

**PENERAPAN METODE PERAMALAN NOVEL BERDASARKAN
FUZZY TRANSFORM DAN FUZZY TIME SERIES UNTUK
MEMPREDIKSI NILAI TUKAR NELAYAN**

SKRIPSI

**OLEH
IDA NURHAYATI
NIM. 11610013**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENERAPAN METODE PERAMALAN NOVEL BERDASARKAN
FUZZY TRANSFORM DAN *FUZZY TIME SERIES* UNTUK
MEMPREDIKSI NILAI TUKAR NELAYAN**

SKRIPSI

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

**Oleh
Ida Nurhayati
NIM. 11610013**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENERAPAN METODE PERAMALAN NOVEL BERDASARKAN
FUZZY TRANSFORM DAN FUZZY TIME SERIES UNTUK
MEMPREDIKSI NILAI TUKAR NELAYAN**

SKRIPSI

Oleh
Ida Nurhayati
NIM. 11610013

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 11 April 2018

Pembimbing I,



H. Wahyu H. Irawan, M.Pd
NIP. 19710420 200003 1 003

Pembimbing II,



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



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

**PENERAPAN METODE PERAMALAN NOVEL BERDASARKAN
FUZZY TRANSFORM DAN FUZZY TIME SERIES UNTUK
MEMPREDIKSI NILAI TUKAR NELAYAN**

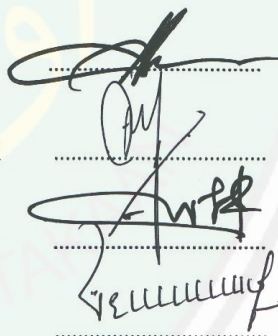
SKRIPSI

Oleh
Ida Nurhayati
NIM. 11610013

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 24 April 2018

Penguji Utama : Abdul Aziz, M.Si
Ketua Penguji : Ari Kusumastuti, M.Pd, M.Si
Sekertaris Penguji : H. Wahyu H. Irawan, M.Pd
Anggota Penguji : Evawati Alisah, M. Pd



Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ida Nurhayati

NIM : 11610013

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Penerapan Metode Peramalan Novel Berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Nelayan

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, 11 April 2018
Yang membuat pernyataan



Ida Nurhayati
NIM. 11610013

MOTO

“Jika kamu tidak tahan penatnya belajar, maka kamu akan menanggung bahaya
kebodohan”



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan rasa syukur kepada Allah Swt penulis persembahkan skripsi ini kepada: Ayahanda Mashuri, ibunda Sri Sukapti, kedua adik tersayang Amila Azzati Mazni dan Amila Izzuli Mazni, serta teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika yang selalu semangat mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil 'alamin, segala puji bagi Allah Swt yang telah memberikan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Metode Peramalan Novel Berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Nelayan” ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad Saw yang telah menunjukkan dan mengubah dari jalan jahiliyah/kegelapan ke jalan yang terang benderang seperti sekarang ini.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, terutama kepada:

1. Prof Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. H. Wahyu H. Irawan, M.Pd, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan arahan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
5. Evawati Alisah, M. Pd, selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen yang telah memberikan bimbingan dalam perkuliahan.
7. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang memberikan dukungan berupa motivasi dan do'a sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2011 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi yang membacanya.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Malang, 11 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Peramalan	8
2.2 Pengertian Himpunan Kabur	8
2.3 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	9
2.4 <i>Fuzzy Transform</i>	13
2.5 <i>Fuzzy Time Series</i>	17
2.6 Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>Fuzzy Time Series</i>	21
2.7 Metode Peramalan Novel dengan berdasarkan <i>Fuzzy Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i>	24
2.8 Pengujian Keakuratan.....	27
2.9 Uji Normalitas	28
2.10 Nilai Tukar Nelayan	29
2.11 Kajian Prediksi dalam Al Qur'an	31

BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis dan Sumber Data	33
3.2 Teknik Analisis Data	33
BAB IV PEMBAHASAN.....	38
4.1 Deskriptif Data	38
4.2 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 1 Pada Data NTN	41
4.3 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 2 Pada Data NTN	53
4.4 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 3 Pada Data NTN	59
4.5 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 4 Pada Data NTN	65
4.6 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 5 Pada Data NTN	70
4.7 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode <i>F-Transform</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde 6 Pada Data NTN	75
4.8 Peramalan data menggunakan algoritma Novel berdasarkan <i>FuzzyTransformation</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> menggunakan Orde 6.....	81
4.9 Kajian Keagamaan	82
BAB V PENUTUP.....	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran.....	84
DAFTAR RUJUKAN	85
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Indeks Nilai Tukar Nelayan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012-2016 dalam persen.	38
Tabel 4.2	Data Selisih (t) dan ($t - 1$)	41
Tabel 4.3	Perhitungan Derajat Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Kiri	46
Tabel 4.4	Perhitungan Derajat Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Kanan	46
Tabel 4.5	Defuzzifikasi F_p^h terhadap A_i^h	48
Tabel 4.6	Menentukan nilai prediksi defuzzifikasi m_j^h sisi Kiri	50
Tabel 4.7	Menentukan nilai prediksi defuzzifikasi m_j^h sisi Kanan	50
Tabel 4.8	Hasil Peramalan Orde 1	51
Tabel 4.9	FLR Orde 2 Fungsi Sisi Kiri	54
Tabel 4.10	FLR Orde 2 Fungsi Sisi Kanan	54
Tabel 4.11	Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde2 Kiri	55
Tabel 4.12	Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde2 Kanan	55
Tabel 4.13	Hasil Estimasi Peramalan Orde 2	56
Tabel 4.14	Perbandingan nilai <i>error</i> pada orde 1 dan orde 2	59
Tabel 4.15	FLRG Orde 3 Sisi Kiri	60
Tabel 4.16	FLRG Orde 3 Sisi Kanan	60
Tabel 4.17	Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 3 Kiri	61
Tabel 4.18	Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 3 Kanan	61
Tabel 4.19	Perhitungan Prediksi Orde 3	62
Tabel 4.20	Perbandingan nilai <i>error</i> pada orde 1 sampai 3	64
Tabel 4.21	FLRG Orde 4 Sisi Kiri	65
Tabel 4.22	FLRG Orde 4 Sisi Kanan	65
Tabel 4.23	Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 4 Kiri	66

Tabel 4.24	Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 4 Kiri	66
Tabel 4.25	Perhitungan Prediksi Orde 4	67
Tabel 4.26	Perbandingan nilai <i>error</i> pada orde 1 sampai 4	70
Tabel 4.27	FLRG Orde 5 Sisi Kiri	70
Tabel 4.28	FLRG Orde 5 Sisi Kanan	70
Tabel 4.29	Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 5 Kiri	71
Tabel 4.30	Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 5 Kanan	72
Tabel 4.31	Perhitungan Prediksi Orde 5	73
Tabel 4.32	Perbandingan nilai <i>error</i> pada orde 1 sampai 5	75
Tabel 4.33	FLRG Orde 6 Sisi Kiri	76
Tabel 4.34	FLRG Orde 6 Sisi Kanan	76
Tabel 4.35	Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 6 Kiri	77
Tabel 4.36	Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 6 Kanan	77
Tabel 4.37	Perhitungan Prediksi Orde 6	78
Tabel 4.38	Perbandingan nilai <i>error</i> pada orde 1 sampai 5	81
Tabel 4.39	Perhitungan Prediksi	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Fungsi Keanggotaan Fuzzy Segitiga	10
Gambar 2.2	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Segitiga	11
Gambar 2.3	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Linier Naik	12
Gambar 2.4	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Linier Turun	12
Gambar 3.1	Flowchart.....	35
Gambar 3.2	Lanjutan Gambar 3.1.....	36
Gambar 4.1	Plot Time Series Data NTN	40
Gambar 4.2	Gambar Derajat Keanggotaan <i>Fuzzifikasi</i> data selisih NTN antar bulan	47
Gambar 4.3	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 1	52
Gambar 4.4	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 4	58
Gambar 4.5	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 3	63
Gambar 4.6	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 4	68
Gambar 4.7	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 5	74
Gambar 4.8	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 6	79

ABSTRAK

Nurhayati, Ida. 2018. **Penerapan Metode Peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Nelayan**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd. (II) Evawati Alisah, M.Pd.

