data .....	22
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	22
3.4 Teknik Analisis Data .....	23

**BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Analisis Deskriptif .....	27
4.2 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	29
4.3 Penerapan <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	39
4.4 Penerapan <i>Double Exponential Smoothing</i> .....	42
4.5 Pengujian Tingkat Akurasi .....	44
4.6 Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	45
4.7 Kajian Prediksi Nilai Tukar Petani dalam Al-Quran .....	46

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50

<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....	51
-----------------------------	----

**LAMPIRAN-LAMPIRAN****RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Basis Interval .....	12
Tabel 4.1	Data NTP di Indonesia Tahun 2009-2014 .....	27
Tabel 4.2	Nilai Tengah Seluruh Semesta Pembicaraan .....	31
Tabel 4.3	Fuzzifikasi Data Histori NTP .....	32
Tabel 4.4	<i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) .....	33
Tabel 4.5	<i>Fuzzy Logical Relationship Groups</i> (FLRG) .....	34
Tabel 4.6	Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> ..	37
Tabel 4.7	Hasil Defuzzifikasi FLRG .....	39
Tabel 4.8	Prediksi Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	40
Tabel 4.9	Prediksi Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> .....	42
Tabel 4.10	Pengujian Akurasi .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	<i>Plot Time Series</i> Data NTP (2009-2014) .....	28
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	38
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	41
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> .....	43
Gambar 4.5	Grafik Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik Analisis <i>Trend</i> .....	53
Lampiran 2 Tabel Perhitungan Data Selisih Mutlak .....	54
Lampiran 3 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	56
Lampiran 4 Tabel Nilai $j$ , $i$ , dan $Y$ pada Setiap Data .....	63
Lampiran 5 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	65
Lampiran 6 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	67
Lampiran 7 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> .....	69
Lampiran 8 Tabel Perbandingan Hasil Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> dengan <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik dan <i>Double Exponential Smoothing</i> .....	71

## ABSTRAK

Meirissa, Icha Risqie. 2016. **Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fachrur Rozi, M.Si. (II) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A.

**Kata Kunci:** *Fuzzy Time Series*, algoritma Novel, dan nilai tukar petani

Analisis *time series* adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menemukan pola dalam deret data histori dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang sebagai suatu prediksi kondisi masa depan. Salah satu metode memprediksi yang menggunakan data *time series* adalah metode *Fuzzy Time Series*. Proses prediksi dilakukan untuk mengurangi kesalahan dan digunakan dalam pengambilan keputusan. Pada bidang pembangunan pertanian prediksi dilakukan untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan kegiatan untuk kesejahteraan petani yang akan datang. Untuk memperoleh hasil prediksi yang baik, maka harus mengetahui keakuratan metode yang digunakan dengan cara mengukur keakuratan metode yang digunakan kemudian membandingkan dengan metode yang lainnya.

Pada penelitian ini menjelaskan masalah prediksi Nilai Tukar Petani (NTP) menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*. Pengembangan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* diterapkan pada tahapan proses prediksi data NTP. Hasil pengujian keakuratan menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* memiliki nilai akurasi yang lebih baik daripada metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*, dengan diperoleh nilai MSE sebesar 0,01 dan nilai MAPE sebesar 0,08.

## ABSTRACT

Meirissa, Icha Risqie. 2016. **The Application of Novel Algorithm Based on Fuzzy Time Series Method to Predict Farmers' Exchange Rate.** Thesis. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Fachrur Rozi, M.Si. (II) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A.

**Keywords:** Fuzzy Time Series, Novel algorithm, and farmers' exchange rate

Time series analysis which aims to determine the pattern in a historical data series and extrapolate it as a prediction of the future. One prediction method using time series data is Fuzzy Time Series method. The prediction process is conducted to minimize mistakes and to make decision. In agriculture development, the prediction is important to make decision in farmers' activity planning for their future welfare. To get a good prediction, it is important to find out the method accuracy by measuring and comparing it using other methods.

The study describes the prediction of farmers' exchange rate using Novel algorithm based on Fuzzy Time Series method. It is applied in the phase of data prediction process. The result shows the prediction using Novel algorithm based on Fuzzy Time Series method has a better accuracy than the classic one and the Double Exponential Smoothing method, with the value of MSE is 0,01 and MAPE is 0,08.

## ملخص

مايريسا، ايجا ريزقيا. ٢٠١٦. تطبيق خوارزمي نوفيل بناء على طريقة فوزي تيم سيريس، لتنبؤ أسعار العملة الفلاحين. البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق. المشرف الأول: فخر الرازي الماجستير. المشرف الثاني: الدكتور الحاج أحمد بارزي الماجستير.

**الكلمات الأساسية:** فوزي تيم سيريس، خوارزمي نوفيل، أسعار العملة الفلاحين

تحليل السلاسل الزمنية هو التحليل الذي يهدف إلى إيجاد نمط في سلسلة البيانات التاريخية وتستنبط هذا النمط في المستقبل كالتنبؤ من الظروف المستقبلية. إحدى الطرائق التي تستخدم بيانات السلاسل الزمنية هي فوزي تيم سيريس، تمت عملية التنبؤ لتقليل الأخطاء الواردة وتستخدم في أخذ القرار. في مجال التنمية الزراعية يستخدم التنبؤ الجيدة، يجب أن نعرف دقة الطريقة المستخدمة من خلال قياس دقتها ثم مقارنتها مع الطريقة الأخرى.

في هذا البحث، يشرح عن موضوع التنبؤ (التوقعات) في أسعار العملة لدى الفلاحين باستخدام خوارزمي نوفيل بناء على طريقة فوزي تيم سيريس. تم تطبيق تطوير خوارزمي نوفيل على أساس طريقة فوزي تيم سيريس، على خطوات عملية بيانات أسعار العملة لدى الفلاحين. تدل نتائج قياس دقتها إلى نتيجة التنبؤ (التوقعات) باستخدام خوارزمي نوفيل بناء على طريقة فوزي تيم سيريس، لها درجة الدقة أفضل من طريقة فوزي تيم سيريس الكلاسيكية وتجانس الأسى المزدوج بمقدار درجة (MSE) ٠,٠١ ودرجة (MAPE) ٠,٠٨.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Time series* merupakan kumpulan nilai variabel berdasarkan waktu. Analisis *time series* adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang sebagai suatu prediksi kondisi masa yang akan datang (Makridakis, dkk, 1999:9).

Perintah untuk memperhatikan dan mempersiapkan segala sesuatu yang akan terjadi, telah dijelaskan di dalam al-Quran surat al-Hasyr ayat 18, Allah Swt. berfirman:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اتَّقُوا اللّٰهَ وَتَنْظُرُوْا نَفْسَ مَا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللّٰهَ ۚ اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ

“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah Swt. dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah Swt., sesungguhnya Allah Swt. Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. Al-Hasyr/59:18).

Menurut Shiddieqy (2003), dalam firman Allah Swt. yang artinya “Dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok” menganjurkan untuk senantiasa memperhatikan apa yang berguna di masa yang akan datang, salah satunya dengan memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang.

Metode *Fuzzy Time Series* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi dengan menggunakan data *time series*. Menurut Haris (2010), metode *Fuzzy Time Series* merupakan metode yang dapat menangkap pola dari

data masa lalu untuk memprediksi data di masa yang akan datang. Kegiatan memprediksi dapat digunakan dalam proses pengambilan suatu keputusan.

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor pendukung dalam kontribusi pembangunan di Indonesia. Sektor pertanian telah berperan dalam pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB), penyerapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan masyarakat, perolehan devisa melalui ekspor, dan penciptaan kondisi yang kondusif bagi pelaksanaan pembangunan dan hubungan sinergis dengan sektor lain (Rusono, dkk, 2013:1). Sektor pertanian sangat berpengaruh dalam masalah kemiskinan, semakin besar sektor pertanian maka angka kemiskinan akan berkurang. Hal ini ditunjukkan oleh persebaran penduduk miskin banyak yang berada di daerah pedesaan dan menjadikan pertanian sebagai mata pencarian utama.

Menurut Rusono, dkk (2013), Nilai Tukar Petani (NTP) merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui kesejahteraan petani. NTP menggambarkan tingkat daya tukar atau daya beli petani terhadap produk yang dibeli atau dibayar petani yang mencakup konsumsi dan *input* produksi yang dibeli. Semakin tinggi NTP, semakin baik daya beli petani terhadap produk konsumsi dan *input* produksi tersebut, dan berarti secara relatif lebih sejahtera.

Peningkatan NTP menunjukkan peningkatan kemampuan petani dan peningkatan kesejahteraan petani atau sebaliknya. Untuk itu NTP menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemerintah dalam pembangunan di masa datang. Sehingga diperlukan metode yang tepat untuk memprediksi dan mengetahui keadaan NTP di masa yang akan datang. Salah satu penelitian terkait dengan NTP yaitu studi simulasi peramalan langsung dan tidak langsung dengan

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Threshold Autoregressive* (TAR) dalam studi kasus NTP (Komara, dkk, 2012). Memprediksi NTP diperlukan dalam analisis terhadap perencanaan kegiatan di masa datang untuk pengambilan keputusan dalam pembangunan kesejahteraan petani di masa yang akan datang. Sebagaimana dijelaskan dalam al-Quran surat ar-Ra'd ayat 11:

﴿إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ﴾

“*Sesungguhnya Allah Swt. tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri*” (QS. Ar-Ra'd/13:11).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah Swt. tidak akan mengubah kondisi kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri (Dasuki, 1990:91). Berbagai macam usaha dan cara dilakukan oleh manusia untuk mengubah keadaan mereka jauh lebih baik, salah satunya dengan memprediksi keadaan secara ilmiah. Kegiatan memprediksi NTP dilakukan untuk mengantisipasi keadaan-keadaan yang akan terjadi dengan mempertimbangkan data di masa lalu.

Beberapa tahun ini banyak perkembangan dari metode *Fuzzy Time Series* salah satunya dikembangkan oleh Jasim, dkk (2012) yang memperkenalkan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama dengan judul penelitian “*A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series*”. Pada penelitian tersebut menunjukkan metode yang lebih akurat dan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan metode sebelumnya.

Berdasarkan penelitian tersebut, dengan mempelajari ide dan pengembangan hasil penelitian, maka penulis tertarik untuk menerapkan

algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data NTP, kemudian dilanjutkan menguji tingkat akurasi dan memprediksi NTP pada bulan selanjutnya. Dari uraian tersebut, maka penulis akan membahas permasalahan tersebut dalam skripsi ini dengan judul “Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani”.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data NTP?
2. Bagaimana keakuratan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* dalam memprediksi NTP?
3. Bagaimana hasil prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data NTP?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data NTP.
2. Mengetahui keakuratan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* dalam memprediksi NTP.
3. Mengetahui hasil prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data NTP.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

a. Bagi Penulis

1. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.
2. Dapat melakukan prediksi data NTP dengan menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.
3. Mengetahui keakuratan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.

b. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dan pengembangan pembelajaran statistika tentang algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.

c. Bagi Instansi

1. Sebagai sumbangan pemikiran keilmuan matematika.
2. Meningkatkan peran serta Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dalam pengembangan wawasan keilmuan matematika dan statistika.

d. Bagi Pihak Lain

1. Penelitian ini berguna untuk meningkatkan pengembangan wawasan keilmuan matematika.
2. Penelitian ini dapat memberikan metode alternatif untuk penelitian.

### 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data NTP di Indonesia pada tahun 2009-2014.
2. Pengujian tingkat keakuratan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
3. Hasil pengujian keakuratan dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Agar dapat membaca hasil penelitian ini, maka dalam penyajiannya ditulis berdasarkan suatu sistematika yang secara garis besar dibagi menjadi lima bab, yaitu:

#### Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### Bab II Kajian Pustaka

Bab ini memaparkan teori-teori yang mendukung dalam skripsi ini yaitu teori tentang *time series*, himpunan *fuzzy*, konsep dasar metode *Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* Klasik, algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, pengujian tingkat keakuratan, NTP, dan kajian prediksi dalam al-Quran.

### Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan beberapa tahapan yang dilakukan peneliti dalam menjalankan penelitian yang meliputi pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, teknik analisis data, dan *flowchart*.

### Bab IV Pembahasan

Bab ini menganalisis dan membahas bagaimana penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing* pada data NTP. Selain itu dibahas tingkat keakuratan metode dalam memprediksi data NTP dan membahas bagaimana hasil prediksi menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* serta membahas tentang kajian prediksi dalam al-Quran.

### Bab V Penutup

Bab ini memaparkan hasil dari pembahasan berupa kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil pembahasan.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 *Time Series*

*Time series* adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu. *Time series* merupakan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu, misalnya harian, bulanan, mingguan, tahunan, dan lain-lain (Purwanto, dkk, 2013). Contoh data *time series* adalah data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (*kurs*), dan data produksi.

Analisis *time series* adalah suatu analisis yang dilakukan berdasarkan nilai atau kesalahan masa lalu dari suatu variabel. Tujuan analisis ini adalah untuk menemukan pola dalam deret data histori dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang sebagai suatu prediksi kondisi masa depan (Makridakis, dkk, 1999:9).

#### 2.2 Himpunan *Fuzzy*

Kusumadewi dan Purnomo (2004), himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu dalam satu variabel *fuzzy*. Misalnya variabel umur terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: muda, parobaya, dan tua. Himpunan *fuzzy* merupakan generalisasi dari himpunan klasik (*crisp*) yang memiliki nilai keanggotaan yang dibatasi dengan interval  $[0, 1]$ . Sedangkan himpunan klasik hanya mempunyai dua kemungkinan nilai keanggotaan, yaitu 0 atau 1. Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat menjelaskan setiap nilai berdasarkan pendapat

atau keputusan. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti pada temperatur yaitu dingin, normal, dan panas.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 40, 25, dan 50.

Pada himpunan *fuzzy* terdapat semesta pembicaraan yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh semesta pembicaraan untuk variabel temperatur  $[0, 40]$ . Dalam semesta pembicaraan terdapat domain himpunan *fuzzy* yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), contoh domain himpunan *fuzzy* untuk variabel temperatur adalah:

- a. Dingin :  $[0, 20]$ .
- b. Normal :  $[20, 30]$ .
- c. Panas :  $[30, 40]$ .

### 2.3 Konsep Dasar Metode *Fuzzy Time Series*

Metode *Fuzzy Time Series* adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom berdasarkan teori himpunan *fuzzy* dan konsep variabel linguistik (Handoko, 2010).

Perbedaan utama antara metode *Fuzzy Time Series* dan *time series* konvensional adalah bahwa nilai-nilai dari metode *Fuzzy Time Series* diwakili oleh himpunan *fuzzy* sebagai nilai-nilai nyata. Misalkan  $U$  adalah semesta pembicaraan, yang mana  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , maka suatu himpunan *fuzzy*  $A$  dari  $U$  dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_n)/u_n \quad (2.1)$$

dengan  $f_A$  merupakan fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy*  $A$ ,  $f_A: U \rightarrow [0, 1]$  dan  $f_A(u_i)$  dinotasikan sebagai derajat keanggotaan dari  $u_i$  termasuk himpunan *fuzzy*  $A$  dan  $f_A(u_i) \in [0, 1]$  dan  $1 < i < n$ .

**Definisi 1.** Misalkan  $Y(t) \subset R$ ,  $t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n$  menjadi semesta pembicaraan dengan himpunan *fuzzy*  $f_i(t)$ .  $F(t)$  terdiri dari  $f_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  maka  $F(t)$  disebut *fuzzy time series* pada  $Y(t)$ . Dari definisi tersebut  $F(t)$  dipahami sebagai variabel linguistik, yang mana  $f_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  dari nilai kemungkinan linguistik  $F(t)$ .

**Definisi 2.** Andaikan  $F(t) = A_i$  disebabkan oleh  $F(t-1) = A_j$ , maka *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) didefinisikan sebagai  $A_i \rightarrow A_j$ .

**Definisi 3.** FLR yang memiliki sisi kiri yang sama, dapat dikelompokkan dalam *Fuzzy Logical Relationships Groups* (FLRG). Pengelompokan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

$$\left. \begin{array}{l} A_i \rightarrow A_{j_1} \\ A_i \rightarrow A_{j_2} \\ \vdots \end{array} \right\} \Rightarrow A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots$$

## 2.4 Metode *Fuzzy Time Series* Klasik

Menurut Tsaur (2012), Song dan Chissom telah mengusulkan prosedur untuk memecahkan metode *Fuzzy Time Series* Klasik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

**Langkah 1.** Mendefinisikan himpunan semesta pembicaraan  $U$ , dengan  $U$  adalah data histori. Menentukan  $D_{min}$  dan  $D_{maks}$  dari data histori untuk mendefinisikan himpunan semesta pembicaraan  $U$  dengan rumus:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{maks} + D_2] \quad (2.2)$$

dengan,

$D_{maks}$  : data histori yang mempunyai nilai tertinggi.

$D_{min}$  : data histori yang mempunyai nilai terendah.

$D_1$  dan  $D_2$  : bilangan positif yang sesuai.