Kata kunci: peramalan, novel, *Time Series*, *fuzzy transform*, *fuzzy Time Series*

Analisis *Time Series* adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menentukan pola dan deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang sebagai suatu prediksi kondisi masa depan. Salah satu metode adalah metode *fuzzy Time Series*. Proses prediksi dilakukan untuk mengurangi kesalahan dan digunakan untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan kegiatan untuk kesejahteraan nelayan yang akan datang.

Pada penelitian ini menjelaskan masalah prediksi Nilai Tukar Nelayan menggunakan penerapan algoritma Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series*. Hasil pengujian keakuratan menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan algoritma Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* orde 6 memiliki akurasi lebih baik yaitu MAPE sebesar 0,002822

ABSTRACT

Nurhayati, Ida. 2018. The Application Of A Method Of Divination Novel Was Based On *Fuzzy Transform* Instead And *Fuzzy Time Series* To Predict The Exchange Rate Fishermen. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisor: (I) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd. (II) Evawati Alisah, M.Pd.

Keyword: *forecasting, novel, Time Series, fuzzy transform, fuzzy Time Series*

Analyst *Time Series* is a analysis aimed at to determine patterns and the data historical be completed mengekstrapolasikan this pattern to the future as a forecast the future condition. One method is the method *fuzzy Time Series*. The process prediction done to reducing the errors and used to pengabilan decision in perencanaan activities to fishermen yan right come.

To research this explain the matter the prediction of the exchange rate fishers from using the application of algorithm of novels based on *fuzzy transform* instead and *fuzzy Time Series*. The results of testing accuracy showed that the results of the prediction with algorithm of novels based on *fuzzy transform* instead and *fuzzy Time Series* order 6 earn accuracy better namely mape of 0,002822.

المخلص

نورحياتي ، إيدا. 2018. أرقام اتصال قوس قزح الضرب الرسم البياني المسارورسم بياني سلم. بحث جامعي، قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الحكومية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (1) واهيو هـ. إيراوانالماجستير (2) أ أليسا الحلفاء الماجستير.

الكلمة الرئيسية: رواية ، سلسلة زمنية ، تحويل ضبابي ، سلسلة زمنية ضبابية .

تحليل سلسلة زمنية شرجية من قبل مستخدم مجهول ومسجل بيانات في تاريخ أكثر موزعة على نطاق واسع في العالم. صلاح سطو غامض وقت السلاسل. يمكنك تكوين الإعدادات الافتراضية للمتصفح الخاص بك وتحديد الإعدادات الافتراضية من المتصفح الخاص بك إلى متصفحك

والغرض من هذا البحث هو العثور على النمط العام الذي سيتم تقديمه من خلال نظرية رقم اتصال قوس قزح على الرسم البياني ، الرسم البيان الرسم البياني .نتائج هذه الدراسة هي أ

لمزيد من البحث ومن المتوقع أن تجد مختلف النظريات حول قوس قزح رقم الاتصال الرسوم البيانية الأخرى، وكذلك عمليات أخرى.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Forecasting adalah peramalan (perkiraan) mengenai sesuatu yang belum terjadi. Pemilihan metode peramalan tergantung pada (1) biaya mempersiapkan, (2) jangka waktu dalam pembuatan keputusan, (3) periode waktu peramalan, (4) tingkat akurasi yang dikehendaki, (5) kualitas ketersediaan data, dan (6) tingkat kerumitan hubungan-hubungan yang akan diramalkan.

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 (Markridakis, dkk, 1999:9)

Fuzzy time series merupakan sebuah konsep yang diusulkan oleh Song dan Chisson untuk menyelesaikan masalah peramalan apabila data historisnya berupa nilai-nilai linguistik (Handoko, 2010). Peramalan juga dapat didefinisikan sebagai seni ilmu untuk memprediksi kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data di masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu model matematis. Model matematis yang diperoleh merupakan hasil prediksi yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

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 “*A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Base on Fuzzy Time Series*”. Langkah awal penerapan algoritma Novel sama seperti langkah penerapan *Fuzzy Time Series* klasik. Perbedaannya terletak pada perhitungan hasil prediksi, algoritma Novel menggunakan beberapa aturan yang tidak terdapat pada *Fuzzy Time Series* klasik. Dengan menggunakan aturan yang terdapat pada algoritma Novel didapatkan nilai prediksi yang lebih akurat dibanding metode *Fuzzy Time Series* klasik.

Peramalan menggunakan Algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*, selanjutnya dikembangkan oleh Woo Joo Lee, dkk (2017) yang memperkenalkan Metode Peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama dengan judul penelitian “*A Novel Forecasting Method Base on F-Transform and Fuzzy Time Series*”. Pada penelitian tersebut menunjukkan metode yang lebih akurat dan hasil prediksi yang lebih baik dibanding metode sebelumnya.

Dari paparan di atas peneliti ingin menggunakan *Novel Forecasting Method Base on F-Transform and Fuzzy Time Series* yang diterapkan pada data Nilai Tukar Nelayan. Sektor kelautan merupakan salah satu sektor pendukung dalam kontribusi pembangunan di Indonesia. Secara konseptual Nilai Tukar nelayan adalah alat pengukur untuk menghitung kemampuan nilai tukar produk perikanan tangkap yang dihasilkan nelayan dengan barang atau jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga nelayan dan keperluan mereka dalam menghasilkan produk perikanan tangkap.

Peningkatan Nilai Tukar Nelayan (NTN) menunjukkan peningkatan kemampuan nelayan dan peningkatan kesejahteraan nelayan atau sebaliknya. Untuk itu Nilai Tukar Nelayan (NTN) menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemerintah dalam pembangunan di masa yang akan datang. Memprediksi Nilai Tukar Nelayan (NTN) diperlukan dalam analisis perencanaan kegiatan di masa yang akan datang untuk pengambilan keputusan dalam pembangunan kesejahteraan nelayan dimasa yang akan datang. Sebagaimana Allah Swt berfirman dalam surat al Hasyr ayat 59 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ ۖ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿٥٩﴾

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

Dalam Surat al Hasyr dikatakan bahwa Allah Swt memerintahkan untuk memberikan perhatian akan masa depan, walaupun secara tersurat ayat tersebut menyatakan untuk memperhatikan masa depan di akhirat. Akan tetapi secara tersirat kita bisa mengambil kesimpulan bahwa memeperhatikan masa depan di dunia juga penting disamping juga di akhirat. Sebagaimana Allah berfirman dalam surat al-Qashash ayat 77 yang berbunyi:

وَابْتَغِ فِيمَا ءَاتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۖ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya: “Dan carilah apa yang telah diberikan oleh Allah kepadamu dari negeri akhirat, dan jangan lupakan bagianmu di dunia.” (Q.S al-Qashash :77)

Merujuk pada firman Allah Swt di atas maka penelitian ini difokuskan pada objek potensi laut dan upaya memanfaatkan hasil laut yang ada. Hasil laut tersebut diantaranya berbagai macam hewan laut, tumbuhan laut, garam, dan juga beraneka barang tambang. Harapannya hasil laut tersebut mampu membawa kemaslahatan bagi nelayan pada khususnya dan bagi masyarakat luas pada umumnya. Nilai kemaslahatan nelayan dapat diukur melalui indeks Nilai Tukar Nelayan. Oleh karena itu perlu dilakukan prediksi Nilai Tukar Nelayan agar dapat menjadi pertimbangan pengambilan keputusan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan nelayan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Woo-Joo Lee, dkk (2017) dengan mempelajari ide dari pengembangan hasil penelitian, maka penulis tertarik untuk menerapkan metode peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* pada data Nilai Tukar Nelayan (NTN). Dari uraian tersebut, maka penulis akan membahas permasalahan tersebut dalam skripsi ini dengan judul “Penerapan Metode Peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi Nilai Tukar Nelayan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* pada data Nilai Tukar Nelayan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian adalah untuk menerapkan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* pada data Nilai Tukar Nelayan (NTN).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menerapkan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* pada data Nilai Tukar Nelayan (NTN) sehingga mendapatkan hasil peramalan Nilai Tukar Nelayan berdasarkan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series*.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Data yang digunakan adalah data indeks Nilai Tukar Nelayan di Jawa Timur pada tahun 2012-2016.
2. Pengujian keakuratan menggunakan *Basis Indeks Agreement* dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
3. Hasil pengujian keakuratan dibandingkan dengan metode peramalan *winter*.

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 peramalan (*forecasting*), himpunan kabur, fungsi keanggotaan *fuzzy*, *fuzzy transform*, konsep dasar metode *fuzzy time series*, metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series*, pengujian tingkat keakuratan, uji normalitas, Nilai Tukar Nelayan (NTN), dan kajian prediksi dalam al-Quran.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan beberapa tahap 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 membahas bagaimana penerapan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* pada data Nilai Tukar Nelayan (NTN). Adapun langkah yang dilakukan diantaranya adalah penentuan himpunan semesta, penentuan banyak interval efektif, penentuan panjang kelas, *fuzzifikasi*, penentuan derajat keanggotaan, *defuzzifikasi* interval kelas, penentuan *fuzzy logical relationship*, penentuan *fuzzy logical relationship group*, *defuzzifikasi* masing-masing data dengan pembobot derajat keanggotaan, dan menentukan nilai prediksi.

Perhitungan nilai prediksi yang paling akurat pada penerapan metode peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* dilakukan perhitungan nilai prediksi pada orde 1 sampai orde 6.

Bab V Penutup

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



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Peramalan

Peramalan adalah suatu proses perkiraan secara sistematis tentang apa yang paling mungkin terjadi dimasa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimilikii agar kesalahannya dapat diperkecil. Peramalan tidak memberi jawaban pasti tentang apa yang akan terjadi, melainkan berusaha mencari yang sedekat mungkin dengan yang akan terjadi (Mulyono, 2008).

Menurut Render dan Heizer (2005) peramalan biasanya dikelompokkan oleh horizon waktu masa depan yang mendasarinya. Berdasarkan horizon waktunya, peramalan terbagi menjadi tiga kategori berikut:

1. Peramalan jangka pendek rentang waktu peramalannya kurang dari atau sama dengan 3 bulan.
2. Peramalan jangka menengah rentang waktu peramalannya 4 bulan hingga 3 tahun.
3. Peramalan jangka panjang rentang waktu peramalannya lebih dari 3 tahun.

2.2 Pengertian Himpunan Kabur

Himpunan *fuzzy* merupakan 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 rentan 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 masalah temperatur menggunakan kriteria dingin, normal, dan panas.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 40, 25 dan 50.

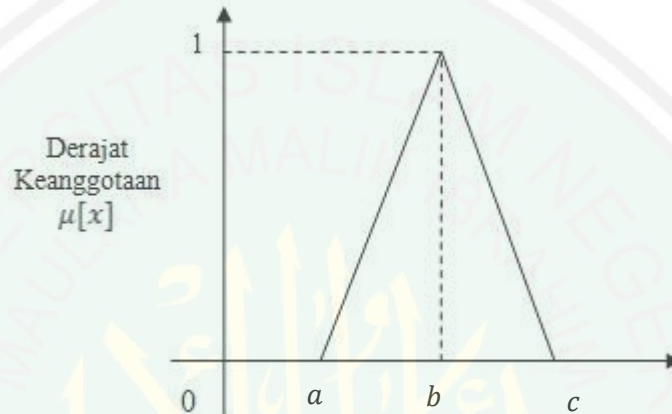
Pada himpunan *fuzzy* terdapat semesta pembicaraan yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh semesta pembicaraan untuk variabel temperatur $[0, 40]$. Dalam semesta pembicaraan terdapat domain himpunan *fuzzy* yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.3 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Kusumadewi dan Purnomo (2004) mengatakan fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik data masukan ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

1. Fungsi keanggotaan segitiga

Suatu fungsi keanggotaan himpunan kabur disebut fungsi keanggotaan segitiga jika mempunyai 3 parameter, yaitu $a, b, c \in R$ dengan $a \leq b \leq c$ dan dinyatakan dengan $S(x, a, b, c)$ dengan aturan:



Gambar 2.1 Kurva Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Segitiga

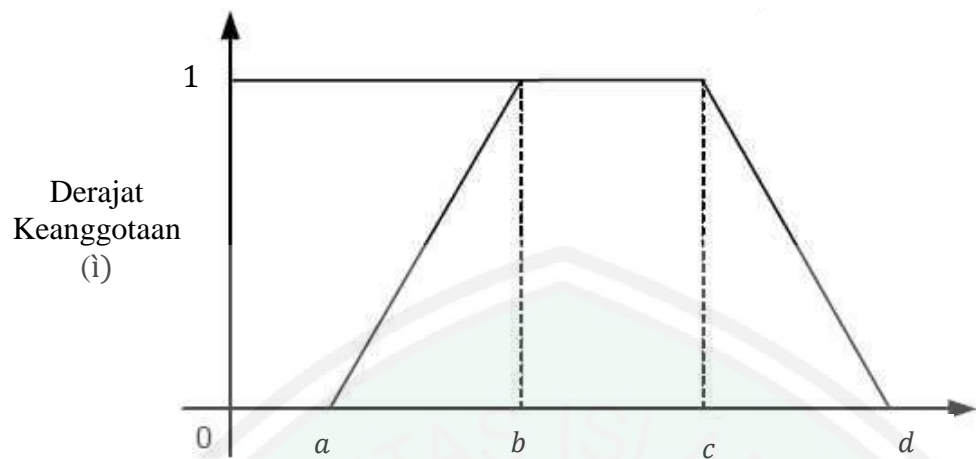
$S(x, a, b, c) \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$	(2.1)
---	-------

Fungsi keanggotaan segitiga juga dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$S(x, a, b, c) = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right)$$

2. Fungsi keanggotaan trapesium

Suatu fungsi keanggotaan kabur disebut fungsi keanggotaan trapesium jika mempunyai 4 parameter, yaitu $a, b, c, d \in R$ dengan $a \leq b \leq c \leq d$ dan dinyatakan dengan $T(x, a, b, c, d)$ dengan aturan:



Gambar 2.2 Kurva Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Segitiga

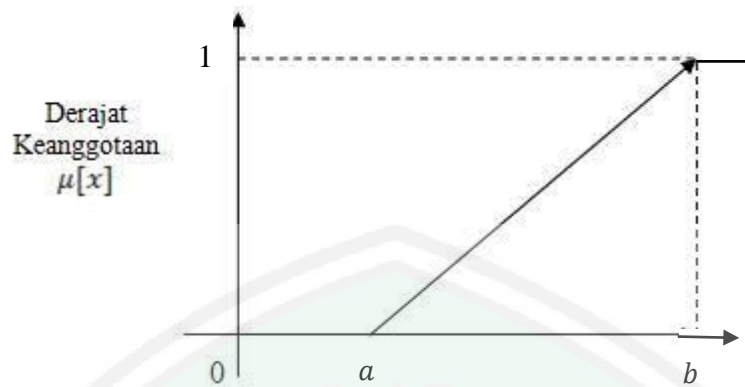
$$T(x, a, b, c, d) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & , c \leq x \leq d \\ 0 & , \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.2)$$

Fungsi keanggotaan trapesium juga dinyatakan dengan rumus:

$$T(x, a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$

3. Fungsi keanggotaan linier naik

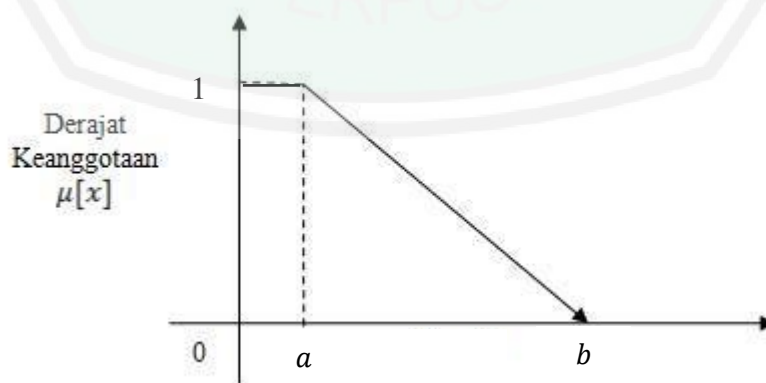
Garis lurus dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0 bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