**Langkah 2.** Menentukan panjang interval ( $I$ ). Berdasarkan penelitian Xihao dan Yimin (2008), menentukan interval menggunakan metode *Average Based* memberikan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan metode pembagian interval yang lainnya. Dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Menghitung semua nilai selisih mutlak antara  $D_{t+1}$  dan  $D_t$  ( $t = 1, \dots, n - 1$ ) dan menghitung rata-rata nilai selisih mutlak.
- b. Menentukan setengah dari rata-rata nilai selisih mutlak yang diperoleh dari langkah pertama untuk dijadikan sebagai panjang interval.
- c. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval sementara sesuai dengan tabulasi basis berikut:

Tabel 2.1 Tabel Basis Interval

Jangkauan	Basis
0,1-1	0,1
1,1-10	1
11-100	10
101-1000	100

d. Panjang interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

**Langkah 3.** Menentukan jumlah interval ( $m$ ) yang diperoleh dengan rumus berikut:

$$m = \frac{(D_{maks} + D_1 - D_{min} + D_2)}{I} \quad (2.3)$$

Kemudian  $U$  dipartisi menjadi  $m$  interval dan dengan panjang interval  $I$ . Menurut Tsaur (2012), setiap interval dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + I] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + I, D_{min} - D_1 + 2I] \\ &\vdots \\ u_m &= [D_{min} - D_1 + (n - 1)I, D_{min} - D_1 + mI] \end{aligned} \quad (2.4)$$

**Langkah 4.** Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh himpunan semesta pembicaraan  $U$ . Menurut Boaisa dan Amaitik (2010), himpunan *fuzzy*  $A_i$  untuk seluruh himpunan semesta pembicaraan  $U$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.1). Himpunan *fuzzy*  $A_i$  adalah nilai linguistik dari data penelitian yang diwakili oleh himpunan *fuzzy*  $A_i$  dimana  $1 \leq i \leq m$ . Kemudian himpunan *fuzzy*  $A_1, A_2, \dots, A_m$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_m\} \\ A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_m\} \\ &\vdots \\ A_3 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0,5/u_{m-1} + 1/u_m\} \end{aligned} \quad (2.5)$$

**Langkah 5.** Menentukan FLR yang dapat diperoleh berdasarkan definisi 2. FLR didefinisikan dengan  $A_i \rightarrow A_j$  yang mana  $A_i$  disebut sisi kiri atau *current state* dan  $A_j$  disebut sisi kanan atau *next state*.

**Langkah 6.** Menentukan FLRG yang dapat diperoleh berdasarkan definisi 3. Dengan cara mengelompokkan FLR yang sama dan berulang, kemudian FLR yang memiliki *current state* yang sama, digabungkan menjadi satu grup. Pada setiap FLRG terdapat hubungan antara *current state* dan *next state*.

**Langkah 7.** Menghitung hasil prediksi. Menurut Xihao dan Yimin (2008), aturan metode *Fuzzy Time Series* Klasik adalah sebagai berikut:

1. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah kosong ( $A_i \rightarrow \emptyset$ ), maka hasil prediksi  $F(t)$  adalah  $d_i$ , yaitu nilai tengah dari interval  $u_i$ :

$$F(t) = d_i \quad (2.6)$$

2. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah satu ke satu ( $A_i \rightarrow A_j, j = 1, 2, \dots, n$ ), maka hasil prediksi  $F(t)$  adalah  $d_j$ , yaitu nilai tengah dari interval  $u_j$ :

$$F(t) = d_j \quad (2.7)$$

3. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah satu ke banyak ( $A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, A_{j_3}, \dots, A_{j_n}$ ), maka hasil prediksi  $F(t)$  adalah rata-rata dari  $d_{j_1}, d_{j_2}, d_{j_3}, \dots, d_{j_n}$ , yang merupakan nilai tengah dari interval  $u_{j_1}, u_{j_2}, u_{j_3}, \dots, u_{j_n}$ :

$$F(t) = \frac{\sum_{i=1}^n d_{j_i}}{n} \quad (2.8)$$

## 2.5 Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

Algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* diperkenalkan oleh Jasim, dkk (2012) dengan langkah-langkah awal yang sama dengan metode

*Fuzzy Time Series* Klasik. Hal yang membedakan dua metode tersebut adalah pada langkah perhitungan hasil prediksi yaitu pada langkah 7. Menurut Jasim dkk (2012), berikut adalah langkah-langkah algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*:

**Langkah 1.** Menentukan semesta pembicaraan  $U$ .

**Langkah 2.** Menentukan panjang interval ( $I$ ).

**Langkah 3.** Menentukan jumlah interval ( $m$ ).

**Langkah 4.** Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$ .

**Langkah 5.** Menentukan FLR.

**Langkah 6.** Menentukan FLRG.

**Langkah 7.** Menghitung hasil prediksi.

Perhitungan hasil prediksi pada waktu  $t$  ditentukan berdasarkan ketentuan berikut:

1. Jika FLRG  $A_i$  adalah kosong  $A_i \rightarrow \emptyset$ , maka hasil prediksi berada di tengah interval  $A_i$ , yang mana:

$$A_i = (d_{i-1}, d_i, d_{i+1}, d_{i+2})$$

2. Jika FLRG  $A_i$  adalah satu ke satu  $A_i \rightarrow A_j$ , maka interval yang mengandung hasil prediksi dilambangkan  $A_j$ . Untuk memperoleh hasil prediksi langkah pertama adalah membandingkan nilai  $j$  dan  $i$  yang terdapat pada *current state* dan *next state*. Kemudian menentukan nilai  $Y$  dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = (D_t - D_{t-1}) - (D_{t-1} - D_{t-2}) \quad (2.9)$$

dengan,

$D_t$  : data pada periode  $t$ .

$D_{t-1}$  : data pada periode  $t - 1$ .

$D_{t-2}$  : data pada periode  $t - 2$ .

dan menggunakan ketentuan sebagai berikut:

- i. Jika  $j > i$  dan  $Y > 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- ii. Jika  $j > i$  dan  $Y < 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.
- iii. Jika  $j < i$  dan  $Y > 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- iv. Jika  $j < i$  dan  $Y < 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.
- v. Jika  $j = i$  dan  $Y > 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- vi. Jika  $j = i$  dan  $Y < 0$ , maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.

Berikut adalah aturan yang digunakan untuk memprediksi:

#### **Aturan 1**

Aturan 1 digunakan jika  $Y$  tidak terpenuhi. Berikut adalah ketentuannya:

- a. Jika  $x > \frac{A_j}{2}$  dengan  $x = \frac{D_t - D_{t-1}}{2}$ , maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval  $A_j$ .
- b. Jika  $x = \frac{A_j}{2}$  maka hasil prediksinya adalah nilai tengah dari interval  $A_j$ .
- c. Jika  $x < \frac{A_j}{2}$  maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval  $A_j$ .

**Aturan 2**

- a. Jika  $x \in A_j$  dengan  $x = |Y| \times 2 + D_{t-1}$  atau  $x = D_{t-1} - |Y|$ , maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval  $A_j$ .
- b. Jika  $x \in A_j$  dengan  $x = \frac{|Y|}{2} + D_{t-1}$  atau  $x = D_{t-1} - |Y| \times 2$ , maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval  $A_j$ .
- c. Jika tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval  $A_j$ .

**Aturan 3**

- a. Jika  $x \in A_j$  dengan  $x = \frac{|Y|}{2} + D_{t-1}$  atau  $x = D_{t-1} - \frac{|Y|}{2}$ , maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval  $A_j$ .
  - b. Jika  $x \in A_j$  dengan  $x = |Y| \times 2 + D_{t-1}$  atau  $x = D_{t-1} - |Y| \times 2$ , maka kecenderungan nilai prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval  $A_j$ .
  - c. Jika tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval  $A_j$ .
3. Jika FLRG  $A_i$  adalah satu ke banyak ( $A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_p}$ ) maka hasil prediksi dapat diperoleh dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. Jika selisih di antara setiap 2 dari  $j_1, j_2, \dots, j_p \leq 2$  maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval tersebut.

- b. Jika selisih di antara setiap 2 dari  $j_1, j_2, \dots, j_p > 2$  maka hasil prediksi dihitung dengan menggunakan FLR pada langkah 7 ketentuan ke 2.

## 2.6 Pengujian Keakuratan

Menurut Makridakis, dkk (1999), pengujian keakuratan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode yang digunakan untuk memprediksi, dengan cara membandingkan keakuratan beberapa metode yang digunakan, dan memilih nilai *error* yang terkecil. Beberapa kriteria yang digunakan untuk pengujian keakuratan yaitu:

### 1. Mean Square Error (MSE)

Jasim, dkk (2012) menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dengan rumus sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y(t) - F(t))^2 \quad (2.10)$$

dengan,

$Y_t$  : data aktual pada periode  $t$ .

$F_t$  : hasil prediksi pada periode  $t$ .

$n$  : jumlah periode prediksi yang terlibat.

### 2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Tsaur (2012) menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \quad (2.11)$$

dengan,

$Y_t$  : data aktual pada periode  $t$ .

$F_t$  : hasil prediksi pada periode  $t$ .

$n$  : jumlah periode prediksi yang terlibat.

## 2.7 Nilai Tukar Petani

Nilai Tukar Petani (NTP) merupakan hubungan antara hasil yang diperoleh petani dengan

barang dan jasa yang dibeli petani. Simatupang dan Maulana (2008) dalam Rusono, dkk (2013) mengemukakan bahwa penanda kesejahteraan yang baik bagi rumah tangga tani tidak ada, sehingga NTP menjadi pilihan satu-satunya bagi pengamat pembangunan pertanian dalam menilai tingkat kesejahteraan petani. Semakin tinggi NTP, semakin sejahtera tingkat kehidupan petani. NTP dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$NTP = \left( \frac{IT}{IB} \right) \times 100 \quad (2.12)$$

dengan,

NTP : nilai tukar petani.

IT : indeks harga yang diterima petani.

IB : indeks harga yang dibayar petani.

IT adalah indeks harga yang menunjukkan perkembangan harga produsen atas hasil produksi petani. IT dihitung berdasarkan nilai jual hasil pertanian yang dihasilkan oleh petani, mencakup sektor padi, palawija, perkebunan rakyat, sayuran, buah, dan lainnya.

IB adalah indeks harga yang menunjukkan perkembangan harga kebutuhan rumah tangga petani, baik kebutuhan untuk konsumsi rumah tangga maupun kebutuhan untuk proses produksi pertanian. Dari IB, dapat dilihat fluktuasi harga barang-barang yang dikonsumsi oleh petani yang merupakan bagian terbesar dari masyarakat di pedesaan, serta fluktuasi harga barang yang diperlukan untuk memproduksi hasil pertanian. IB dihitung berdasarkan indeks harga yang harus dibayarkan oleh petani dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, penambahan barang modal dan biaya produksi, yang dibagi lagi menjadi sektor makanan dan non makanan.

Menurut Rahmat (2000) dalam Rusono, dkk (2013), beberapa hal yang menyebabkan penurunan NTP, yaitu:

1. Elastisitas pendapatan produk pertanian bersifat inelastik, sementara produk non pertanian cenderung lebih elastis.
2. Perubahan teknologi dengan laju yang berbeda menguntungkan produk manufaktur.
3. Perbedaan dalam struktur pasar, yang mana struktur pasar dari produk pertanian cenderung kompetitif, sementara struktur pasar produk manufaktur cenderung kurang kompetitif dan mengarah ke pasar monopoli/oligopoli.

Menurut Rusono, dkk (2013), arti angka NTP yang dijadikan alat ukur kesejahteraan petani adalah sebagai berikut:

1.  $NTP > 100$ , berarti petani mengalami surplus. Harga produksi naik lebih besar dari kenaikan harga konsumsinya. Pendapatan petani naik lebih besar dari pengeluarannya.

2.  $NTP = 100$ , berarti petani mengalami impas. Kenaikan/penurunan harga produksinya sama dengan persentase kenaikan/penurunan harga barang konsumsi. Pendapatan petani sama dengan pengeluarannya.
3.  $NTP < 100$ , berarti petani mengalami defisit. Kenaikan harga produksi relatif lebih kecil dibandingkan dengan kenaikan harga barang konsumsinya. Pendapatan petani turun dan lebih kecil dari pengeluarannya.

## 2.8 Kajian Prediksi dalam Al-Quran

Prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi di masa yang akan datang. Salah satu ayat di dalam al-Quran yang secara tidak langsung membahas tentang prediksi adalah al-Quran surat al-Hasyr ayat 18 yaitu:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اتَّقُوا اللّٰهَ وَتَنْظُرُوْا نَفْسَ مَا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ وَّاتَّقُوا اللّٰهَ ۚ اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ﴿١٨﴾

*”Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah Swt. dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah Swt., sesungguhnya Allah Swt. Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. Al-Hasyr/59:18).*

Menurut Shiddieqy (2003), dalam firman Allah Swt. yang artinya “*Dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok*”, menganjurkan umat manusia untuk memperhatikan apa yang telah dikerjakan untuk akhirat yang dapat memberi manfaat pada hari *hisab* (perhitungan amal) dan pembalasan. Hendaklah masing-masing diri memperhitungkan semua perbuatannya sebelum Allah Swt. memperhitungkannya. Ayat ini menganjurkan umat manusia untuk senantiasa memperhatikan masa yang

akan datang, dengan melakukan hal-hal yang berguna untuk masa yang akan datang.

Prediksi merupakan cara untuk mempersiapkan segala sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang, untuk memperkecil kesalahan atau risiko yang akan terjadi. Di dalam al-Quran terdapat ayat yang memerintahkan untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi kejadian di masa yang akan datang, seperti bencana kekeringan dengan melakukan perencanaan ekonomi pertanian, sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat Yusuf ayat 47-48 yaitu:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ  
يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ هُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾

“Yusuf berkata ‘Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; Maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan’” (QS. Yusuf/12:47-48).

Pada ayat tersebut, nabi Yusuf As. berkata kepada temannya, hendaklah menanam gandum selama tujuh tahun berturut-turut, dan menyimpan semua hasil panennya, kecuali sedikit yang diperlukan bagi kebutuhan pribadi mereka. Dengan cara yang jelas dan seksama, nabi Yusuf As. menjelaskan strategi mempersiapkan diri menghadapi bencana kekeringan yang akan datang dengan program yang pasti berupa pemberian jatah makan dan penyimpanan berlebihan produksi bahan makanan. Ini menunjukkan bahwa dia bukan saja seorang yang ahli dalam menafsirkan mimpi, tapi juga seorang otoritas dalam perencanaan ekonomi dan administrasi (Imani, 2005:529-530). Prediksi dilakukan untuk mempersiapkan diri di masa depan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan yang terjadi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, yang dimulai dengan pengumpulan data, penafsiran terhadap data, serta hasil penelitian dalam bentuk angka atau numerik. Jenis penelitiannya adalah studi literatur, dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai literatur yang dibutuhkan dalam penelitian.

#### **3.2 Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian dengan cara diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Penelitian ini menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia mulai tahun 2009 hingga 2014 yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). dan diakses pada tanggal 3 Agustus 2016.

#### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data sekunder, yaitu dengan mencari data NTP di Indonesia secara *online* yang telah dikumpulkan oleh pihak Badan Pusat Statistik.

### 3.4 Teknik Analisis Data

Proses analisis data pada penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* dan *Minitab*. Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah:

1. Menganalisis deskriptif data.
  - a. Membuat plot *time series* dari data.
  - b. Menginterpretasi hasil plot *time series* dari data.
2. Menerapkan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.