Gambar 2.3 Kurva Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Linier Naik

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad x \geq b \end{cases} \quad (2.3)$$

4. Fungsi keanggotaan linier turun

Representasi linier turun merupakan kebalikan dari linier naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

Gambar 2.4 Kurva Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Linier Turun

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a} & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad x \leq a \end{cases} \quad (2.4)$$

2.4 Fuzzy Transform

Stevani (2009) mengatakan bahwa dasar dari pembelajaran *fuzzy transform* berdasarkan dari definisi berikut:

Definisi 2.4.1: Partisi dari himpunan *fuzzy* didefinisikan pada bilangan Real pada interval $[a, b]$ adalah terdiri dari penguraian $P = \{a = x_1 < x_2 < \dots < x_n = b\}$ dari $[a, b]$ $n - 1$ menjadi subinterval dari $[x_{k-1}, x_k]$, $k = 2, \dots, n$ dan merupakan anggota dari $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ dari n bilangan *fuzzy* (fungsi basis). Menentukan fungsi keanggotaan $A_1(x), A_2(x), \dots, A_n(x)$ untuk $x \in [a, b]$ dengan syarat sesuai dengan notasi himpunan $x_0 = a$ dan $x_{n+1} = b$, sebagai berikut:

1. $A_k: [a, b] \rightarrow [0,1]$ adalah fungsi kontinu dengan $A_k(x_k) = 1$, $A_k = 0$ untuk $[c \notin x_{k-1}, x_{k+1}]$.
2. $k = 2, 3, \dots, n$, A_k jika nilai cenderung meningkat pada $[x_{k-1}, x_k]$ dan turun pada $[x_k, x_{k+1}]$ maka nilai A_1 meningkat pada $[a, x_2]$; A_n adalah turun pada $[x_{n-1}, b]$.
3. Untuk setiap $x \in [a, b]$ partisinya menggunakan kondisi berikut ini:

$$\sum_k^n A_k(x) = 1 \quad (2.5)$$

Definisi 4.4.2.: Diberikan fungsi kontinu $f: [a, b] \rightarrow R$ dan a adalah partisi *fuzzy* (P, A) , transformasi *fuzzy* secara langsung dari f dengan terdefinisi ke pada (P, A) adalah n -tuple dari bilangan real $F = (F_1, F_2, \dots, F_n)^T$ diberikan dengan notasi $(.)^T$ yang berarti adalah transposisi Untuk $k = 1, 2, \dots, n$.

$$F_k = \frac{\int_a^b f(x)A_k(x)dx}{\int_a^b A_k(x)dx} = \frac{\int_{x_{k-1}}^{x_k} f(x)A_k dx}{\int_{x_{k-1}}^{x_k} A_k dx} \quad (2.7)$$

Definisi 4.4.3: Diberikan fungsi kontinu $f: [a, b] \rightarrow R$, a adalah partisi *fuzzy* (P, A) dan transformasi *fuzzy* pada $((F_1, F_2, \dots, F_n)^T$ dari f dengan yang terdefinisi ke (P, A) maka invers transformasi *fuzzy* adalah fungsi kontinu $\hat{f}_F: [a, b] \rightarrow R$ diberikan sebagai berikut:

$$\hat{f}_F(x) = \sum_{k=1}^n F_k A_k(x), \text{ untuk } x \in [a, b] \quad (2.8)$$

Aturan 1: Jika $f: [a, b] \rightarrow R$ adalah fungsi kontinu untuk setiap bilangan positif real \hat{a} , maka fungsi partisinya $(P_{\hat{a}}, A_{\hat{a}})$ sedemikian sehingga sesuai *F-Transform* $F_{\hat{a}} = (F_{1,\hat{a}}, F_{2,\hat{a}}, \dots, F_{n,\hat{a}})^T$ dan invers dari transformasi *fuzzy* adalah $\hat{f}_{F_{\hat{a}}}: [a, b] \rightarrow R$, sebagai berikut:

$$|f(x) - \hat{f}_{F_{\hat{a}}}(x)| < \hat{a}, \text{ untuk setiap } x \in [a, b]. \quad (2.9)$$

Untuk mendefinisikan partisi *fuzzy* (P, A) digunakan komposisi umum $P = \{a = x_1 < x_2 < \dots < x_n = b\}$ dari $[a, b]$ kepada $n - 1$ subinterval $[x_{k-1}, x_k]$ dan fungsi umum himpunan dari basis fungsi $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ untuk n anggota *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_n pada $[a, b]$ dinotasikan secara umum $h_k = x_k - x_{k-1}, k = 2, \dots, n$

Maka didapatkan $x_k = a + (k - 1)h$ dimana $h = \frac{b-a}{n-1}$. Dengan demikian dapat disusun cara partisi *fuzzy* adalah sebagai berikut:

Jika $c_1 < \dots < c_k$ merupakan himpunan titik dengan batas $[a, b]$ sedemikian sehingga $c_1 = a, c_k = b$ dan $k \geq 2$. Dapat dikatakan bahwa himpunan *fuzzy* A_1, \dots, A_k , diindikasikan dengan fungsi keanggotaan $\lambda_{A_1}(x), \dots, \lambda_{A_k}(x)$ yang terdefinisi pada $[a, b]$, merupakan *fuzzy* partisi dari $[a, b]$ jika memenuhi kondisi untuk $l = 1, \dots, k$ sebagai berikut:

1. $\mu_{A_l}: [a, b]$ sedemikian sehingga didapat $[0,1], \mu_{A_l}(c_l) = 1$
2. $\mu_{A_l}(x) = 0$ jika $x \notin (c_{l-1}, c_{l+1})$ dimana untuk menyamakan persamaan dianggap $c_0 = a$ dan $c_k = b$;
3. $\mu_{A_l}(x)$ adalah kontinyu
4. Untuk setiap $c \in [a, b]$,

$$\sum_{l=1}^k \mu_{A_l}(x) > 0 \quad (2.10)$$

Fungsi keanggotaan $\mu_{A_1}, \dots, \mu_{A_k}$ disebut sebagai fungsi basis. Contoh dari himpunan fuzzy A_1, \dots, A_k , dengan pola keanggotaan segitiga pada interval $[a, b]$ untuk $(l = 1, \dots, k)$ adalah sebagai berikut:

$$\mu_{A_l}(x) = \begin{cases} 1 - \left| \frac{x-c_l}{h_l} \right|, & x \in [c_{l-1}, c_{l+1}] \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.11)$$

Dimana $h_l = c_{l+1} - c_l, c_0$ dan $c_{k+1} = b$.

Transformasi $F^{(r)}$ memiliki derajat r berdasarkan fuzzy r -partisi yang diberikan dapat didefinisikan dengan vektor $F^{(r)} = (F_1^{(r)}, F_2^{(r)}, \dots, F_n^{(r)})^T$.

$$F_k^{(r)} = \frac{\int_b^a f(x) A_k^{(r)}(x) dx}{\int_b^a A_k^{(r)}(x) dx}, k = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

Dan invers $F^{(r)}$ ditransformasi dengan

$$\hat{f}^{(r)}(x) = \frac{1}{r} \sum_k^n F_k^{(r)} A_k^{(r)}(x) \quad (2.13)$$

Didapati bahwa $\hat{f}^{(r)}(x_k)$ memiliki struktur nilai rata-rata berubah menjadi $\{F_j^{(r)}, j = 1, \dots, n\}$ pada titik $x = x_k$ dengan asumsi $F_k^{(r)} = 0$ jika $k < 1$ atau $k > n$.

$$\widehat{f}^{(r)}(x_k) = \frac{1}{r} \sum_{j=k-r}^{k+r} F_j^{(r)} A_j^{(r)}(x_k) \quad (2.14)$$

Rata rata pembobot dari $F_{k-1}^{(r)}, \dots, F_k^{(r)}, \dots, F_{k+1}^{(r)}$ dengan pembobot $\frac{A_{k-1}^{(r)}(x_k)}{r}, \dots, \frac{1}{r}, \dots, \frac{A_{k+1}^{(r)}(x_k)}{r}$.

Didapatkan transformasi *fuzzy* $F^{(r)}$ sebagai berikut:

1. Untuk setiap $k = 1, 2, \dots, n$ fungsi $\frac{1}{r} \int_a^b [f(x) - y]^2 A_k^{(r)}(x) dx$ diminimalisasi dengan $y = F_k^{(r)}$.
2. Peminimalisir dari $\frac{1}{r} \sum_{k=1}^n \int_a^b [f(x) - y_k]^2 A_k^{(r)}(x) dx$ adalah $y = F^{(r)} = (F_1^{(r)}, F_2^{(r)}, \dots, F_n^{(r)})^T$ dinotasikan $(\cdot)^T$ berarti merupakan transposisi.
3. Untuk titik $r \geq 1$ dan untuk setiap $\alpha > 0$ terdapat 3 partisi *fuzzy* r -transformasi $(P_\alpha, A_\alpha^{(r)})$ dengan invers transformasi $F^{(r)}$ menjadi $\widehat{f}_\alpha^{(r)}$ untuk setiap $|f(x) - \widehat{f}_\alpha^{(r)}(x)| < \alpha$.

Apabila merupakan fungsi diskret $f: X \rightarrow \mathbb{R}$ yang terdapat dalam himpunan *finite* sebagai berikut $X = \{x_t: t = 1, \dots, n\} \subseteq [a, b]$. Sehingga didapatkan F -Transform dari fungsi diskret f yang masih berhubungan dengan A_1, \dots, A_k , didefinisikan dengan vektor numerik $F_l[f] = [F_1, F_2, \dots, F_k]$ dimana untuk setiap F_l didefinisikan sebagai berikut:

$$F_l = \frac{\sum_{t=1}^n f(x_t) \mu_{A_l}(x_t)}{\sum_{t=1}^n \mu_{A_l}(x_t)}, \quad l = 1, \dots, k \quad (2.15)$$

Jika F_l adalah nilai rata-rata pembobot dari f , dimana pembobot ditentukan oleh berdasarkan nilai keanggotaan. F_l disebut sebagai bagian dari F -Transform diskret.

Jika $F_k[f] = [F_1, \dots, F_k]$ menjadi F -Transform dari f yang masih berhubungan dengan A_1, \dots, A_k , maka menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

$$f_{F,k}(x_t) = \frac{\sum_{l=1}^k \lambda_{A_l}(x_t) F_l}{\sum_{l=1}^k \lambda_{A_l}(x_t)}, \quad l = 1, \dots, n \quad (2.16)$$

Disebut sebagai invers dari F -Transform dari f Invers dari F -Transform $f_{F,k}$ bisa menjadi sebarang pendekatan.

2.5 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Jika U adalah himpunan semesta terdefinisi, yang dinyatakan sebagai $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$, Maka suatu himpunan kabur A dari U dapat didefinisikan sebagai:

$$A_i = f_{A_i}(u_1)/u_1 + f_{A_i}(u_2)/u_2 + \dots + f_{A_i}(u_n)/u_n \quad (2.17)$$

Dengan f_{A_i} merupakan fungsi keanggotaan dari himpunan kabur A_i , u_k adalah elemen dari himpunan kabur A_i dan $f_{A_i}(u_k)$ adalah derajat keanggotaan dari u_k pada A_i , $k = 1, 2, 3, \dots, n$.

Definisi 2.5.1 Misalkan himpunan semesta $Y(t)$ dengan $t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n, \dots$ adalah subset dari R yang didefinisikan dengan himpunan kabur A_i . Jika $F(t)$ terdiri dari A_i dengan $i = 1, 2, \dots, n$ $F(t)$ didefinisikan sebagai FTS pada $Y(t)$ dengan $t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n, \dots$.

Definisi 2.5.2 Andaikan bahwa $F(t)$ disebabkan oleh $F(t - 1)$, maka relasi dari orde pertama dari $F(t)$ dapat ditulis sebagai $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1)$, di mana $R(t, t - 1)$ dan $F(t)$, adalah matriks relasi untuk menggambarkan hubungan

kabur antara $F(t - 1)$ dan ' \circ ' merupakan operator komposisi maksimum-minimum.

Definisi 2.5.3. Andaikan $F(t) = A_i$ disebabkan oleh $F(t - 1) = A_j$, maka *Fuzzy Logical Relationship* sebagai $A_i \rightarrow A_j$ (Tsaur, 2012).

Definisi 2.5.4. Menurut Song dan Chissom (1993) dalam Tsaur (2012), jika terdapat FLR yang diperoleh dari state A_2 , maka transisi dibuat ke transisi yang lain $A_j, j = 1, 2, \dots, n$, seperti, $A_2 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_2$, dan $A_2 \rightarrow A_3$. Oleh karena itu FLR dikelompokkan menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) seperti berikut:

$$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3 \quad (2.18)$$

Walaupun, berbagai model yang dimaksud untuk menentukan FLR, menurut Chen (1996) dan Tsaur (2012) FLRG dapat dikatakan mudah untuk dikerjakan dan dapat digunakan pada model yang dimaksud. Oleh karena itu, Song dan Chissom (1993) dalam Tsaur (2012) mengemukakan langkah-langkah untuk menyelesaikan model FTS, yaitu:

Langkah 1. Menentukan himpunan semesta U , dengan U adalah data historis. Ketika mendefinisikan himpunan semesta, data minimum dan data maksimum dari data historis yang diberikan D_{min} dan D_{max} . Pada dasarnya dari D_{min} dan D_{max} , didefinisikan himpunan semesta $U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$ di mana D_1 dan D_2 adalah bilangan positif yang sesuai.

Langkah 2. Menentukan panjang interval (l). Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Struges berikut:

$$1 = 3,322 \log(N) \quad (2.19)$$

dengan N adalah jumlah data observasi.

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

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (2.20)$$

Dengan,

U : himpunan semesta.

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

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari obyek dengan sebuah kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_1 adalah nilai yang mungkin dari U .

Perbedaan antara dua interval berturut-turut dapat didefinisikan dengan l sebagai berikut:

$$l = \frac{(D_{maks} + D_1 - D_{min} + D_2)}{n} \quad (2.21)$$

Maka setiap interval dapat dihitung nilai u_i sebagai berikut:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2l] \\ &\vdots \\ u_m &= [D_{min} - D_1 + (n - l), D_{min} - D_1 + ml] \end{aligned} \quad (2.22)$$

Langkah 3. Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh himpunan semesta pembicaraan U . Menurut Boaisa dan Amaitik (2010), seluruh himpunan kabur dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.). Himpunan *fuzzy* A_i adalah nilai linguistik dari data penelitian yang diwakili oleh himpunan *fuzzy* A_i di mana

$1 \leq i \leq m$. Kemudian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_n didefinisikan sebagai berikut:

$$A_1 = \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_n\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_n\}$$

⋮

$$A_n = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 1/u_n\}$$

Berikut adalah beberapa aturan:

Aturan 1. Jika data historis (Y_t) adalah u_i , maka derajat keanggotaan u_i adalah 1.

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

Aturan 2. Jika data historis (Y_t) adalah u_i , $1 < i < n$, maka derajat keanggotaan u_i

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

Aturan 3. Jika data historis (Y_t) adalah u_n , maka derajat keanggotaan u_n adalah

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

Langkah 4. Melakukan *fuzzifikasi* terhadap data historis. Pada langkah ini bertujuan untuk menemukan himpunan kabur yang sesuai untuk setiap data.