Berikut adalah langkah-langkah algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*:

- a. Menentukan himpunan semesta pembicaraan  $U$ , dengan  $U$  adalah data histori. Kemudian menentukan data maksimum ( $D_{maks}$ ) dan data minimum ( $D_{min}$ ) dari data histori, dengan himpunan semesta pembicaraan  $U$  dapat didefinisikan sebagai  $[D_{min} - D_1; D_{maks} + D_2]$ , dengan  $D_1$  dan  $D_2$  adalah bilangan positif yang sesuai.
- b. Menentukan panjang interval  $I$  menggunakan metode *Avarege-Base* dengan langkah sebagai berikut:
  - 1) Menghitung seluruh nilai selisih mutlak antara  $D_{i+1}$  dan  $D_i$  ( $i = 1, \dots, n - 1$ ) dan menghitung rata-rata nilai selisih mutlak.
  - 2) Menentukan setengah dari rata-rata nilai selisih mutlak yang diperoleh dari langkah pertama untuk dijadikan sebagai panjang interval.
  - 3) Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval berdasarkan Tabel 2.1.
  - 4) Panjang interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

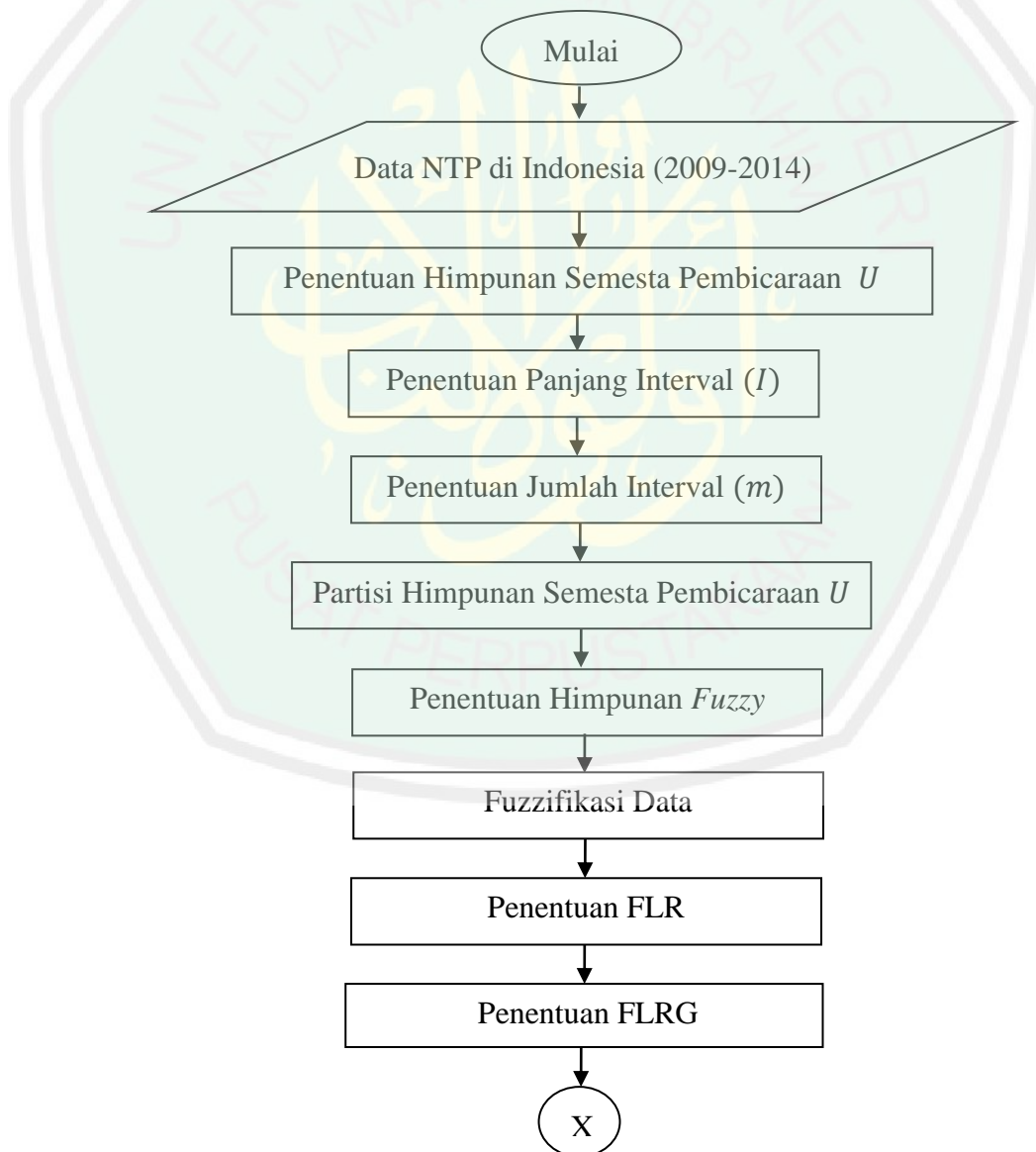
- c. Menentukan jumlah interval ( $m$ ) dengan menggunakan persamaan (2.3) dan membagi seluruh semesta pembicaraan  $U$  ke dalam  $m$  interval yang sudah diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.4).
- d. Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$ .
- e. Melakukan fuzzifikasi data histori.
- f. Menentukan FLR.
- g. Menentukan FLRG.
- h. Menghitung hasil prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.

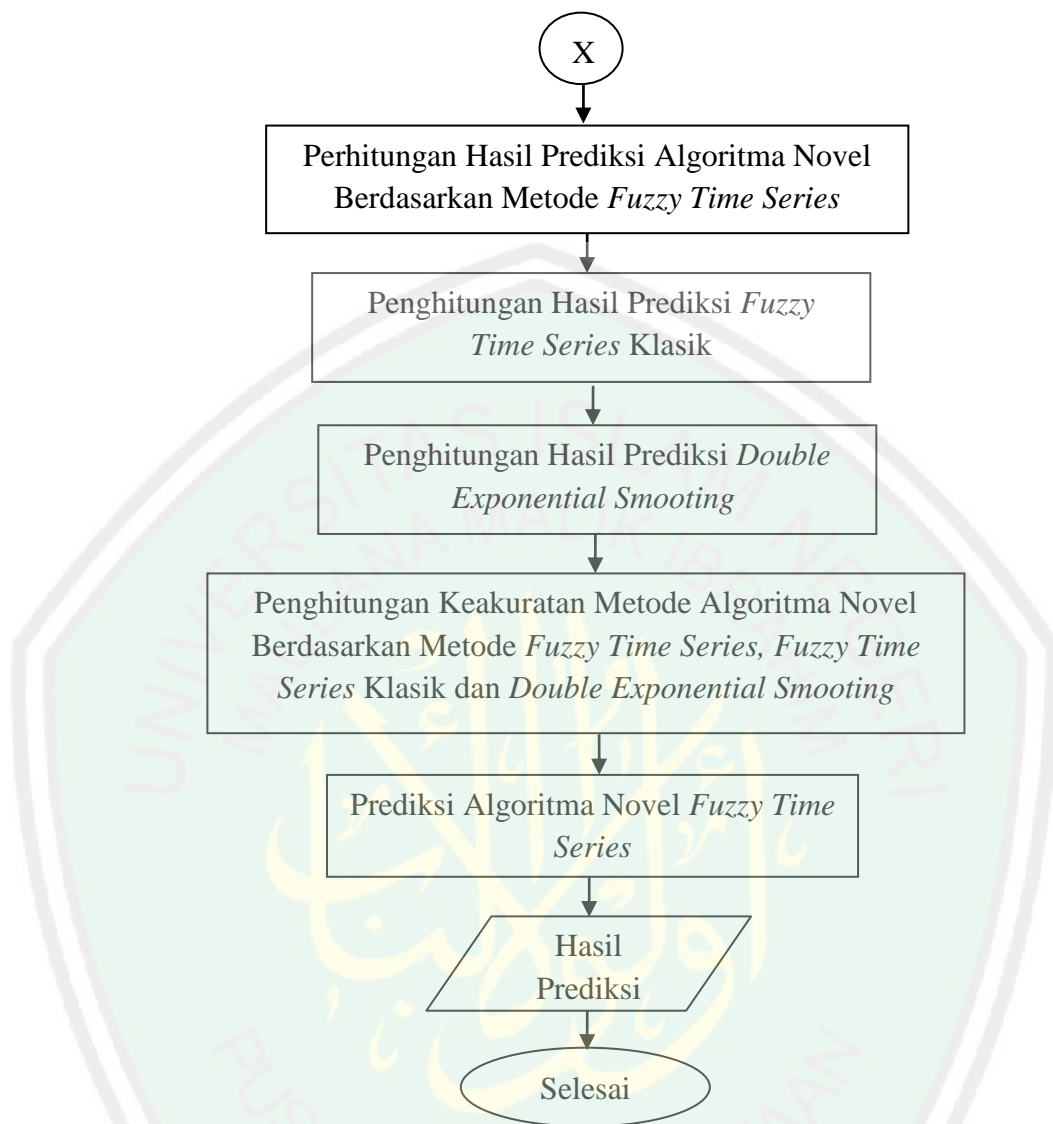
Kemudian menghitung hasil prediksi dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Klasik. Langkah awal pada metode *Fuzzy Time Series* Klasik sama dengan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*. Perbedaannya terletak pada perhitungan hasil prediksi. Untuk menghitung hasil prediksi metode *Fuzzy Time Series* Klasik dengan menggunakan persamaan (2.6), (2.7), dan (2.8). Selanjutnya menghitung hasil prediksi dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan *software* Minitab.

3. Menganalisis tingkat keakuratan dari hasil prediksi.
  - a. Menghitung keakuratan hasil prediksi dengan metode *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
  - b. Membandingkan tingkat keakuratan antara algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.




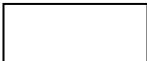
4. Melakukan prediksi menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*.
5. Mengkaji prediksi dalam al-Quran.
6. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

Tahapan proses prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing* dibentuk dalam *flowchart* berikut ini:





Keterangan:

-  : Awal/ akhir flowchart
-  : Proses input/ output
-  : Penghubung
-  : Proses operasi

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Deskriptif

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *time series* bulanan dari Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia selama 6 tahun mulai tahun 2009 sampai 2014. Data NTP di Indonesia disajikan dalam Tabel 4.1 berikut:

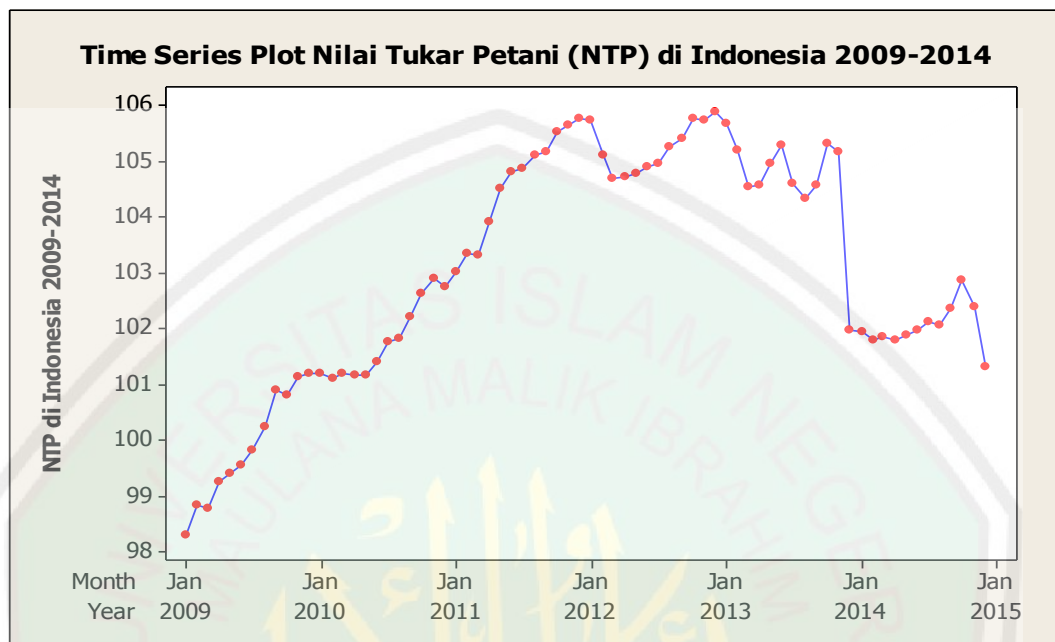
Tabel 4.1 Data NTP di Indonesia Tahun 2009-2014

Waktu	Data	Waktu	Data	Waktu	Data
Jan-09	98,30	Jan-11	103,01	Jan-13	105,67
Feb-09	98,82	Feb-11	103,33	Feb-13	105,19
Mar-09	98,78	Mar-11	103,32	Mar-13	104,53
Apr-09	99,26	Apr-11	103,91	Apr-13	104,55
Mei-09	99,40	Mei-11	104,51	Mei-13	104,95
Jun-09	99,56	Jun-11	104,79	Jun-13	105,28
Jul-09	99,82	Jul-11	104,87	Jul-13	104,58
Agu-09	100,24	Agu-11	105,11	Agu-13	104,32
Sep-09	100,90	Sep-11	105,17	Sep-13	104,56
Okt-09	100,79	Okt-11	105,51	Okt-13	105,30
Nov-09	101,13	Nov-11	105,64	Nov-13	105,15
Des-09	101,21	Des-11	105,75	Des-13	101,96
Jan-10	101,19	Jan-12	105,73	Jan-14	101,95
Feb-10	101,09	Feb-12	105,10	Feb-14	101,79
Mar-10	101,21	Mar-12	104,68	Mar-14	101,86
Apr-10	101,15	Apr-12	104,71	Apr-14	101,81
Mei-10	101,16	Mei-12	104,77	Mei-14	101,88
Jun-10	101,39	Jun-12	104,88	Jun-14	101,98
Jul-10	101,77	Jul-12	104,96	Jul-14	102,12
Agu-10	101,82	Agu-12	105,26	Agu-14	102,06
Sep-10	102,19	Sep-12	105,41	Sep-14	102,36
Okt-10	102,61	Okt-12	105,76	Okt-14	102,87
Nov-10	102,89	Nov-12	105,72	Nov-14	102,37
Des-10	102,75	Des-12	105,87	Des-14	101,32

(Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS))

NTP menggambarkan tingkat daya beli petani terhadap produk yang dibayar petani yang mencakup konsumsi dan produksi yang dibeli. NTP digunakan untuk mengetahui tingkat kesejahteraan petani. Semakin tinggi NTP

maka petani semakin sejahtera. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat digambarkan *plot time series* sebagai berikut:



Gambar 4.1 *Plot Time Series* Data NTP (2009-2014)

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pada bulan Januari 2009 sampai Juli 2009 NTP bernilai di bawah 100. Hal tersebut menunjukkan bahwa petani mengalami defisit, yaitu kenaikan harga produksi relatif lebih kecil dibandingkan dengan kenaikan harga barang konsumsinya, yang berarti pendapatan petani turun dan lebih kecil dari pengeluarannya. Pada bulan Agustus 2009 sampai Desember 2014 NTP berada di atas 100. Hal tersebut menunjukkan bahwa petani mengalami surplus, yaitu harga produksi naik lebih besar dari kenaikan harga konsumsinya, ini berarti pendapatan petani naik lebih besar dari pengeluarannya. Tetapi pada bulan Desember 2013 NTP mengalami penurunan drastis. Menurut Rachmat (2000) dalam Rusono (2013), penurunan NTP disebabkan oleh 3 hal yaitu, pendapatan produk pertanian bersifat inelastik, perubahan teknologi, dan perbedaan dalam struktur pasar.

Gambar 4.1 juga menjelaskan bahwa NTP pada setiap bulan mengalami kenaikan dan penurunan. Menurut Makridakis, dkk (1999), kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data disebut dengan *trend*. Berdasarkan analisis *trend* dengan menggunakan *software* Minitab yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 1, data NTP mengandung *trend*.

#### 4.2 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

Langkah awal algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* mempunyai langkah yang sama dengan metode *Fuzzy Time Series* Klasik, perbedaannya terletak pada langkah perhitungan hasil prediksi. Adapun algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* adalah sebagai berikut:

**Langkah 1.** Menentukan himpunan semesta pembicaraan  $U$ , dengan  $U$  adalah data histori. Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh data NTP yang mempunyai nilai terendah ( $D_{min}$ ) yaitu pada bulan Januari 2009 sebesar 98,30, dan yang mempunyai nilai tertinggi ( $D_{maks}$ ) yaitu pada bulan Desember 2012 sebesar 105,87. Untuk menentukan himpunan semesta pembicaraan  $U$  dibutuhkan nilai  $D_1$  dan  $D_2$  yang merupakan bilangan positif yang sesuai, berdasarkan  $D_{min}$  dan  $D_{maks}$  yang diperoleh, maka digunakan nilai  $D_1 = 0,3$  dan  $D_2 = 0,13$ . Sehingga dengan menggunakan persamaan (2.2) himpunan semesta pembicaraan  $U$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1, D_{maks} + D_2] \\ &= [98,3 - 0,3, 105,87 + 0,13] \\ &= [98, 106] \end{aligned}$$

Sehingga dapat didefinisikan himpunan semesta pembicaraan  $U = [98, 106]$ .

**Langkah 2.** Menentukan panjang interval. Metode yang digunakan untuk menentukan panjang interval ( $I$ ) adalah metode *Average Based*, dengan langkah awal adalah menghitung seluruh nilai selisih mutlak antara  $D_{t+1}$  dan  $D_t$  ( $t = 1, \dots, 71$ ). Kemudian menghitung rata-rata nilai selisih mutlak dari data NTP. Hasil dan proses perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan Lampiran 2 diperoleh rata-rata nilai selisih mutlak sebesar 0,30. Kemudian membagi dua rata-rata nilai selisih mutlak tersebut, yang diperoleh sebesar 0,15. Merujuk pada Tabel 2.1 maka basis interval yang digunakan adalah 0,1. Kemudian 0,15 dibulatkan berdasarkan basis, sehingga diperoleh panjang interval ( $I$ ) sebesar 0,2.