Langkah 5a. Menentukan FLR

Langkah 5b. Menentukan FLRG. Menurut Definisi 2.4.4 FLRG dapat diperoleh secara mudah.

Langkah 6. Menghitung *output* yang akan diramalkan. Jika $(t-1) = A_j$, peramalan dari $F(t)$ yaitu berlaku peraturan dasar berikut:

$$F(t) = m_k \quad (2.23)$$

Aturan 1. Jika FLRG dari A_j adalah kosong, A_j yakni terjadi pemetaan ke \emptyset , maka peramalan dari $F(t)$ adalah m_j , yaitu titik tengah dari interval u_j .

Aturan 2. Jika FLRG dari A_j adalah satu ke satu A_j yakni terjadi pemetaan ke A_k , untuk j dan $k = 1, 2, \dots, n$, maka peramalan dari $F(t)$ adalah m_k , yaitu titik tengah dari interval u_k :

$$F(t) = m_k. \quad (2.24)$$

Aturan 3. Jika FLRG dari A_j adalah satu ke banyak A_j yakni terjadi pemetaan ke A_1, A_5, A_3 , untuk $j = 1, 2, \dots, n$, maka peramalan dari $F(t)$ adalah sama untuk penghitungan rata-rata dari m_1, m_3, m_5 , titik tengah dari interval u_1, u_3 , dan u_5

$$F(t) = \frac{m_1 + m_3 + m_5}{n} \quad (2.25)$$

2.6 Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series*

Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* diperkenalkan oleh Jasim, dkk (2012) dengan langkah awal 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 (l)

Langkah 3. Menentukan jumlah interval (m)

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

Langkah 5. Menentukan FLR.

Langkah 6. Menentukan FLRG.

Perhitungan hasil prediksi pada waktu t ditentukan berdasarkan ketentuan berikut:

1. Jika FLRG A_i adalah kosong $A_i \rightarrow \text{kosong}$, maka hasil prediksi berada ditengah 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:

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

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 menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- iv. Jika $j < i$ dan $Y < 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan turun 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 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 akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval A_j .

Aturan 2

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

Aturan 3

- i. 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 .
 - ii. Jika $x \in A_j$ dengan $x = 2|Y| + D_{t-1}$ atau $x = D_{t-1} - 2|Y|$, maka kecenderungan nilai prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval A_j .
 - iii. Jika tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval A_j .
3. Jika FLRG A_j 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:
- i. 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.
 - ii. Jika selisih di antara setiap 2 dari $j_1, j_2, \dots, j_p > 2$ maka hasil prediksi dihitung menggunakan FLR pada langkah 7 ketentuan ke 2.

2.7 Metode Peramalan Novel dengan berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series*

Metode peramalan Novel dengan berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* yang dikenalkan oleh Woo-Joon Lee, dkk (2017) dengan langkah yang sedikit berbeda dengan *Fuzzy Time Series*. Pada metode ini menggabungkan konsep *Fuzzy Transformation* dengan *Fuzzy Time Series*. Berikut langkah-langkah metode peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transformation* dan *Fuzzy Time Series*:

Langkah 1. Mendefinisikan semesta pembicaraan yang didefinisikan sebagai U . D_{max} dan D_{min} merupakan nilai maksimum dan nilai minimum dari data *time series* $\{y_t: t = 1, 2, \dots, n\}$. Semesta pembicaraan U didefinisikan sebagai

$[D_{min} - c_1, D_{max} + c_2]$, dengan c_1 dan c_2 adalah bilangan real.

Langkah 2a. Membagi himpunan semesta U menjadi beberapa subhimpunan dan menghasilkan himpunan *fuzzy* $\{A_1, A_2, \dots, A_k\}$. Bagian dari himpunan *fuzzy* U dibentuk dari penguraian $\{a = c_1 < c_2 < \dots < c_k = b\}$ untuk U menjadi $k - 1$ subinterval $I_j = [c_j, c_{j+1}]$, $j = 1, \dots, k - 1$ dan menjadi himpunan *fuzzy* $\{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ diidentifikasi dari fungsi keanggotaan (fungsi basis) $\mu_{A_1}(x), \dots, \mu_{A_k}(x)$ untuk $x \in U$.

Langkah 2b. Menentukan panjang kelas.

Langkah 3a. *Fuzzifikasi* data *Time Series* $\{y_t: t = 1, 2, \dots, n\}$. Setiap data diubah menjadi anggota himpunan *fuzzy* sebanyak q kali. Jika y_t masuk ke dalam subinterval I_j dan nilai keanggotaan terdefinisi pada I_j adalah fungsi sisi bagian kiri $\mu_{A_{j+1}}(x)$, maka *fuzzifikasi* kiri dari y_t adalah A_{j+1}^1 . Jika anggota fungsi terdefinisi pada I_j dan merupakan fungsi bagian kanan dari $\mu_{A_j}(x)$, maka *fuzzifikasi* kanan dari y_t adalah A_j^2 .

Langkah 3b. Menentukan derajat keanggotaan pada y_t dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.

Langkah 4. Kemudian menentukan nilai *defuzzifikasi* interval yang merupakan himpunan *fuzzy* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F_j^h = \frac{\sum_{t=1}^n y_t \mu_{A_j^h}(y_t)}{\sum_{t=1}^n \mu_{A_j^h}(y_t)}, j = 1, \dots, k \quad (2.26)$$

Untuk $A_j^h(y_t)$ adalah derajat keanggotaan A_j^h pada y_t .

Langkah 5a. Membangun *fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang didefinisikan dari transisi pada data $t - 1$ ke data t . Menunjukkan bahwa $A_i^h \rightarrow A_j^h$ dengan $h = 1, 2, \dots, p$ dimana A_i^h dan A_j^h adalah bagian dalam $t - 1$ dan t .

Langkah 5b. Membangun *fuzzy logical relationship group* (FLRG)

Langkah 6. Menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* pada masing-masing y_t dengan menjumlahkan nilai m_j^h untuk setiap h adalah waktu t . Pada waktu t , m_j^h dengan $h = 1, 2, \dots, p$ di definisikan dengan aturan sebagai berikut:

Aturan 1: Jika FLR ada pada orde ke- \ddot{e} FLRG didefinisikan sebagai

$$A_{i\ddot{e}}^h, A_{i(\ddot{e}-1)}^h, \dots, A_{i2}^h, A_{i1}^h \rightarrow A_j^h \quad (2.27)$$

Nilai m_j^h adalah sama dengan F_j^h sesuai dengan A_j^h

Aturan 2: Jika FLR pada FLRG ditunjukkan

$$A_{i\ddot{e}}^h, A_{i(\ddot{e}-1)}^h, \dots, A_{i2}^h, A_{i1}^h \rightarrow A_{j1}^h, A_{j2}^h, \dots, A_{jr}^h \quad (r \geq 2) \quad (2.28)$$

Maka nilai m_j^h adalah sama dengan rata-rata dari $F_{j1}^h, F_{j2}^h, \dots, F_{jr}^h$ berdasarkan $A_{j1}^h, A_{j2}^h, \dots, A_{jr}^h$. Sehingga m_j^h adalah diberikan dari

$$m_j^h = \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r F_{js}^h \quad (2.29)$$

Aturan 3: jika FLR pada FLRG menunjukkan

$$A_{i\ddot{e}}^h, A_{i(\ddot{e}-1)}^h, \dots, A_{i2}^h, A_{i1}^h \rightarrow \text{kosong}$$

Dimana nilai m_j^h adalah

$$m_j^h = \frac{\ddot{e} F_{i1}^h + (\ddot{e} - 1) F_{i2}^h + \dots + 1 F_{i\ddot{e}}^h}{\ddot{e} + (\ddot{e} - 1) + \dots + 1} \quad (2.30)$$

Langkah 7. Menghitung nilai peramalan m_j pada waktu ke t sebagai berikut:

$$m_j = \frac{\sum_{h=1}^P w_j^h m_j^h}{\sum_{h=1}^P w_j^h} \quad (2.31)$$

Dimana $w_j^h = \frac{\alpha^h (y_t) + (\alpha-1) (y_t) + \dots + \alpha^h (y_t)}{\alpha + (\alpha-1) + \dots + 1}$ adalah nilai terboboti dari m_j^h berdasarkan nilai derajat keanggotaan.