**Langkah 3.** Menentukan jumlah interval. Berdasarkan persamaan (2.3), jumlah interval ( $m$ ) diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m &= \frac{(D_{maks} + D_1 - D_{min} + D_2)}{I} \\ &= \frac{(105,87 + 0,3 - 98,3 + 0,13)}{0,2} \\ &= \frac{8}{0,2} \\ &= 40 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh jumlah interval ( $m$ ) sebanyak 40 interval. Kemudian himpunan semesta  $U$  dibagi menjadi 40 interval dengan panjang masing-masing interval sebesar 0,2. Adapun 40 interval dalam semesta pembicaraan  $U$  yaitu  $u_1, u_2, \dots, u_{40}$ . Berdasarkan persamaan (2.4) dapat diperoleh setiap interval untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$  sebagai berikut:

$$\begin{array}{lll}
u_1 = [98, 98, 2], & u_2 = [98, 2, 98, 4], & u_3 = [98, 4, 98, 6], \\
u_4 = [98, 6, 98, 8], & u_5 = [98, 8, 99], & u_6 = [99, 99, 2], \\
u_7 = [99, 2, 99, 4], & u_8 = [99, 4, 99, 6], & u_9 = [99, 6, 99, 8], \\
u_{10} = [99, 8, 100], & u_{11} = [100, 100, 2], & u_{12} = [100, 2, 100, 4], \\
u_{13} = [100, 4, 100, 6], & u_{14} = [100, 6, 100, 8], & u_{15} = [100, 8, 101], \\
u_{16} = [101, 101, 2], & u_{17} = [101, 2, 101, 4], & u_{18} = [101, 4, 101, 6], \\
u_{19} = [101, 6, 101, 8], & u_{20} = [101, 8, 102], & u_{21} = [102, 102, 2], \\
u_{22} = [102, 2, 102, 4], & u_{23} = [102, 4, 102, 6], & u_{24} = [102, 6, 102, 8], \\
u_{25} = [102, 8, 103], & u_{26} = [103, 103, 2], & u_{27} = [103, 2, 103, 4], \\
u_{28} = [103, 4, 103, 6], & u_{29} = [103, 6, 103, 8], & u_{30} = [103, 8, 104], \\
u_{31} = [104, 104, 2], & u_{32} = [104, 2, 104, 4], & u_{33} = [104, 4, 104, 6], \\
u_{34} = [104, 6, 104, 8], & u_{35} = [104, 8, 105], & u_{36} = [105, 105, 2], \\
u_{37} = [105, 2, 105, 4], & u_{38} = [105, 4, 105, 6], & u_{39} = [105, 6, 105, 8], \\
u_{40} = [105, 8, 106]
\end{array}$$

Dengan nilai tengah dari masing-masing interval untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$  dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Nilai Tengah Seluruh Semesta Pembicaraan

Nilai Tengah	Nilai Tengah	Nilai Tengah	Nilai Tengah
$d_1 = 98,1$	$d_{11} = 100,1$	$d_{21} = 102,1$	$d_{31} = 104,1$
$d_2 = 98,3$	$d_{12} = 100,3$	$d_{22} = 102,3$	$d_{32} = 104,3$
$d_3 = 98,5$	$d_{13} = 100,5$	$d_{23} = 102,5$	$d_{33} = 104,5$
$d_4 = 98,7$	$d_{14} = 100,7$	$d_{24} = 102,7$	$d_{34} = 104,7$
$d_5 = 98,9$	$d_{15} = 100,9$	$d_{25} = 102,9$	$d_{35} = 104,9$
$d_6 = 99,1$	$d_{16} = 101,1$	$d_{26} = 103,1$	$d_{36} = 105,1$
$d_7 = 99,3$	$d_{17} = 101,3$	$d_{27} = 103,3$	$d_{37} = 105,3$
$d_8 = 99,5$	$d_{18} = 101,5$	$d_{28} = 103,5$	$d_{38} = 105,5$
$d_9 = 99,7$	$d_{19} = 101,7$	$d_{29} = 103,7$	$d_{39} = 105,7$
$d_{10} = 99,9$	$d_{20} = 101,9$	$d_{30} = 103,9$	$d_{40} = 105,9$

**Langkah 4.** Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$ . Berdasarkan jumlah interval yang diperoleh, maka interval yang digunakan untuk menentukan himpunan *fuzzy*  $A_i$  adalah 40 interval. Dengan menggunakan persamaan (2.5) himpunan *fuzzy*  $A_i$  ( $1 \leq i \leq 40$ ) yang terbentuk dapat dilihat pada Lampiran 3.

Berdasarkan himpunan *fuzzy* yang diperoleh, maka dapat dilakukan proses fuzzifikasi yang merupakan proses menentukan nilai linguistik dari setiap data histori NTP. Nilai linguistik dari suatu data ditentukan berdasarkan interval yang

telah dibentuk, kemudian membandingkan derajat keanggotaan yang sesuai dan memilih derajat keanggotaan 1. Sebagai contoh data pada bulan Januari 2009 sebesar 98,30 nilai tersebut masuk dalam interval  $u_2 = [98,2, 98,4]$ , kemudian dari himpunan *fuzzy* yang dibentuk,  $u_2$  memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada himpunan  $A_2$  maka fuzzifikasi dari data tersebut adalah  $A_2$ . Hasil fuzzifikasi dari data histori NTP yang dinotasikan dalam bentuk nilai linguistik dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Fuzzifikasi Data Histori NTP

No	Waktu	Data	Fuzzifikasi	No	Waktu	Data	Fuzzifikasi
1	Jan-09	98,30	$A_2$	37	Jan-12	105,73	$A_{39}$
2	Feb-09	98,82	$A_5$	38	Feb-12	105,10	$A_{36}$
3	Mar-09	98,78	$A_4$	39	Mar-12	104,68	$A_{34}$
4	Apr-09	99,26	$A_7$	40	Apr-12	104,71	$A_{34}$
5	Mei-09	99,40	$A_8$	41	Mei-12	104,77	$A_{34}$
6	Jun-09	99,56	$A_8$	42	Jun-12	104,88	$A_{35}$
7	Jul-09	99,82	$A_{10}$	43	Jul-12	104,96	$A_{35}$
8	Agu-09	100,24	$A_{12}$	44	Agu-12	105,26	$A_{37}$
9	Sep-09	100,90	$A_{15}$	45	Sep-12	105,41	$A_{38}$
10	Okt-09	100,79	$A_{14}$	46	Okt-12	105,76	$A_{39}$
11	Nov-09	101,13	$A_{16}$	47	Nov-12	105,72	$A_{39}$
12	Des-09	101,21	$A_{17}$	48	Des-12	105,87	$A_{40}$
13	Jan-10	101,19	$A_{17}$	49	Jan-13	105,67	$A_{39}$
14	Feb-10	101,09	$A_{16}$	50	Feb-13	105,19	$A_{36}$
15	Mar-10	101,21	$A_{17}$	51	Mar-13	104,53	$A_{33}$
16	Apr-10	101,15	$A_{16}$	52	Apr-13	104,55	$A_{33}$
17	Mei-10	101,16	$A_{16}$	53	Mei-13	104,95	$A_{35}$
18	Jun-10	101,39	$A_{17}$	54	Jun-13	105,28	$A_{37}$
19	Jul-10	101,77	$A_{19}$	55	Jul-13	104,58	$A_{33}$
20	Agu-10	101,82	$A_{20}$	56	Agu-13	104,32	$A_{32}$
21	Sep-10	102,19	$A_{21}$	57	Sep-13	104,56	$A_{33}$
22	Okt-10	102,61	$A_{24}$	58	Okt-13	105,30	$A_{37}$
23	Nov-10	102,89	$A_{25}$	59	Nov-13	105,15	$A_{36}$
24	Des-10	102,75	$A_{24}$	60	Des-13	101,96	$A_{20}$
25	Jan-11	103,01	$A_{26}$	61	Jan-14	101,95	$A_{20}$
26	Feb-11	103,33	$A_{27}$	62	Feb-14	101,79	$A_{19}$
27	Mar-11	103,32	$A_{27}$	63	Mar-14	101,86	$A_{20}$

Lanjutan Tabel 4.3

No	Waktu	Data	Fuzzifikasi	No	Waktu	Data	Fuzzifikasi
28	Apr-11	103,91	$A_{30}$	64	Apr-14	101,81	$A_{20}$
29	Mei-11	104,51	$A_{33}$	65	Mei-14	101,88	$A_{20}$
30	Jun-11	104,79	$A_{34}$	66	Jun-14	101,98	$A_{20}$
31	Jul-11	104,87	$A_{35}$	67	Jul-14	102,12	$A_{21}$
32	Agu-11	105,11	$A_{36}$	68	Agu-14	102,06	$A_{21}$
33	Sep-11	105,17	$A_{36}$	69	Sep-14	102,36	$A_{22}$
34	Okt-11	105,51	$A_{38}$	70	Okt-14	102,87	$A_{25}$
35	Nov-11	105,64	$A_{39}$	71	Nov-14	102,37	$A_{22}$
36	Des-11	105,75	$A_{39}$	72	Des-14	101,32	$A_{17}$

**Langkah 5.** Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). Berdasarkan Tabel 4.3 dapat ditentukan FLR dengan menghubungkan data pada bulan sebelumnya dengan data pada bulan selanjutnya dalam bentuk  $A_i \rightarrow A_j$  yang mana  $A_i$  disebut sisi kiri *current state* dan  $A_j$  sisi kanan *next state*. Sebagai contoh, untuk data Januari 2009 yaitu  $A_2$  dan Februari 2009 yaitu  $A_5$ , sehingga diperoleh FLR yaitu  $A_2 \rightarrow A_5$ . FLR dari data histori NTP dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

Waktu	FLR	Waktu	FLR
Jan-09 → Feb-09	$A_2 \rightarrow A_5$	Jan-12 → Feb-12	$A_{39} \rightarrow A_{36}$
Feb-09 → Mar-09	$A_5 \rightarrow A_4$	Feb-12 → Mar-12	$A_{36} \rightarrow A_{34}$
Mar-09 → Apr-09	$A_4 \rightarrow A_7$	Mar-12 → Apr-12	$A_{34} \rightarrow A_{34}$
Apr-09 → Mei-09	$A_7 \rightarrow A_8$	Apr-12 → Mei-12	$A_{34} \rightarrow A_{34}$
Mei-09 → Jun-09	$A_8 \rightarrow A_8$	Mei-12 → Jun-12	$A_{34} \rightarrow A_{35}$
Jun-09 → Jul-09	$A_8 \rightarrow A_{10}$	Jun-12 → Jul-12	$A_{35} \rightarrow A_{35}$
Jul-09 → Agu-09	$A_{10} \rightarrow A_{12}$	Jul-12 → Agu-12	$A_{35} \rightarrow A_{37}$
Agu-09 → Sep-09	$A_{12} \rightarrow A_{15}$	Agu-12 → Sep-12	$A_{37} \rightarrow A_{38}$
Sep-09 → Okt-09	$A_{15} \rightarrow A_{14}$	Sep-12 → Okt-12	$A_{38} \rightarrow A_{39}$
Okt-09 → Nov-09	$A_{14} \rightarrow A_{16}$	Okt-12 → Nov-12	$A_{39} \rightarrow A_{39}$
Nov-09 → Des-09	$A_{16} \rightarrow A_{17}$	Nov-12 → Des-12	$A_{39} \rightarrow A_{40}$
Des-09 → Jan-10	$A_{17} \rightarrow A_{17}$	Des-12 → Jan-13	$A_{40} \rightarrow A_{39}$
Jan-10 → Feb-10	$A_{17} \rightarrow A_{16}$	Jan-13 → Feb-13	$A_{39} \rightarrow A_{36}$
Feb-10 → Mar-10	$A_{16} \rightarrow A_{17}$	Feb-13 → Mar-13	$A_{36} \rightarrow A_{33}$
Mar-10 → Apr-10	$A_{17} \rightarrow A_{16}$	Mar-13 → Apr-13	$A_{33} \rightarrow A_{33}$
Apr-10 → Mei-10	$A_{16} \rightarrow A_{16}$	Apr-13 → Mei-13	$A_{33} \rightarrow A_{35}$
Mei-10 → Jun-10	$A_{16} \rightarrow A_{17}$	Mei-13 → Jun-13	$A_{35} \rightarrow A_{37}$

Lanjutan Tabel 4.4

Waktu	FLR	Waktu	FLR
Jun-10 → Jul-10	$A_{17} \rightarrow A_{19}$	Jun-13 → Jul-13	$A_{37} \rightarrow A_{33}$
Jul-10 → Agu-10	$A_{19} \rightarrow A_{20}$	Jul-13 → Agu-13	$A_{33} \rightarrow A_{32}$
Agu-10 → Sep-10	$A_{20} \rightarrow A_{21}$	Agu-13 → Sep-13	$A_{32} \rightarrow A_{33}$
Sep-10 → Okt-10	$A_{21} \rightarrow A_{24}$	Sep-13 → Okt-13	$A_{33} \rightarrow A_{37}$
Okt-10 → Nov-10	$A_{24} \rightarrow A_{25}$	Okt-13 → Nov-13	$A_{37} \rightarrow A_{36}$
Nov-10 → Des-10	$A_{25} \rightarrow A_{24}$	Nov-13 → Des-13	$A_{36} \rightarrow A_{20}$
Des-10 → Jan-11	$A_{24} \rightarrow A_{26}$	Des-13 → Jan-14	$A_{20} \rightarrow A_{20}$
Jan-11 → Feb-11	$A_{26} \rightarrow A_{27}$	Jan-14 → Feb-14	$A_{20} \rightarrow A_{19}$
Feb-11 → Mar-11	$A_{27} \rightarrow A_{27}$	Feb-14 → Mar-14	$A_{19} \rightarrow A_{20}$
Mar-11 → Apr-11	$A_{27} \rightarrow A_{30}$	Mar-14 → Apr-14	$A_{20} \rightarrow A_{20}$
Apr-11 → Mei-11	$A_{30} \rightarrow A_{33}$	Apr-14 → Mei-14	$A_{20} \rightarrow A_{20}$
Mei-11 → Jun-11	$A_{33} \rightarrow A_{34}$	Mei-14 → Jun-14	$A_{20} \rightarrow A_{20}$
Jun-11 → Jul-11	$A_{34} \rightarrow A_{35}$	Jun-14 → Jul-14	$A_{20} \rightarrow A_{21}$
Jul-11 → Agu-11	$A_{35} \rightarrow A_{36}$	Jul-14 → Agu-14	$A_{21} \rightarrow A_{21}$
Agu-11 → Sep-11	$A_{36} \rightarrow A_{36}$	Agu-14 → Sep-14	$A_{21} \rightarrow A_{22}$
Sep-11 → Okt-11	$A_{36} \rightarrow A_{38}$	Sep-14 → Okt-14	$A_{22} \rightarrow A_{25}$
Okt-11 → Nov-11	$A_{38} \rightarrow A_{39}$	Okt-14 → Nov-14	$A_{25} \rightarrow A_{22}$
Nov-11 → Des-11	$A_{39} \rightarrow A_{39}$	Nov-14 → Des-14	$A_{22} \rightarrow A_{17}$
Des-11 → Jan-12	$A_{39} \rightarrow A_{39}$		

**Langkah 6.** Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Groups* (FLRG). FLRG dibentuk untuk mempermudah proses perhitungan prediksi. Dari Tabel 4.4 dapat dibentuk FLRG berdasarkan definisi 3. Berikut adalah FLRG untuk seluruh data NTP:

Tabel 4.5 *Fuzzy Logical Relationship Groups* (FLRG)

Current State	Next State
$A_1 \rightarrow$	—
$A_2 \rightarrow$	$A_5$
$A_3 \rightarrow$	—
$A_4 \rightarrow$	$A_7$
$A_5 \rightarrow$	$A_4$
$A_6 \rightarrow$	—
$A_7 \rightarrow$	$A_8$
$A_8 \rightarrow$	$A_8, A_{10}$
$A_9 \rightarrow$	—
$A_{10} \rightarrow$	$A_{12}$
$A_{11} \rightarrow$	—

Lanjutan Tabel 4.5

<i>Current State</i>	<i>Next State</i>
$A_{12} \rightarrow$	$A_{15}$
$A_{13} \rightarrow$	–
$A_{14} \rightarrow$	$A_{16}$
$A_{15} \rightarrow$	$A_{14}$
$A_{16} \rightarrow$	$A_{16}, (3)A_{17}$
$A_{17} \rightarrow$	$(2)A_{16}, A_{17}, A_{19}$
$A_{18} \rightarrow$	–
$A_{19} \rightarrow$	$(2)A_{20}$
$A_{20} \rightarrow$	$A_{19}, (4)A_{20}, (2)A_{21}$
$A_{21} \rightarrow$	$A_{21}, A_{22}, A_{24}$
$A_{22} \rightarrow$	$A_{17}, A_{25}$
$A_{23} \rightarrow$	–
$A_{24} \rightarrow$	$A_{25}, A_{26}$
$A_{25} \rightarrow$	$A_{22}, A_{24}$
$A_{26} \rightarrow$	$A_{27}$
$A_{27} \rightarrow$	$A_{27}, A_{30}$
$A_{28} \rightarrow$	–
$A_{29} \rightarrow$	–
$A_{30} \rightarrow$	$A_{33}$
$A_{31} \rightarrow$	–
$A_{32} \rightarrow$	$A_{33}$
$A_{33} \rightarrow$	$A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}, A_{37}$
$A_{34} \rightarrow$	$(2)A_{34}, (2)A_{35}$
$A_{35} \rightarrow$	$A_{35}, A_{36}, (2)A_{37}$
$A_{36} \rightarrow$	$A_{20}, A_{33}, A_{34}, A_{36}, A_{38}$
$A_{37} \rightarrow$	$A_{33}, A_{36}, A_{38}$
$A_{38} \rightarrow$	$(2)A_{39}$
$A_{39} \rightarrow$	$(2)A_{36}, (3)A_{39}, A_{40}$
$A_{40} \rightarrow$	$A_{39}$

**Langkah 7.** Menghitung hasil prediksi. Berdasarkan ketentuan dan aturan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, untuk menghitung hasil prediksi menggunakan data histori sebelumnya dalam bentuk FLR dan FLRG. Sebagai contoh untuk memprediksi data pada bulan Februari 2009 data yang dilihat pada Tabel 4.4 adalah FLR dari bulan Januari 2009 menuju Februari 2009

yang mana *state* bertransisi dari  $A_2$  ke  $A_5$ . Kemudian berdasarkan Tabel 4.5 FLRG dari  $A_2$  adalah  $A_5$  saja, maka FLRG  $A_2$  adalah satu ke satu, sehingga untuk memprediksi menggunakan ketentuan 2. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai  $Y$  berdasarkan persamaan (2.9), tetapi karena data pada bulan Desember 2008 tidak diketahui maka nilai  $Y$  tidak dapat dihitung, sehingga hasil prediksi pada bulan Februari 2009 menggunakan aturan 1. Pada aturan 1 langkah pertama adalah menghitung nilai  $x$  dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{D_t - D_{t-1}}{2} \\ &= \frac{|98,82 - 98,30|}{2} \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

sehingga diperoleh nilai  $x$  sebesar 0,52. Kemudian menghitung setengah dari interval  $A_5$ , berdasarkan himpunan *fuzzy* yang dibentuk dapat diperoleh interval  $A_5$  adalah  $u_5 = [98,8, 99]$ , sehingga setengah dari interval  $A_5$  sebesar 98,90 atau sama dengan nilai tengah dari  $u_5$ . Dari perhitungan tersebut diperoleh  $x < \frac{A_5}{2}$ . Berdasarkan ketentuan aturan 1, maka hasil prediksi bulan Februari 2009 cenderung turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval  $A_5$  yaitu 98,85.

Contoh berikutnya untuk memprediksi data pada bulan Maret 2009, data yang dilihat pada Tabel 4.4 adalah FLR dari bulan Februari 2009 menuju Maret 2009 yang mana *state* bertransisi dari  $A_5$  menuju  $A_4$ . Berdasarkan Tabel 4.5 FLRG dari  $A_5$  adalah  $A_4$  saja, sehingga FLRG  $A_4$  adalah satu ke satu, maka untuk memprediksi menggunakan ketentuan 2. Dari FLR yang digunakan nilai  $j$  dan  $i$  masing-masing adalah 4 dan 5 sehingga  $j < i$ . Langkah selanjutnya menghitung nilai  $Y$  dengan menggunakan persamaan (2.9), yang hasilnya dapat dilihat pada

Lampiran 4. Sehingga diperoleh nilai  $Y$  pada bulan Maret 2009 sebesar  $-0,56$ , maka  $Y < 0$ . Berdasarkan perbandingan tersebut maka untuk memprediksi bulan Maret 2009 menggunakan aturan 3 dengan ketentuan sebagai berikut:

- a.  $x = \frac{|-0,56|}{2} + 98,82 = 99,1$  atau  $x = 98,82 - \frac{|-0,56|}{2} = 98,54$ , karena diketahui interval  $A_4$  adalah  $u_4 = [98,6, 98,8]$ , sehingga  $x \notin A_4$ , karena  $x$  bukan anggota interval  $A_4$  maka kondisi ini tidak terpenuhi.
- b.  $x = (|-0,56| \times 2) + 98,82 = 99,94$  atau  $x = 98,82 - (|-0,56| \times 2) = 97,7$ , diketahui interval  $A_4$  adalah  $u_4 = [98,6, 98,8]$ , jadi  $x \notin A_4$ , karena tidak termasuk anggota dari interval  $A_4$  maka kondisi ini tidak terpenuhi.
- c. Karena tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval  $A_4$  yaitu  $d_4 = 98,70$ .

Menggunakan cara yang sama berdasarkan aturan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, maka hasil prediksi untuk data selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

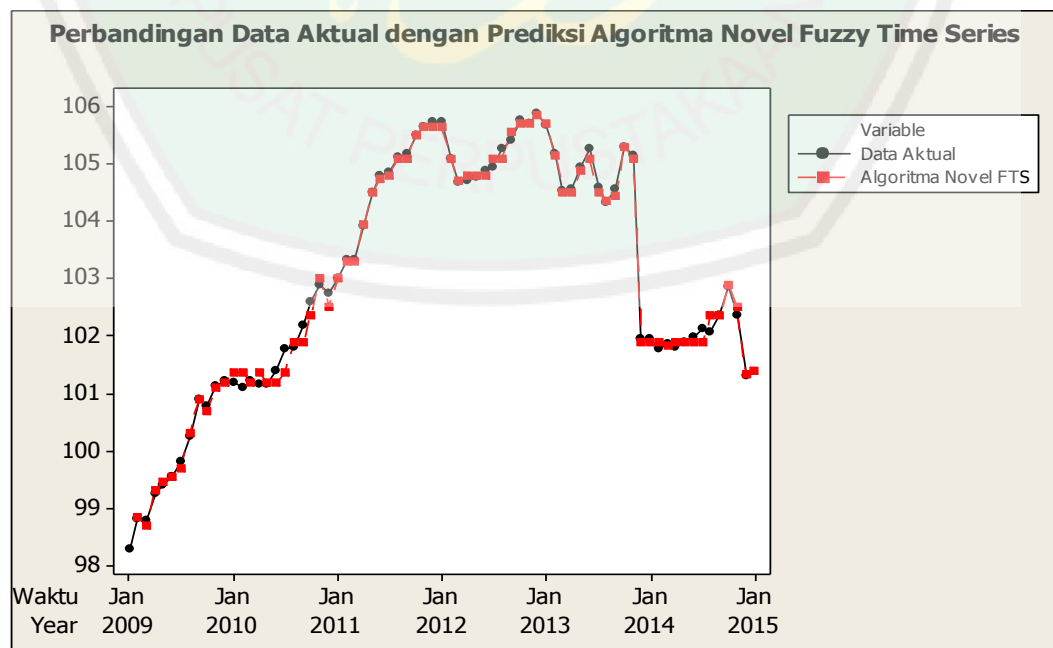
Tabel 4.6 Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Jan-09	98,30	-	Jan-12	105,73	105,65
Feb-09	98,82	98,85	Feb-12	105,10	105,10
Mar-09	98,78	98,70	Mar-12	104,68	104,70
Apr-09	99,26	99,30	Apr-12	104,71	104,80
Mei-09	99,40	99,45	Mei-12	104,77	104,80
Jun-09	99,56	99,55	Jun-12	104,88	104,80
Jul-09	99,82	99,70	Jul-12	104,96	105,10
Agu-09	100,24	100,30	Agu-12	105,26	105,10
Sep-09	100,90	100,90	Sep-12	105,41	105,55
Okt-09	100,79	100,70	Okt-12	105,76	105,70
Nov-09	101,13	101,10	Nov-12	105,72	105,70
Des-09	101,21	101,20	Des-12	105,87	105,85
Jan-10	101,19	101,37	Jan-13	105,67	105,70
Feb-10	101,09	101,37	Feb-13	105,19	105,15
Mar-10	101,21	101,20	Mar-13	104,53	104,50

Lanjutan Tabel 4.6

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Apr-10	101,15	101,37	Apr-13	104,55	104,50
Mei-10	101,16	101,20	Mei-13	104,95	104,90
Jun-10	101,39	101,20	Jun-13	105,28	105,10
Jul-10	101,77	101,37	Jul-13	104,58	104,50
Agu-10	101,82	101,90	Agu-13	104,32	104,35
Sep-10	102,19	101,90	Sep-13	104,56	104,45
Okt-10	102,61	102,37	Okt-13	105,30	105,30
Nov-10	102,89	103	Nov-13	105,15	105,10
Des-10	102,75	102,50	Des-13	101,96	101,90
Jan-11	103,01	103	Jan-14	101,95	101,90
Feb-11	103,33	103,30	Feb-14	101,79	101,90
Mar-11	103,32	103,30	Mar-14	101,86	101,85
Apr-11	103,91	103,95	Apr-14	101,81	101,90
Mei-11	104,51	104,50	Mei-14	101,88	101,90
Jun-11	104,79	104,74	Jun-14	101,98	101,90
Jul-11	104,87	104,80	Jul-14	102,12	101,90
Agu-11	105,11	105,10	Agu-14	102,06	102,37
Sep-11	105,17	105,10	Sep-14	102,36	102,37
Okt-11	105,51	105,50	Okt-14	102,87	102,90
Nov-11	105,64	105,65	Nov-14	102,37	102,50
Des-11	105,75	105,65	Des-14	101,32	101,35

Tabel 4.6 dapat dilihat dalam grafik seperti Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa hasil prediksi dari algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* membentuk pola yang mengikuti pola data aktual, yang berarti hasil prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* mempunyai nilai yang mendekati data aktual.

### 4.3 Penerapan *Fuzzy Time Series* Klasik

Algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* Klasik merupakan perkembangan dari metode *Fuzzy Time Series* Klasik. Pada penelitian ini metode *Fuzzy Time Series* Klasik digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui hasil dan keakuratan dari masing-masing metode. Perhitungan hasil prediksi dengan metode *Fuzzy Time Series* Klasik, menggunakan persamaan (2.6), (2.7), dan (2.8). Untuk mempermudah proses prediksi, langkah pertama adalah dengan melakukan defuzzifikasi data. Dengan cara menghitung seluruh nilai kemungkinan prediksi dari hasil fuzzifikasi untuk masing-masing grup, berdasarkan hasil FLRG pada Tabel 4.5 dengan menggunakan persamaan (2.6), (2.7), dan (2.8). Sebagai contoh, FLRG dari  $A_1$  adalah kosong ( $A_i \rightarrow \emptyset$ ) maka defuzzifikasi  $A_1$  dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6). Berikut adalah hasil defuzzifikasi FLRG.

Tabel 4.7 Hasil Defuzzifikasi FLRG

<i>Current State</i>	Defuzzifikasi	<i>Current State</i>	Defuzzifikasi
$A_1$	98,10	$A_{21}$	102,36
$A_2$	98,90	$A_{22}$	102,10
$A_3$	98,50	$A_{23}$	102,50
$A_4$	99,30	$A_{24}$	103
$A_5$	98,90	$A_{25}$	102,50
$A_6$	99,10	$A_{26}$	103,30
$A_7$	99,50	$A_{27}$	103,60

Lanjutan Tabel 4.7

<i>Current State</i>	Defuzzifikasi	<i>Current State</i>	Defuzzifikasi
$A_8$	99,70	$A_{28}$	103,50
$A_9$	99,70	$A_{29}$	103,70
$A_{10}$	100,30	$A_{30}$	104,50
$A_{11}$	100,10	$A_{31}$	104,10
$A_{12}$	100,90	$A_{32}$	104,50
$A_{13}$	100,50	$A_{33}$	104,74
$A_{14}$	101,10	$A_{34}$	104,80
$A_{15}$	100,70	$A_{35}$	105,10
$A_{16}$	101,20	$A_{36}$	104,34
$A_{17}$	101,36	$A_{37}$	105,03
$A_{18}$	101,50	$A_{38}$	105,56
$A_{19}$	101,90	$A_{39}$	105,56
$A_{20}$	101,90	$A_{40}$	105,70

Langkah selanjutnya dilakukan proses prediksi untuk setiap data histori. Sebagai contoh, untuk memprediksi bulan Februari tahun 2009, data yang dilihat pada Tabel 4.4 adalah data bulan sebelumnya yaitu bulan Januari 2009, yang mana *state* bertransisi dari  $A_2$  ke  $A_5$ , maka nilai prediksi berdasarkan Tabel 4.7 dilihat pada *current state*  $A_2$  adalah 98,9. Hasil prediksi menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Klasik dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut:

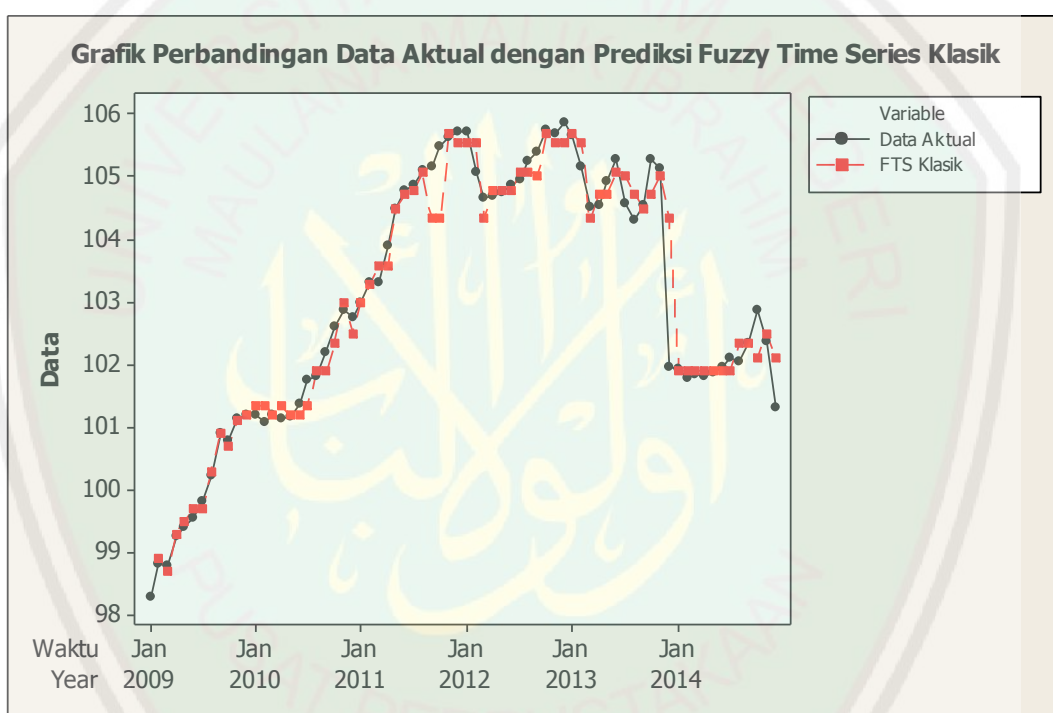
Tabel 4.8 Prediksi Metode *Fuzzy Time Series* Klasik

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Jan-09	98,30	-	Jan-12	105,73	105,56
Feb-09	98,82	98,90	Feb-12	105,10	105,56
Mar-09	98,78	98,70	Mar-12	104,68	104,34
Apr-09	99,26	99,30	Apr-12	104,71	104,80
Mei-09	99,40	99,50	Mei-12	104,77	104,80
Jun-09	99,56	99,70	Jun-12	104,88	104,80
Jul-09	99,82	99,70	Jul-12	104,96	105,10
Agu-09	100,24	100,30	Agu-12	105,26	105,10
Sep-09	100,90	100,90	Sep-12	105,41	105,03
Okt-09	100,79	100,70	Okt-12	105,76	105,70
Nov-09	101,13	101,10	Nov-12	105,72	105,56
Des-09	101,21	101,20	Des-12	105,87	105,56
Jan-10	101,19	101,36	Jan-13	105,67	105,70
Feb-10	101,09	101,36	Feb-13	105,19	105,56

Lanjutan Tabel 4.8

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Mar-10	101,21	101,20	Mar-13	104,53	104,34
Apr-10	101,15	101,36	Apr-13	104,55	104,74
Mei-10	101,16	101,20	Mei-13	104,95	104,74
Jun-10	101,39	101,20	Jun-13	105,28	105,10
Jul-10	101,77	101,36	Jul-13	104,58	105,03
Agu-10	101,82	101,90	Agu-13	104,32	104,74
Sep-10	102,19	101,90	Sep-13	104,56	104,50

Tabel 4.8 dapat dilihat dalam grafik seperti Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi metode *Fuzzy Time Series* Klasik

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa hasil prediksi dari metode *Fuzzy Time Series* Klasik membentuk pola yang cenderung menjauh dengan data aktual. Seperti pada bulan September 2011 membentuk pola yang menjauh dengan data aktual. Sehingga hasil prediksi *Fuzzy Time Series* Klasik mempunyai nilai yang cukup jauh berbeda dengan data aktual.