Berdasarkan 7 langkah yang telah dijelaskan di atas merupakan *estimator* untuk prediksi *time series* menggunakan *transformasi fuzzy*.

2.8 Pengujian Keakuratan

Menurut Markridakis, 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. Kriteria yang digunakan untuk pengujian keakuratan diantaranya adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \quad (2.32)$$

dengan:

Y_t : data aktual pada periode t

F_t : hasil prediksi pada periode t

n : jumlah periode prediksi yang terlibat

Akurasi dari peramalan dapat dievaluasi dari *basis indeks of agreement* (D_1) dan *basis index of agreement* (D_2) disarankan oleh Woo, Joo Lee (2017).

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$D_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right| \quad (2.33)$$

$$D_2 = 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \quad (2.34)$$

N : banyak data pengamatan

P_i : nilai data perhitungan prediksi

O_i : nilai data aktual

\bar{O} : nilai rata-rata data aktual

2.9 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah model regresi mempunyai distribusi normal atau tidak. Asumsi normalitas merupakan persyaratan yang sangat penting pada pengujian signifikansi koefisien regresi. Model regresi yang baik adalah model regresi yang memiliki distribusi normal atau mendekati normal, sehingga layak dilakukan pengujian secara statistik. Menurut Singgih Santoso (2012), dasar pengambilan keputusan bisa dilakukan berdasarkan probabilitas (*Asymtotic Significance*), yaitu;

1. Jika probabilitas $> 0,05$ maka distribusi populasi adalah normal.
2. Jika probabilitas $< 0,05$ maka populasi tidak berdistribusi secara normal.
3. Jika data menyebar sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogramnya menunjukkan distribusi normal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.
4. Jika data menyebar jauh dari diagonal dan tidak mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogram tidak menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas

Selain itu uji normalitas digunakan untuk mengetahui bahwa data yang diambil berasal dari populasi berdistribusi normal. Uji yang digunakan untuk menguji kenormalan adalah uji Kolmogorov-Smirnov.

2.10 Nilai Tukar Nelayan

Menurut Basuki, dkk (2001), indikator perubahan pendapatan nelayan yang ada selama ini kurang tepat dan menyesatkan untuk menggambarkan secara tepat tentang perbaikan kesejahteraan nelayan karena belum membandingkan dengan pengeluaran nelayan untuk kebutuhan konsumsi keluarganya. Indikator yang lebih tepat adalah Nilai Tukar Nelayan (NTN) yang mempertimbangkan seluruh pendapatan dan pengeluaran keluarga.

Menurut Basuki, dkk (2001), NTN adalah rasio total pendapatan terhadap total pengeluaran rumah tangga nelayan selama periode waktu tertentu. Dalam hal ini, pendapatan yang dimaksud adalah pendapatan kotor atau dapat disebut sebagai penerimaan rumah tangga nelayan. Asumsi dasar dalam penggunaan konsep NTN tersebut adalah semua hasil usaha perikanan tangkap dipertukarkan atau diperdagangkan dengan hasil sektor non perikanan tangkap. Barang non perikanan tangkap yang diperoleh dari pertukaran ini dipakai untuk keperluan usaha penangkapan ikan, baik untuk proses produksi (penangkapan) maupun untuk konsumsi keluarga nelayan, karena data yang tersedia tidak memungkinkan untuk memisahkan barang non nelayan yang benar-benar dipertukarkan dengan bahan pangan. Pengeluaran subsistem yang dimiliki para kepala rumah tangga nelayan dapat diklasifikasikan sebagai : (a) konsumsi harian makanan dan minuman; (b)

konsumsi harian non makanan dan minuman; (c) pendidikan; (d) kesehatan; (e) perumahan; (f) pakaian; dan (g) rekreasi.

Secara umum tingkat kesejahteraan rumah tangga dapat diukur dari indikator Nilai Tukar Nelayan (NTN) yang dapat memperlihatkan kondisi rumah tangga nelayan tersebut dalam kurun waktu tertentu. Konsep Nilai Tukar Nelayan pada dasarnya merupakan indikator untuk mengukur tingkat kesejahteraan nelayan secara relatif. Indikator NTN juga merupakan ukuran kemampuan rumah tangga nelayan untuk memenuhi kebutuhan subsistensinya, sehingga NTN ini juga disebut Nilai Tukar Subsistem (Sadik, 2012).

Menurut Basuki, dkk (2001), NTN adalah rasio total pendapatan terhadap total pengeluaran rumah tangga nelayan selama periode waktu tertentu. Dalam hal ini, pendapatan yang dimaksud adalah pendapatan kotor atau dapat disebut sebagai penerimaan rumah tangga nelayan. NTN dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NTN = \frac{Y_t}{E_t} \quad (2.35)$$

Dengan:

$$Y_t = YF_t + YNF_t$$

$$E_t = EF_t + EK_t$$

Dimana :

Y_t : Total penerimaan dari usaha perikanan

Y_t : Total penerimaan nelayan dari non perikanan

EF_t : Total pengeluaran nelayan untuk usaha perikanan

EK_t : Total pengeluaran untuk konsumsi keluarga nelayan

t : Periode Waktu

2.11 Kajian Prediksi dalam Al Qur'an

Prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi di masa yang akan datang. Salah satu ayat di dalam Al-Quran yang menyiratkan pembahasan tentang prediksi adalah surat Yusuf ayat 47-49.

ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصِنُونَ ﴿٤٩﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْرِضُونَ ﴿٥٠﴾

Artinya: 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. Kemudian setelah itu akan datang tahun yang padanya manusia diberi hujan (dengan cukup) dan dimasa itu mereka memeras anggur" (QS. Yusuf:47-49).

Dalam tafsir dikatakan bahwa, orang-orang yang saleh harus senantiasa memikirkan kesejahteraan masyarakat dan mempunyai rencana untuk jangka panjang maupun jangka pendek.

Jika butir-butir gandum disimpan semetara masih berada pada kulitnya, dengan sendirinya ia akan lebih awet. Karena itu pada masa ketika belum ada alat-alat modern untuk menyimpan gandum secara efisien, maka penyimpanan harus mempertimbangkan pilihan-pilihan yang ada dan mempertimbangkannya dengan efisien.

Bersiap menghadapi segala macam bencana yang seperti bahaya kelaparan, gempa bumi, banjir dan perencanaan dan tindakan yang selayaknya bagi masa

depan bukan tidak sejalan dengan sikap tawakal kepada Allah dan pasrah kepada ketetapan-Nya.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Jenis penelitian merupakan penelitian terapan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Penelitian ini menggunakan data Nilai Tukar Nelayan (NTN) di Jawa Timur tahun 2012 hingga 2016 yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik www.bps.jatim.go.id. yang diakses pada tanggal 28 Januari 2018.

3.2 Teknik Analisis Data

Proses analisis data pada penelitian ini menggunakan *software Microsoft Excel* dan SPSS adapun tahap analisis yang dilakukan adalah:

1. Mendeskripsikan data.
2. Memodelkan peramalan Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series*.

Langkah 1. Menentukan himpunan semesta pembicaraan U , dengan U adalah selisih data historis data t dan $t - 1$. Kemudian menentukan data minimum (D_{min}) dan data maksimum (D_{max}). Sehingga semesta pembicaraan U dapat didefinisikan dengan $[D_{min} - c_1; D_{max} + c_2]$, dimana c_1 dan c_2 adalah bilangan positif yang sesuai.

Langkah 2a. Menentukan panjang kelas l menggunakan rumus Struges pada persamaan.

Langkah 2b. Penentuan panjang interval.

Langkah 3a. Menentukan *fuzzifikasi* serta pendefinisian himpunan *fuzzy* kanan dan *fuzzy* kiri untuk seluruh semesta pembicaraan U .

Langkah 3b. Menentukan derajat keanggotaan pada data dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.

Langkah 4. Menentukan nilai *defuzzifikasi* interval.