#### 4.4 Penerapan *Double Exponential Smoothing*

Berdasarkan analisis *trend* yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 1, data NTP mengandung *trend*. Menurut Assauri (1993) dalam Monika (2016), metode *Exponential Smoothing* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah data yang mengandung *trend* adalah metode *Double Exponential Smoothing*. Selain itu metode ini digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui hasil prediksi dan tingkat keakuratan masing-masing metode. Perhitungan nilai prediksi metode *Double Exponential Smoothing* dihitung dengan menggunakan *software* Minitab dengan  $\alpha = 0,9$  dan  $\gamma = 0,1$ . Hasil prediksi metode *Double Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut:

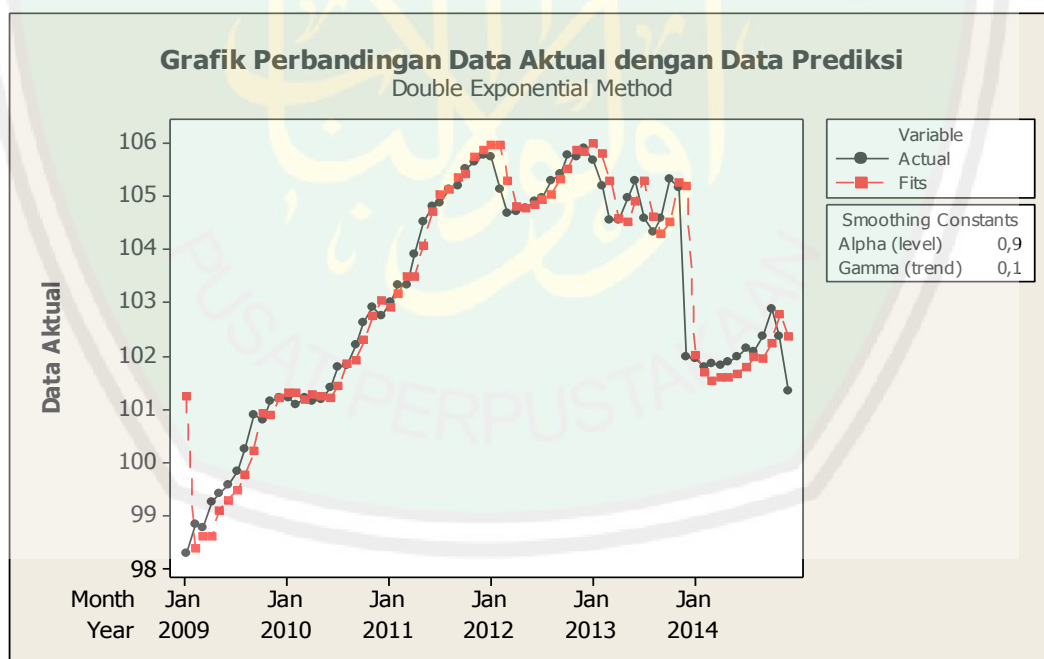
Tabel 4.9 Prediksi Metode *Double Exponential Smoothing*

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Jan-09	98,30	98,65	Jan-12	105,73	105,94
Feb-09	98,82	98,47	Feb-12	105,10	105,89
Mar-09	98,78	99,09	Mar-12	104,68	105,10
Apr-09	99,26	98,92	Apr-12	104,71	104,73
Mei-09	99,40	99,54	Mei-12	104,77	104,83
Jun-09	99,56	99,58	Jun-12	104,88	104,88
Jul-09	99,82	99,76	Jul-12	104,96	105
Agu-09	100,24	100,04	Agu-12	105,26	105,07
Sep-09	100,90	100,50	Sep-12	105,41	105,42
Okt-09	100,79	101,22	Okt-12	105,76	105,54
Nov-09	101,13	100,93	Nov-12	105,72	105,94
Des-09	101,21	101,40	Des-12	105,87	105,81
Jan-10	101,19	101,39	Jan-13	105,67	106,01
Feb-10	101,09	101,36	Feb-13	105,19	105,72
Mar-10	101,21	101,23	Mar-13	104,53	105,17
Apr-10	101,15	101,40	Apr-13	104,55	104,45
Mei-10	101,16	101,28	Mei-13	104,95	104,62
Jun-10	101,39	101,31	Jun-13	105,28	105,08
Jul-10	101,77	101,58	Jul-13	104,58	105,40
Agu-10	101,82	101,99	Agu-13	104,32	104,46
Sep-10	102,19	101,96	Sep-13	104,56	104,32
Okt-10	102,61	102,42	Okt-13	105,30	104,64

Lanjutan Tabel 4.9

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi
Nov-10	102,89	102,84	Nov-13	105,15	105,50
Des-10	102,75	103,10	Des-13	101,96	105,14
Jan-11	103,01	102,87	Jan-14	101,95	101,24
Feb-11	103,33	103,23	Feb-14	101,79	101,99
Mar-11	103,32	103,55	Mar-14	101,86	101,65
Apr-11	103,91	103,46	Apr-14	101,81	101,80
Mei-11	104,51	104,20	Mei-14	101,88	101,72
Jun-11	104,79	104,79	Jun-14	101,98	101,83
Jul-11	104,87	105,02	Jul-14	102,12	101,94
Agu-11	105,11	105,06	Agu-14	102,06	102,09
Sep-11	105,17	105,34	Sep-14	102,36	101,99
Okt-11	105,51	105,35	Okt-14	102,87	102,39
Nov-11	105,64	105,76	Nov-14	102,37	102,95
Des-11	105,75	105,83	Des-14	101,32	102,22

Tabel 4.9 dapat dilihat dalam grafik seperti Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Metode *Double Exponential Smoothing*

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa hasil prediksi dari metode *Double Exponential Smoothing* membentuk pola yang cenderung menjauhi data aktual. Seperti pada bulan Januari 2009 membentuk pola yang menjauhi dengan

data aktual. Sehingga hasil prediksi metode *Double Exponential Smoothing* mempunyai nilai yang cukup jauh dengan data aktual.

#### 4.5 Pengujian Tingkat Akurasi

Pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan membandingkan kriteria pengukuran *Mean Square Error* (MSE) berdasarkan persamaan (2.10) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berdasarkan persamaan (2.11) dari masing-masing metode yang digunakan untuk mengetahui metode yang paling baik dalam memprediksi data NTP. Adapun hasil perhitungan tingkat akurasi metode dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Pengujian Akurasi

Metode	<i>Mean Square Error</i> (MSE)	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)
Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i>	0,01	0,08
Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik	0,16	0,22
Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	0,39	0,35

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa hasil prediksi data NTP di Indonesia pada tahun 2009 sampai 2014 dengan menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* diperoleh nilai MSE sebesar 0,01 dan nilai MAPE sebesar 0,08. Sedangkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Klasik diperoleh nilai MSE sebesar 0,16 dan nilai MAPE sebesar 0,22. Kemudian dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* diperoleh nilai MSE sebesar 0,28 dan nilai MAPE sebesar 0,24. Berdasarkan nilai MSE dan MAPE yang diperoleh dari masing-masing metode, algoritma Novel berdasarkan

metode *Fuzzy Time Series* terbukti lebih akurat dalam memprediksi data NTP, yang ditunjukkan dengan nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.

#### 4.6 Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

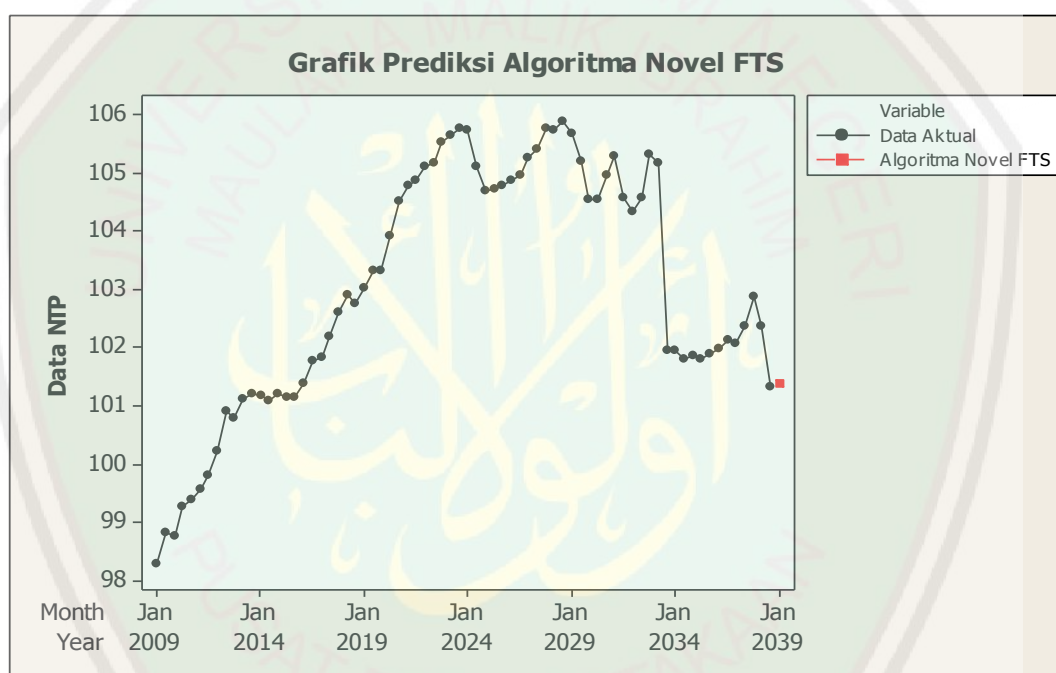
Hasil perhitungan prediksi dengan menggunakan masing-masing metode yang dibahas pada subbab 4.2, 4.3, 4.4 dan perbandingan tingkat keakuratan pada subbab 4.5, diperoleh hasil prediksi dari algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* lebih baik dan lebih akurat dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series* klasik dan *Double Exponential Smoothing* yang diterapkan pada data NTP. Sehingga untuk memprediksi NTP pada bulan Januari 2015 menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*. Langkah pertama yang dilakukan untuk memprediksi NTP pada bulan Januari 2015 dengan melihat *current state* (Desember 2014) dan *next state* (Januari 2015) diketahui *current state* adalah  $A_{17}$  dan *next state* adalah himpunan kosong ( $A_{17} \rightarrow \emptyset$ ). Maka untuk memprediksi NTP pada bulan Januari 2015 menggunakan ketentuan pertama, yaitu nilai prediksi berada ditengah interval *fuzzy* dengan  $A_{17} = (d_{16}, d_{17}, d_{18}, d_{19})$  maka diperoleh  $A_{17} = (101,1, 101,3, 101,5, 101,7)$ . Perhitungan hasil prediksi NTP pada bulan Januari 2015 ( $t = 73$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F(73) &= \frac{101,3 + 101,5}{2} \\ &= 101,4 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka hasil prediksi NTP pada bulan Januari 2015 dengan menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode

*Fuzzy Time Series* adalah sebesar 101,4. Berdasarkan ketetapan BPS 2016 untuk mengukur kesejahteraan petani dengan menggunakan NTP, karena NTP pada bulan Januari 2015 lebih dari 100 maka petani mengalami surplus, yaitu harga produksi naik dan lebih besar dari kenaikan harga konsumsinya, sehingga pendapatan petani naik lebih besar daripada pengeluaran.

Grafik hasil prediksi dengan menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Grafik Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

#### 4.7 Kajian Prediksi Nilai Tukar Patani dalam Al-Quran

Prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi di masa yang akan datang. Salah satu ayat di dalam al-Quran yang secara tidak langsung membahas tentang prediksi adalah al-Quran surat al-Hasyr ayat 18 yaitu:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اتَّقُوا اللّٰهَ وَتَنْظُرُوْا نَفْسَكُمْ مَّا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ ۚ وَاتَّقُوا اللّٰهَ ۚ اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ﴿١٨﴾

*“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah Swt. dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah Swt., Sesungguhnya Allah Swt. Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. Al-Hasyr/59:18).*

Menurut Shiddieqy (2003), dalam firman Allah Swt. yang artinya *“Dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok”* menganjurkan umat manusia untuk memperhatikan apa yang telah dikerjakan untuk akhirat dapat memberi manfaat pada hari *hisab* (perhitungan amal) dan pembalasan. Hendaklah masing-masing diri memperhitungkan semua perbuatannya sebelum Allah Swt. memperhitungkannya. Ayat ini menganjurkan umat manusia untuk senantiasa memperhatikan masa yang akan datang, dengan melakukan hal-hal yang berguna untuk masa yang akan datang.

Penjelasan tersebut menganjurkan umat manusia untuk mempersiapkan segala hal yang mungkin akan terjadi pada masa yang akan datang. Salah satu cara untuk mempersiapkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang adalah dengan melakukan prediksi. Prediksi merupakan alat bantu dalam merencanakan apa yang akan dikerjakan di masa depan. Prediksi dilakukan untuk mengurangi kesalahan yang akan terjadi dalam pengambilan keputusan. Sehingga prediksi sangat penting digunakan dalam berbagai bidang, misalnya bidang pertanian, ekonomi, kesehatan, pemerintahan, pendidikan, pemasaran, dan bidang yang lainnya. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat Yusuf ayat 47-48 yaitu:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ  
يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعُ شِدَادٍ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا حُصِّنُونَ ﴿٤٨﴾

*“Yusuf berkata ‘Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; Maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang Amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan’”* (QS. Yusuf/12:47-48).

Pada ayat tersebut, nabi Yusuf As. berkata kepada temannya, hendaklah menanam gandum selama tujuh tahun berturut-turut, tetapi mereka hendaklah menyimpan semua hasil panennya, kecuali sedikit yang diperlukan bagi kebutuhan pribadi mereka. Dengan cara yang jelas dan seksama, nabi Yusuf As. menjelaskan strategi mempersiapkan diri menghadapi bencana kekeringan yang akan datang dengan program yang pasti berupa pemberian jatah makan dan penyimpanan berlebihan produksi bahan makanan. Ini menunjukkan bahwa dia bukan saja seorang yang ahli dalam menafsirkan mimpi, tetapi juga seorang otoritas dalam perencanaan ekonomi dan administrasi (Imani, 2005:530).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa nabi Yusuf As. diperintahkan oleh Allah Swt. untuk merencanakan strategi dalam menghadapi bencana kekeringan. Kemudian nabi Yusuf As. menganjurkan teman-temannya untuk menanam gandum (bercocok tanam) selama tujuh tahun berturut-turut sebagai persiapan menghadapi bencana tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan ekonomi pertanian untuk menghadapi segala yang akan terjadi di masa depan sangat penting. Memprediksi NTP dapat menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan pemerintah dalam pelaksanaan pembangunan dimasa yang akan datang dan digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan petani.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* pada data Nilai Tukar Petani (NTP) menghasilkan pola data prediksi yang mengikuti pola data aktual yang menunjukkan bahwa data aktual dan data hasil prediksi saling berkaitan.
2. Algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* diperoleh nilai MSE sebesar 0,01 dan nilai MAPE sebesar 0,08. Sedangkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Klasik diperoleh nilai MSE sebesar 0,16 dan nilai MAPE sebesar 0,22. Kemudian dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* diperoleh nilai MSE sebesar 0,28 dan nilai MAPE sebesar 0,24. Berdasarkan nilai MSE dan MAPE yang diperoleh dari masing-masing metode, algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* terbukti lebih akurat dalam memprediksi data NTP, yang ditunjukkan dengan nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.
3. Hasil prediksi NTP pada bulan Januari 2015 dengan menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* adalah sebesar 101,4. Berdasarkan ketetapan BPS 2016 untuk mengukur kesejahteraan petani dengan menggunakan NTP, karena NTP pada bulan Januari 2015 lebih dari 100 maka

petani mengalami surplus, yaitu harga produksi naik dan lebih besar daripada kenaikan harga konsumsinya, sehingga pendapatan petani naik lebih besar daripada pengeluaran.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan algoritma *Fuzzy Time Series* yang lain sebagai pembanding.
- b. Perlu adanya pembuatan program agar mempermudah memperoleh hasil prediksi secara efektif.

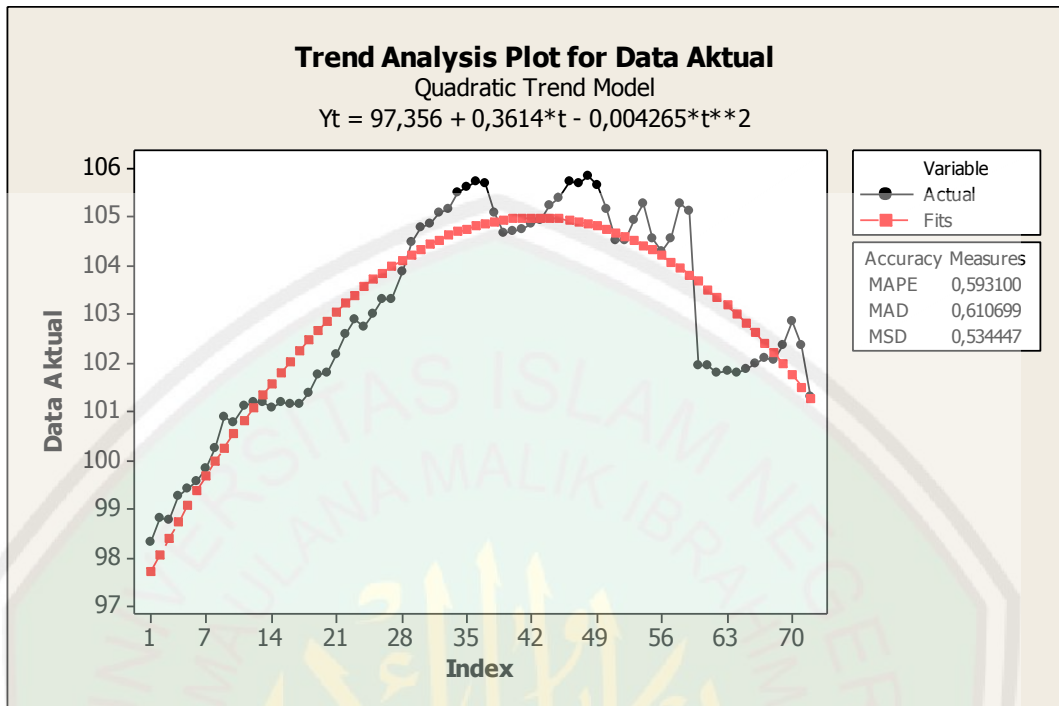
## DAFTAR RUJUKAN

- Boaisha, S.M., dan Amaitik, S.M. 2010. Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach. (Online), (<http://itpapers.info/acit10/papers/f654.pdf>), diakses 05 April 2016.
- Dasuki, H. 1990. *Al-Quran dan Tafsirnya*. Yogyakarta: PT Dana Bhakti Wakaf.
- Handoko, B. 2010. Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur dan Bali Menggunakan Fuzzy Time Series. (Online), (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12683-Paper.pdf>), diakses 05 April 2016.
- Haris, M.S. 2010. Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya Malang.
- Imani, A. 2005. *Tafsir Nurul Quran*. Jakarta: Al-Huda.
- Jasim, H.T., Salim, A.G.J. & Ibraheem, K.I. 2012. A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *International Journal of Applications and Applied Mathematics*, 7 (1):385-397.
- Komara, A.N., Heri K. & Suhartono. 2012. *Studi Simulasi Peramalan Langsung dan Tidak Langsung dengan ARIMA dan TAR: Studi Kasus Nilai Tukar Petani*. Thesis tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. & McGree, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan-Edisi ke-2, Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Monika, L. 2016. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda dengan Verifikasi Pemantauan *Tracking Signal* pada Data Tingkat Inflasi di Indonesia Tahun 2011-2015. Skripsi Tidak dipublikasikan. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Purwanto, A.D., Candra, D. & Nanang, Y.S. 2013. Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Average-Based* pada Peramalan Data Harian Penampungan Susu Sapi. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK UB*, 1 (5):1-8.
- Rusono, N., Sunari, A., Candradijaya, Martino, I. & Tejaningsih. 2013. *Analisis Nilai Tukar Petani (NTP) sebagai Bahan Penyusunan RJMN Tahun 2015-2019*. Jakarta: Direktorat Pangan dan Pertanian, Bappenas.

- Shiddieqy, N. 2003. *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- Tsaur, R. 2012. A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8 (7):4931-4942.
- Xihao, S. & Yimin, L. 2008. Average Based Time Series Models for Forecasting Shanghai Compound Index. *World Journal of Modelling and Simulation*. 4 (2):104-111.



Lampiran 1 Grafik Analisis Trend



Lampiran 2 Tabel Perhitungan Data Selisih Mutlak

No	$i$	Waktu	Data	$ D_{i+1} - D_i $
1	1	Jan-09	98,30	$ D_2 - D_1  = 0,52$
2	2	Feb-09	98,82	$ D_3 - D_2  = 0,04$
3	3	Mar-09	98,78	$ D_4 - D_3  = 0,48$
4	4	Apr-09	99,26	$ D_5 - D_4  = 0,14$
5	5	Mei-09	99,40	$ D_6 - D_5  = 0,16$
6	6	Jun-09	99,56	$ D_7 - D_6  = 0,26$
7	7	Jul-09	99,82	$ D_8 - D_7  = 0,42$
8	8	Agu-09	100,24	$ D_9 - D_8  = 0,66$
9	9	Sep-09	100,90	$ D_{10} - D_9  = 0,11$
10	10	Okt-09	100,79	$ D_{11} - D_{10}  = 0,34$
11	11	Nov-09	101,13	$ D_{12} - D_{11}  = 0,08$
12	12	Des-09	101,21	$ D_{13} - D_{12}  = 0,02$
13	13	Jan-10	101,19	$ D_{14} - D_{13}  = 0,10$
14	14	Feb-10	101,09	$ D_{15} - D_{14}  = 0,12$
15	15	Mar-10	101,21	$ D_{16} - D_{15}  = 0,06$
16	16	Apr-10	101,15	$ D_{17} - D_{16}  = 0,01$
17	17	Mei-10	101,16	$ D_{18} - D_{17}  = 0,23$
18	18	Jun-10	101,39	$ D_{19} - D_{18}  = 0,38$
19	19	Jul-10	101,77	$ D_{20} - D_{19}  = 0,05$
20	20	Agu-10	101,82	$ D_{21} - D_{20}  = 0,37$
21	21	Sep-10	102,19	$ D_{22} - D_{21}  = 0,42$
22	22	Okt-10	102,61	$ D_{23} - D_{22}  = 0,28$
23	23	Nov-10	102,89	$ D_{24} - D_{23}  = 0,14$
24	24	Des-10	102,75	$ D_{25} - D_{24}  = 0,26$
25	25	Jan-11	103,01	$ D_{26} - D_{25}  = 0,32$
26	26	Feb-11	103,33	$ D_{27} - D_{26}  = 0,01$
27	27	Mar-11	103,32	$ D_{28} - D_{27}  = 0,59$
28	28	Apr-11	103,91	$ D_{29} - D_{28}  = 0,60$
29	29	Mei-11	104,51	$ D_{30} - D_{29}  = 0,28$
30	30	Jun-11	104,79	$ D_{31} - D_{30}  = 0,08$
31	31	Jul-11	104,87	$ D_{32} - D_{31}  = 0,24$
32	32	Agu-11	105,11	$ D_{33} - D_{32}  = 0,06$
33	33	Sep-11	105,17	$ D_{34} - D_{33}  = 0,34$
34	34	Okt-11	105,51	$ D_{35} - D_{34}  = 0,13$
35	35	Nov-11	105,64	$ D_{36} - D_{35}  = 0,11$
36	36	Des-11	105,75	$ D_{37} - D_{36}  = 0,02$
37	37	Jan-12	105,73	$ D_{38} - D_{37}  = 0,63$

Lanjutan Tabel Perhitungan Data Selisih Mutlak

No	$i$	Waktu	Data	$ D_{i+1} - D_i $
38	38	Feb-12	105,10	$ D_{39} - D_{38}  = 0,42$
39	39	Mar-12	104,68	$ D_{40} - D_{39}  = 0,03$
40	40	Apr-12	104,71	$ D_{41} - D_{40}  = 0,06$
41	41	Mei-12	104,77	$ D_{42} - D_{41}  = 0,11$
42	42	Jun-12	104,88	$ D_{43} - D_{42}  = 0,08$
43	43	Jul-12	104,96	$ D_{44} - D_{43}  = 0,30$
44	44	Agu-12	105,26	$ D_{45} - D_{44}  = 0,15$
45	45	Sep-12	105,41	$ D_{46} - D_{45}  = 0,35$
46	46	Okt-12	105,76	$ D_{47} - D_{46}  = 0,04$
47	47	Nov-12	105,72	$ D_{48} - D_{47}  = 0,15$
48	48	Des-12	105,87	$ D_{49} - D_{48}  = 0,20$
49	49	Jan-13	105,67	$ D_{50} - D_{49}  = 0,48$
50	50	Feb-13	105,19	$ D_{51} - D_{50}  = 0,66$
51	51	Mar-13	104,53	$ D_{52} - D_{51}  = 0,02$
52	52	Apr-13	104,55	$ D_{53} - D_{52}  = 0,40$
53	53	Mei-13	104,95	$ D_{54} - D_{53}  = 0,33$
54	54	Jun-13	105,28	$ D_{55} - D_{54}  = 0,70$
55	55	Jul-13	104,58	$ D_{56} - D_{55}  = 0,26$
56	56	Agu-13	104,32	$ D_{57} - D_{56}  = 0,24$
57	57	Sep-13	104,56	$ D_{58} - D_{57}  = 0,74$
58	58	Okt-13	105,30	$ D_{59} - D_{58}  = 0,15$
59	59	Nov-13	105,15	$ D_{60} - D_{59}  = 3,19$
60	60	Des-13	101,96	$ D_{61} - D_{60}  = 0,01$
61	61	Jan-14	101,95	$ D_{62} - D_{61}  = 0,16$
62	62	Feb-14	101,79	$ D_{63} - D_{62}  = 0,07$
63	63	Mar-14	101,86	$ D_{64} - D_{63}  = 0,05$
64	64	Apr-14	101,81	$ D_{65} - D_{64}  = 0,07$
65	65	Mei-14	101,88	$ D_{66} - D_{65}  = 0,10$
66	66	Jun-14	101,98	$ D_{67} - D_{66}  = 0,14$
67	67	Jul-14	102,12	$ D_{68} - D_{67}  = 0,06$
68	68	Agu-14	102,06	$ D_{69} - D_{68}  = 0,30$
69	69	Sep-14	102,36	$ D_{70} - D_{69}  = 0,51$
70	70	Okt-14	102,87	$ D_{71} - D_{70}  = 0,50$
71	71	Nov-14	102,37	$ D_{72} - D_{71}  = 1,05$
72	72	Des-14	101,32	—
			$\Sigma$	21,14
			Average	0,30

**Lampiran 3 Pembentukan Himpunan Fuzzy**

$$A_1 = \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_3 = \{0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_4 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_5 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_6 = \{0/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_7 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7 + 0,5/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_8 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0,5/u_7 + 1/u_8 + 0,5/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_9 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0,5/u_8 + 1/u_9 \\ + 0,5/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{10} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0,5/u_9 \\ + 1/u_{10} + 0,5/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{11} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0,5/u_{10} + 1/u_{11} + 0,5/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{12} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0,5/u_{11} + 1/u_{12} + 0,5/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{13} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0,5/u_{12} + 1/u_{13} + 0,5/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{14} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0,5/u_{13} + 1/u_{14} + 0,5/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{15} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0,5/u_{14} + 1/u_{15} + 0,5/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{16} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0,5/u_{15} + 1/u_{16} + 0,5/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{17} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0,5/u_{16} + 1/u_{17} \\ + 0,5/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{18} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0,5/u_{17} \\ + 1/u_{18} + 0,5/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{19} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0,5/u_{18} + 1/u_{19} + 0,5/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{20} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0,5/u_{19} + 1/u_{20} + 0,5/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{21} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0,5/u_{20} + 1/u_{21} + 0,5/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{22} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0,5/u_{21} + 1/u_{22} + 0,5/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{23} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0,5/u_{22} + 1/u_{23} + 0,5/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{24} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0,5/u_{23} + 1/u_{24} + 0,5/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{25} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0,5/u_{24} + 1/u_{25} \\ + 0,5/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{26} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0,5/u_{25} \\ + 1/u_{26} + 0,5/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{27} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0,5/u_{26} + 1/u_{27} + 0,5/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{28} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0,5/u_{27} + 1/u_{28} + 0,5/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{29} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0,5/u_{28} + 1/u_{29} + 0,5/u_{30} + 0/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{30} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0,5/u_{29} + 1/u_{30} + 0,5/u_{31} + 0/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{31} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0,5/u_{30} + 1/u_{31} + 0,5/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{32} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0,5/u_{31} + 1/u_{32} + 0,5/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{33} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 0,5/u_{32} + 1/u_{33} \\ + 0,5/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{34} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0,5/u_{33} \\ + 1/u_{34} + 0,5/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{35} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0,5/u_{34} + 1/u_{35} + 0,5/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{36} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0,5/u_{35} + 1/u_{36} + 0,5/u_{37} + 0/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{37} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0,5/u_{36} + 1/u_{37} + 0,5/u_{38} + 0/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{38} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0,5/u_{37} + 1/u_{38} + 0,5/u_{39} + 0/u_{40}\}$$

$$A_{39} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0,5/u_{38} + 1/u_{39} + 0,5/u_{40}\}$$

$$A_{40} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\ + 0/u_{10} + 0/u_{11} + 0/u_{12} + 0/u_{13} + 0/u_{14} + 0/u_{15} + 0/u_{16} + 0/u_{17} \\ + 0/u_{18} + 0/u_{19} + 0/u_{20} + 0/u_{21} + 0/u_{22} + 0/u_{23} + 0/u_{24} + 0/u_{25} \\ + 0/u_{26} + 0/u_{27} + 0/u_{28} + 0/u_{29} + 0/u_{30} + 0/u_{31} + 1/u_{32} + 0/u_{33} \\ + 0/u_{34} + 0/u_{35} + 0/u_{36} + 0/u_{37} + 0/u_{38} + 0,5/u_{39} + 0,5/u_{40}\}$$

Lampiran 4 Tabel Nilai  $j$ ,  $i$ , dan  $Y$  pada Setiap Data

Waktu	Data Asli	$i$	$j$	$Y$
Jan-09	98,30	-	-	-
Feb-09	98,82	2	5	0,52
Mar-09	98,78	5	4	-0,56
Apr-09	99,26	4	7	0,52
Mei-09	99,40	7	8	-0,34
Jun-09	99,56	8	8	0,02
Jul-09	99,82	8	8, 10	0,10
Agu-09	100,24	10	12	0,16
Sep-09	100,90	12	15	0,24
Okt-09	100,79	15	14	-0,77
Nov-09	101,13	14	16	0,45
Des-09	101,21	16	16, 17	-0,26
Jan-10	101,19	17	16, 17, 19	-0,10
Feb-10	101,09	17	16, 17, 19	-0,08
Mar-10	101,21	16	16, 17	0,22
Apr-10	101,15	17	16, 17, 19	-0,18
Mei-10	101,16	16	16, 17	0,07
Jun-10	101,39	16	16, 17	0,22
Jul-10	101,77	17	16, 17, 19	0,15
Agu-10	101,82	19	20	-0,33
Sep-10	102,19	20	19,20,21	0,32
Okt-10	102,61	21	21, 22, 24	0,05
Nov-10	102,89	24	25, 26	-0,14
Des-10	102,75	25	24, 22	-0,42
Jan-11	103,01	24	25, 26	0,40
Feb-11	103,33	26	27	0,06
Mar-11	103,32	27	27, 30	-0,33
Apr-11	103,91	27	27, 30	0,60
Mei-11	104,51	30	33	0,01
Jun-11	104,79	33	32, 33, 34, 35, 37	-0,32
Jul-11	104,87	34	34, 35	-0,20
Agu-11	105,11	35	35, 36, 37	0,16
Sep-11	105,17	36	20, 33, 34, 36, 38	-0,18
Okt-11	105,51	36	20, 33, 34, 36, 38	0,28
Nov-11	105,64	38	39	-0,21
Des-11	105,75	39	36, 39, 40	-0,02
Jan-12	105,73	39	36, 39, 40	-0,13
Feb-12	105,10	39	36, 39, 40	-0,61
Mar-12	104,68	36	20, 33, 34, 36, 38	0,21
Apr-12	104,71	34	34, 35	0,45
Mei-12	104,77	34	34, 35	0,03
Jun-12	104,88	34	34, 35	0,05

Lanjutan Tabel Nilai  $i, j$ , dan  $Y$  pada Setiap Data

Waktu	Data Asli	$i$	$j$	$Y$
Jul-12	104,96	35	35, 36, 37	-0,03
Agu-12	105,26	35	35, 36, 37	0,22
Sep-12	105,41	37	33,36,38	-0,15
Okt-12	105,76	38	39	0,20
Nov-12	105,72	39	36, 39, 40	-0,39
Des-12	105,87	39	36, 39, 40	0,19
Jan-13	105,67	40	39	-0,35
Feb-13	105,19	39	36, 39, 40	-0,28
Mar-13	104,53	36	20, 33, 34, 36, 38	-0,18
Apr-13	104,55	33	32, 33, 34, 35, 37	0,68
Mei-13	104,95	33	32, 33, 34, 35, 37	0,38
Jun-13	105,28	35	35, 36, 37	-0,07
Jul-13	104,58	37	33,36,38	-1,03
Agu-13	104,32	33	32, 33, 34, 35, 37	0,44
Sep-13	104,56	32	33	0,50
Okt-13	105,30	33	32, 33, 34, 35, 37	0,50
Nov-13	105,15	37	33,36,38	-0,89
Des-13	101,96	36	20, 33, 34, 36, 38	-3,04
Jan-14	101,95	20	19, 20 21	3,18
Feb-14	101,79	20	19, 20 21	-0,15
Mar-14	101,86	19	20	0,23
Apr-14	101,81	20	19, 20 21	-0,12
Mei-14	101,88	20	19, 20 21	0,12
Jun-14	101,98	20	19, 20 21	0,03
Jul-14	102,12	20	19, 20 21	0,04
Agu-14	102,06	21	21, 22, 24	-0,20
Sep-14	102,36	21	21, 22, 24	0,36
Okt-14	102,87	22	25, 17	0,21
Nov-14	102,37	25	24, 22	-1,01
Des-14	101,32	22	25, 17	-0,55

**Lampiran 5 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series***

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>Hasil Prediksi Algoritma Novel <i>Fuzzy Time Series</i></b>	<b>MSE</b>	<b>MAPE</b>
Jan-09	98,30	-	-	-
Feb-09	98,82	98,85	0,0009	0,0304
Mar-09	98,78	98,70	0,0064	0,0810
Apr-09	99,26	99,30	0,0016	0,0403
Mei-09	99,40	99,45	0,0025	0,0503
Jun-09	99,56	99,55	0,0001	0,0100
Jul-09	99,82	99,70	0,0144	0,1202
Agu-09	100,24	100,30	0,0036	0,0599
Sep-09	100,90	100,90	0	0
Okt-09	100,79	100,70	0,0081	0,0893
Nov-09	101,13	101,10	0,0009	0,0297
Des-09	101,21	101,20	0,0001	0,0099
Jan-10	101,19	101,37	0,0324	0,1779
Feb-10	101,09	101,37	0,0784	0,2770
Mar-10	101,21	101,20	0,0001	0,0099
Apr-10	101,15	101,37	0,0484	0,2175
Mei-10	101,16	101,20	0,0016	0,0395
Jun-10	101,39	101,20	0,0361	0,1874
Jul-10	101,77	101,37	0,1600	0,3930
Agu-10	101,82	101,90	0,0064	0,0786
Sep-10	102,19	101,90	0,0841	0,2838
Okt-10	102,61	102,37	0,0576	0,2339
Nov-10	102,89	103	0,0121	0,1069
Des-10	102,75	102,50	0,0625	0,2433
Jan-11	103,01	103	0,0001	0,0097
Feb-11	103,33	103,30	0,0009	0,0290
Mar-11	103,32	103,30	0,0004	0,0194
Apr-11	103,91	103,95	0,0016	0,0385
Mei-11	104,51	104,50	0,0001	0,0096
Jun-11	104,79	104,74	0,0025	0,0477
Jul-11	104,87	104,80	0,0049	0,0667
Agu-11	105,11	105,10	0,0001	0,0095
Sep-11	105,17	105,10	0,0049	0,0666
Okt-11	105,51	105,50	0,0001	0,0095
Nov-11	105,64	105,65	0,0001	0,0095
Des-11	105,75	105,65	0,0100	0,0946
Jan-12	105,73	105,65	0,0064	0,0757
Feb-12	105,10	105,10	0	0
Mar-12	104,68	104,70	0,0004	0,0191
Apr-12	104,71	104,80	0,0081	0,0860

Lanjutan Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Algoritma Novel *Fuzzy Time Series*

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>Hasil Prediksi Algoritma Novel <i>Fuzzy Time Series</i></b>	<b>MSE</b>	<b>MAPE</b>
Mei-12	104,77	104,80	0,0009	0,0286
Jun-12	104,88	104,80	0,0064	0,0763
Jul-12	104,96	105,10	0,0196	0,1334
Agu-12	105,26	105,10	0,0256	0,1520
Sep-12	105,41	105,55	0,0196	0,1328
Okt-12	105,76	105,70	0,0036	0,0567
Nov-12	105,72	105,70	0,0004	0,0189
Des-12	105,87	105,85	0,0004	0,0189
Jan-13	105,67	105,70	0,0009	0,0284
Feb-13	105,19	105,15	0,0016	0,0380
Mar-13	104,53	104,50	0,0009	0,0287
Apr-13	104,55	104,50	0,0025	0,0478
Mei-13	104,95	104,90	0,0025	0,0476
Jun-13	105,28	105,10	0,0324	0,1710
Jul-13	104,58	104,50	0,0064	0,0765
Agu-13	104,32	104,35	0,0009	0,0288
Sep-13	104,56	104,45	0,0121	0,1052
Okt-13	105,3	105,30	0	0
Nov-13	105,15	105,10	0,0025	0,0476
Des-13	101,96	101,90	0,0036	0,0588
Jan-14	101,95	101,90	0,0025	0,0490
Feb-14	101,79	101,90	0,0121	0,1081
Mar-14	101,86	101,85	0,0001	0,0098
Apr-14	101,81	101,90	0,0081	0,0884
Mei-14	101,88	101,90	0,0004	0,0196
Jun-14	101,98	101,90	0,0064	0,0784
Jul-14	102,12	101,90	0,0484	0,2154
Agu-14	102,06	102,37	0,0961	0,3037
Sep-14	102,36	102,37	0,0001	0,0098
Okt-14	102,87	102,90	0,0009	0,0292
Nov-14	102,37	102,50	0,0169	0,1270
Des-14	101,32	101,35	0,0009	0,0296
		$\Sigma$	0,014	0,0806

Lampiran 6 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode *Fuzzy Time Series* Klasik

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik	MSE	MAPE
Jan-09	98,30	—	—	—
Feb-09	98,82	98,90	0,0064	0,0810
Mar-09	98,78	98,70	0,0064	0,0810
Apr-09	99,26	99,30	0,0016	0,0403
Mei-09	99,40	99,50	0,0100	0,1006
Jun-09	99,56	99,70	0,0196	0,1406
Jul-09	99,82	99,70	0,0144	0,1202
Agu-09	100,24	100,30	0,0036	0,0599
Sep-09	100,90	100,90	0	0
Okt-09	100,79	100,70	0,0081	0,0893
Nov-09	101,13	101,10	0,0009	0,0297
Des-09	101,21	101,20	0,0100	0,0099
Jan-10	101,19	101,36	0,0289	0,1680
Feb-10	101,09	101,36	0,0729	0,2671
Mar-10	101,21	101,20	0,0100	0,0099
Apr-10	101,15	101,36	0,0441	0,2076
Mei-10	101,16	101,20	0,0016	0,0395
Jun-10	101,39	101,20	0,0361	0,1874
Jul-10	101,77	101,36	0,1681	0,4029
Agu-10	101,82	101,90	0,0064	0,0786
Sep-10	102,19	101,90	0,0841	0,2838
Okt-10	102,61	102,36	0,0625	0,2436
Nov-10	102,89	103	0,0121	0,1069
Des-10	102,75	102,50	0,0625	0,2433
Jan-11	103,01	103	0,0001	0,0097
Feb-11	103,33	103,30	0,0009	0,0290
Mar-11	103,32	103,60	0,0784	0,2710
Apr-11	103,91	103,60	0,0961	0,2983
Mei-11	104,51	104,50	0,0001	0,0096
Jun-11	104,79	104,74	0,0025	0,0477
Jul-11	104,87	104,80	0,0049	0,0667
Agu-11	105,11	105,10	0,0001	0,0095
Sep-11	105,17	104,34	0,6889	0,7892
Okt-11	105,51	104,34	1,3689	1,1089
Nov-11	105,64	105,70	0,0036	0,0568
Des-11	105,75	105,56	0,0361	0,1797
Jan-12	105,73	105,56	0,0289	0,1608
Feb-12	105,1	105,56	0,2116	0,4377
Mar-12	104,68	104,34	0,1156	0,3248
Apr-12	104,71	104,80	0,0081	0,0860

Lanjutan Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode *Fuzzy Time Series* Klasik

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>Hasil Prediksi <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik</b>	<b>MSE</b>	<b>MAPE</b>
Mei-12	104,77	104,80	0,0009	0,0286
Jun-12	104,88	104,80	0,0064	0,0763
Jul-12	104,96	105,10	0,0196	0,1334
Agu-12	105,26	105,10	0,0256	0,1520
Sep-12	105,41	105,03	0,1444	0,3605
Okt-12	105,76	105,70	0,0036	0,0567
Nov-12	105,72	105,56	0,0256	0,1513
Des-12	105,87	105,56	0,0961	0,2928
Jan-13	105,67	105,70	0,0009	0,0284
Feb-13	105,19	105,56	0,1369	0,3517
Mar-13	104,53	104,34	0,0361	0,1818
Apr-13	104,55	104,74	0,0361	0,1817
Mei-13	104,95	104,74	0,0441	0,2001
Jun-13	105,28	105,10	0,0324	0,1710
Jul-13	104,58	105,03	0,2025	0,4303
Agu-13	104,32	104,74	0,1764	0,4026
Sep-13	104,56	104,50	0,0036	0,0574
Okt-13	105,30	104,74	0,3136	0,5318
Nov-13	105,15	105,03	0,0144	0,1141
Des-13	101,96	104,34	5,6644	2,3342
Jan-14	101,95	101,90	0,0025	0,0490
Feb-14	101,79	101,90	0,0121	0,1081
Mar-14	101,86	101,90	0,0016	0,0393
Apr-14	101,81	101,90	0,0081	0,0884
Mei-14	101,88	101,90	0,0004	0,0196
Jun-14	101,98	101,90	0,0064	0,0784
Jul-14	102,12	101,90	0,0484	0,2154
Agu-14	102,06	102,36	0,0900	0,2939
Sep-14	102,36	102,36	0	0
Okt-14	102,87	102,10	0,5929	0,7485
Nov-14	102,37	102,50	0,0169	0,1270
Des-14	101,32	102,10	0,6084	0,7698
		$\Sigma$	0,1646	0,2204

**Lampiran 7 Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode *Double Exponential Smoothing***

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>Hasil Prediksi <i>Double Exponential Smoothing</i></b>	<b>MSE</b>	<b>MAPE</b>
Jan-09	98,30	101,25	8,67892	2,99695
Feb-09	98,82	98,38	0,19448	0,44627
Mar-09	98,78	98,68	0,03240	0,18222
Apr-09	99,26	98,60	0,43165	0,66190
Mei-09	99,40	99,09	0,09364	0,30785
Jun-09	99,56	99,30	0,06917	0,26416
Jul-09	99,82	99,49	0,11222	0,33560
Agu-09	100,24	99,77	0,22278	0,47087
Sep-09	100,90	100,22	0,46786	0,67790
Okt-09	100,79	100,92	0,01613	0,12600
Nov-09	101,13	100,88	0,06401	0,25017
Des-09	101,21	101,20	0	0,00889
Jan-10	101,19	101,31	0,01369	0,11562
Feb-10	101,09	101,29	0,03960	0,19685
Mar-10	101,21	101,18	0,00096	0,03063
Apr-10	101,15	101,28	0,01664	0,12753
Mei-10	101,16	101,22	0,00397	0,06228
Jun-10	101,39	101,22	0,02856	0,16668
Jul-10	101,77	101,44	0,10693	0,32131
Agu-10	101,82	101,84	0,00029	0,01670
Sep-10	102,19	101,92	0,07344	0,26519
Okt-10	102,61	102,29	0,10563	0,31673
Nov-10	102,89	102,73	0,02592	0,15648
Des-10	102,75	103,04	0,08410	0,28224
Jan-11	103,01	102,92	0,00828	0,08834
Feb-11	103,33	103,15	0,03276	0,17517
Mar-11	103,32	103,48	0,02434	0,15099
Apr-11	103,91	103,49	0,17978	0,40805
Mei-11	104,51	104,06	0,20612	0,43441
Jun-11	104,79	104,69	0,00922	0,09161
Jul-11	104,87	105,02	0,02190	0,14113
Agu-11	105,11	105,11	0	0,00095
Sep-11	105,17	105,34	0,02722	0,15689
Okt-11	105,51	105,40	0,01300	0,10805
Nov-11	105,64	105,72	0,00624	0,07478
Des-11	105,75	105,86	0,01232	0,10496
Jan-12	105,73	105,96	0,05476	0,22132
Feb-12	105,10	105,94	0,69723	0,79448
Mar-12	104,68	105,29	0,37210	0,58273
Apr-12	104,71	104,79	0,00689	0,07927

Lanjutan Tabel Pengujian Tingkat Akurasi Metode *Double Exponential Smoothing*

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>Hasil Prediksi <i>Double Exponential Smoothing</i></b>	<b>MSE</b>	<b>MAPE</b>
Mei-12	104,77	104,76	0	0,00668
Jun-12	104,88	104,81	0,00436	0,06293
Jul-12	104,96	104,92	0,00130	0,03430
Agu-12	105,26	105,01	0,06200	0,23656
Sep-12	105,41	105,31	0,00960	0,09297
Okt-12	105,76	105,49	0,07508	0,25908
Nov-12	105,72	105,84	0,01513	0,11635
Des-12	105,87	105,83	0,00152	0,03684
Jan-13	105,67	105,97	0,08940	0,28296
Feb-13	105,19	105,78	0,34340	0,55709
Mar-13	104,53	105,27	0,55056	0,70984
Apr-13	104,55	104,56	0,00010	0,00956
Mei-13	104,95	104,51	0,19714	0,42306
Jun-13	105,28	104,90	0,14364	0,35999
Jul-13	104,58	105,27	0,47748	0,66074
Agu-13	104,32	104,62	0,08762	0,28374
Sep-13	104,56	104,29	0,07290	0,25822
Okt-13	105,3	104,50	0,64320	0,76163
Nov-13	105,15	105,26	0,01145	0,10176
Des-13	101,96	105,19	10,4200	3,16595
Jan-14	101,95	102,02	0,00490	0,06866
Feb-14	101,79	101,69	0,01040	0,10021
Mar-14	101,86	101,52	0,11560	0,33379
Apr-14	101,81	101,60	0,04580	0,21020
Mei-14	101,88	101,58	0,09120	0,29643
Jun-14	101,98	101,67	0,09797	0,30692
Jul-14	102,12	101,79	0,10628	0,31923
Agu-14	102,06	101,96	0,00960	0,09602
Sep-14	102,36	101,93	0,18233	0,41716
Okt-14	102,87	102,24	0,39816	0,61340
Nov-14	102,37	102,79	0,17222	0,40539
Des-14	101,32	102,35	1,06709	1,01954
		$\Sigma$	0,38976	0,34732

**Lampiran 8 Tabel Perbandingan Hasil Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*, Metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing***

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b><i>Fuzzy Time Series</i> Klasik</b>	<b><i>Double Exponential Smoothing</i></b>	<b>Algoritma Novel <i>Fuzzy Time Series</i></b>
Jan-09	98,30	-	98,65	-
Feb-09	98,82	98,90	98,47	98,90
Mar-09	98,78	98,70	99,09	98,70
Apr-09	99,26	99,30	98,92	99,30
Mei-09	99,40	99,50	99,54	99,45
Jun-09	99,56	99,70	99,58	99,55
Jul-09	99,82	99,70	99,76	99,70
Agu-09	100,24	100,30	100,04	100,30
Sep-09	100,90	100,90	100,50	100,90
Okt-09	100,79	100,70	101,22	100,70
Nov-09	101,13	101,10	100,93	101,10
Des-09	101,21	101,20	101,40	101,20
Jan-10	101,19	101,36	101,39	101,37
Feb-10	101,09	101,36	101,36	101,37
Mar-10	101,21	101,20	101,23	101,20
Apr-10	101,15	101,36	101,40	101,37
Mei-10	101,16	101,20	101,28	101,20
Jun-10	101,39	101,20	101,31	101,20
Jul-10	101,77	101,36	101,58	101,37
Agu-10	101,82	101,90	101,99	101,90
Sep-10	102,19	101,90	101,96	101,90
Okt-10	102,61	102,36	102,42	102,37
Nov-10	102,89	103	102,84	103
Des-10	102,75	102,50	103,10	102,50
Jan-11	103,01	103	102,87	103
Feb-11	103,33	103,30	103,23	103,30
Mar-11	103,32	103,60	103,55	103,30
Apr-11	103,91	103,60	103,46	103,95
Mei-11	104,51	104,50	104,20	104,50
Jun-11	104,79	104,74	104,79	104,74
Jul-11	104,87	104,80	105,02	104,80
Agu-11	105,11	105,10	105,06	105,10
Sep-11	105,17	104,34	105,34	105,10
Okt-11	105,51	104,34	105,35	105,50
Nov-11	105,64	105,70	105,76	105,65
Des-11	105,75	105,56	105,83	105,65

Lanjutan Tabel Perbandingan Hasil Prediksi Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*, Metode *Fuzzy Time Series* Klasik dan *Double Exponential Smoothing*.

<b>Waktu</b>	<b>Data Aktual</b>	<b><i>Fuzzy Time Series</i> Klasik</b>	<b><i>Double Exponential Smoothing</i></b>	<b>Algoritma Novel <i>Fuzzy Time Series</i></b>
Jan-12	105,73	105,56	105,94	105,65
Feb-12	105,10	105,56	105,89	105,10
Mar-12	104,68	104,34	105,10	104,70
Apr-12	104,71	104,80	104,73	104,80
Mei-12	104,77	104,80	104,83	104,80
Jun-12	104,88	104,80	104,88	104,80
Jul-12	104,96	105,10	105	105,10
Agu-12	105,26	105,10	105,07	105,10
Sep-12	105,41	105,03	105,42	105,55
Okt-12	105,76	105,70	105,54	105,70
Nov-12	105,72	105,56	105,94	105,70
Des-12	105,87	105,56	105,81	105,85
Jan-13	105,67	105,70	106,01	105,70
Feb-13	105,19	105,56	105,72	105,15
Mar-13	104,53	104,34	105,17	104,50
Apr-13	104,55	104,74	104,45	104,50
Mei-13	104,95	104,74	104,62	104,90
Jun-13	105,28	105,10	105,08	105,10
Jul-13	104,58	105,03	105,40	104,50
Agu-13	104,32	104,74	104,46	104,35
Sep-13	104,56	104,50	104,32	104,45
Okt-13	105,30	104,74	104,64	105,30
Nov-13	105,15	105,03	105,50	105,10
Des-13	101,96	104,34	105,14	101,90
Jan-14	101,95	101,90	101,24	101,90
Feb-14	101,79	101,90	101,99	101,90
Mar-14	101,86	101,90	101,65	101,85
Apr-14	101,81	101,90	101,80	101,90
Mei-14	101,88	101,90	101,72	101,90
Jun-14	101,98	101,90	101,83	101,90
Jul-14	102,12	101,90	101,94	101,90
Agu-14	102,06	102,36	102,09	102,37
Sep-14	102,36	102,36	101,99	102,37
Okt-14	102,87	102,10	102,39	102,90
Nov-14	102,37	102,50	102,95	102,50
Des-14	101,32	102,10	102,22	101,35

## RIWAYAT HIDUP



Icha Risqie Meirissa dilahirkan di Tuban pada tanggal 03 Mei 1993, anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan bapak Sunnarji dan ibu Endraswati. Pendidikan dasarnya ditempuh di kampung halamannya di SDN Patihan yang ditamatkan pada tahun 2005.

Pada tahun yang sama dia melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP N 2 Widang. Pada tahun 2008 dia menamatkan pendidikannya, kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di MA N Babat dan menamatkan pendidikan tersebut pada tahun 2011. Pendidikan berikutnya dia tempuh di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui jalur SNMPTN Tulis dengan mengambil Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi.



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 : Icha Risqie Meirissa  
NIM : 12610042  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika  
JudulSkripsi : Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani  
Pembimbing I : Fachrur Rozi, M.Si  
Pembimbing II : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

No.	Tanggal	Hal	TandaTangan
1.	29 Agustus 2016	Konsultasi Bab I & Bab II	1.
2.	14 September 2016	Konsultasi Bab III	2.
3.	28 September 2016	Konsultasi Agama Bab I	3.
4.	30 September 2016	Konsultasi Agama Bab II	4.
5.	05 Desember 2016	Revisi Bab I, Bab II, Bab III & Bab IV	5.
6.	06 Desember 2016	Konsultasi Bab IV	6.
7.	07 Desember 2016	Konsultasi Agama Bab IV	7.
8.	06 Desember 2016	Konsultasi Seluruh Bab	8.
9.	06 Desember 2016	Revisi Agama Bab IV	9.
10.	13 Desember 2016	ACC Keseluruhan	10.
11.	14 Desember 2016	ACC Agama Keseluruhan	11.

Malang, 14 Desember 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