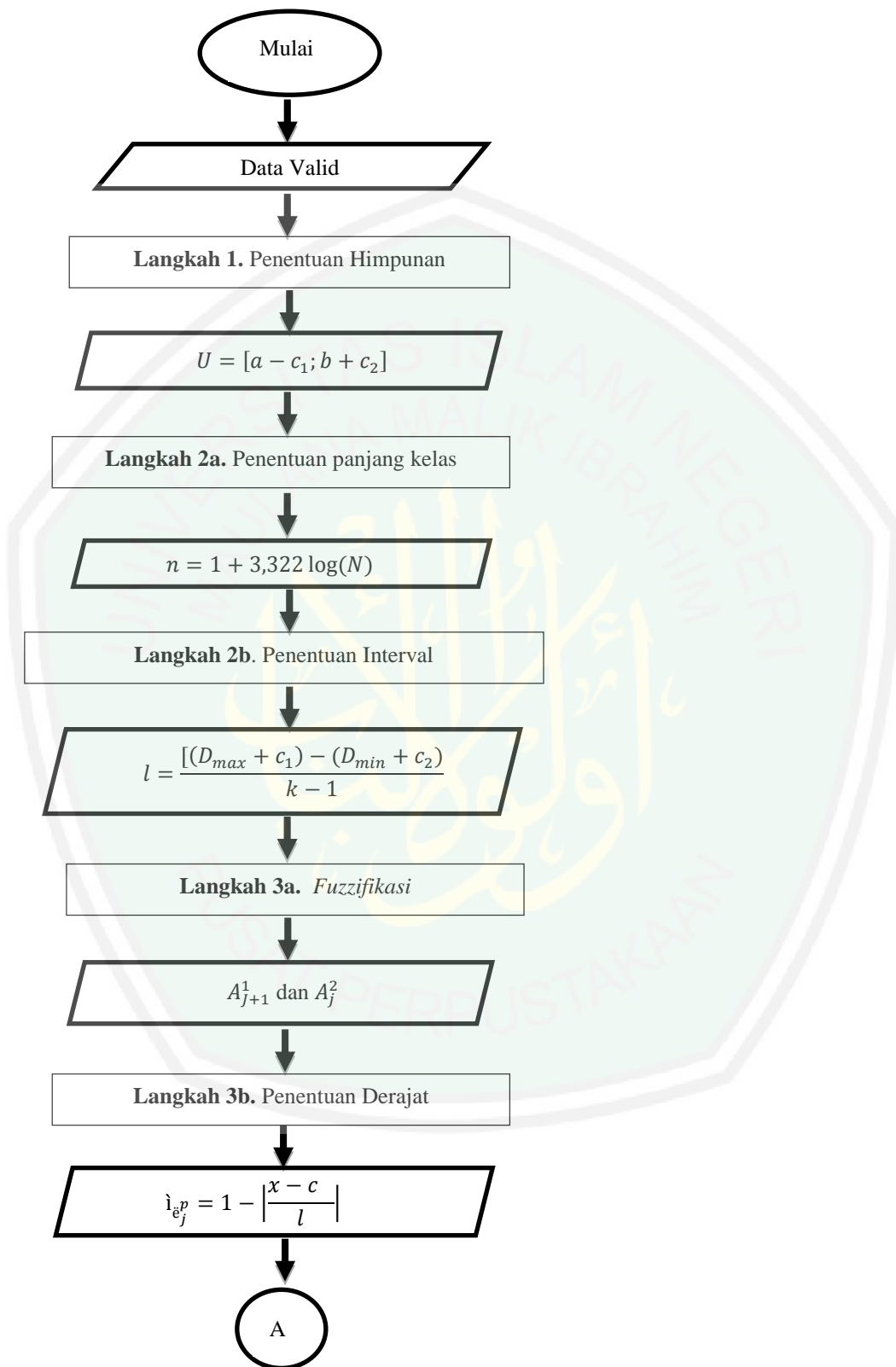
Langkah 5a. Membangun FLR

Langkah 5b. Membangun FLRG

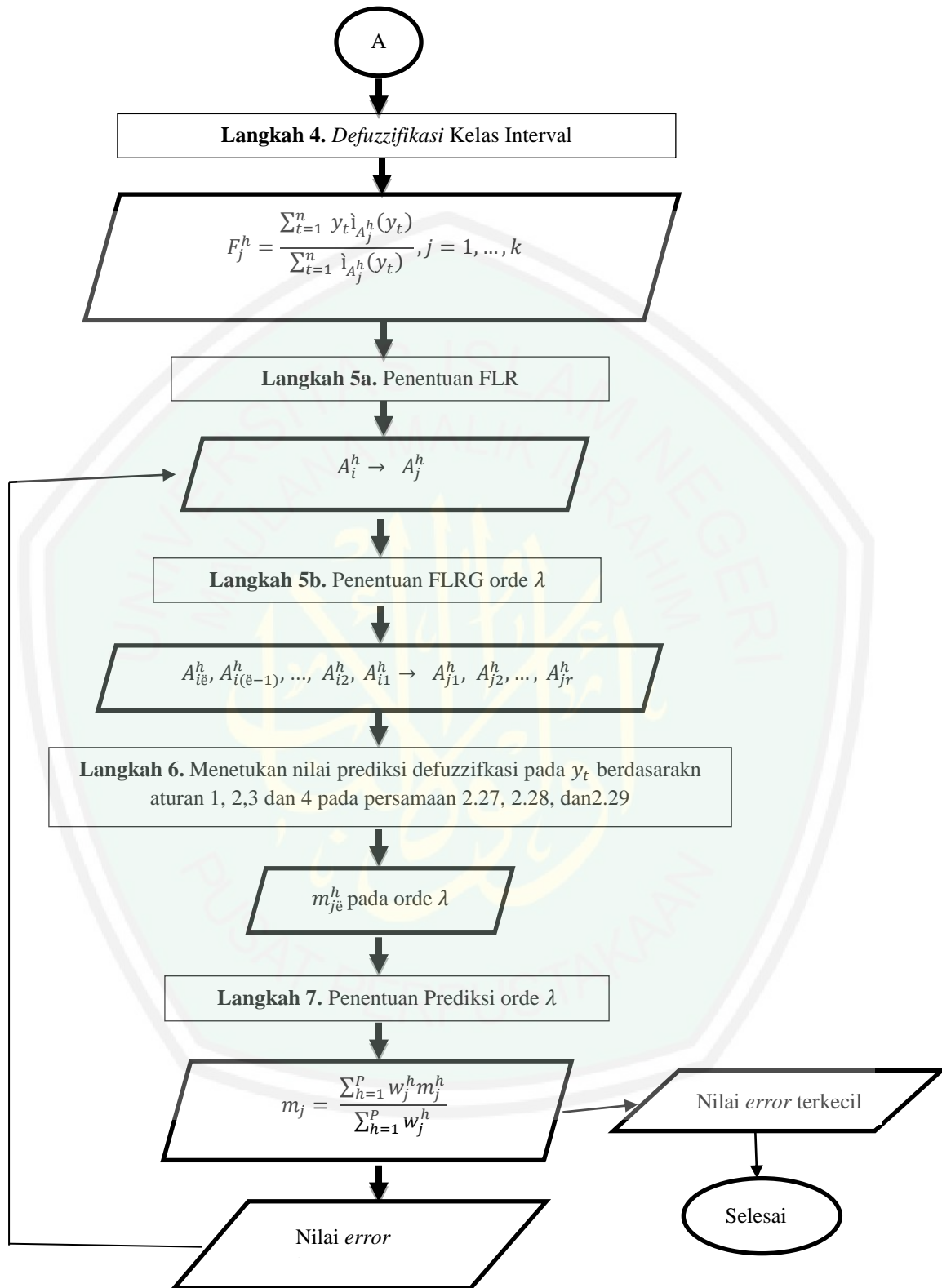
Langkah 6. Menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* untuk setiap *fuzzifikasi* pada data t , berdasarkan aturan peramalan berdasarkan *fuzzy transformation* dan *fuzzy time series* pada persamaan 2.27, 2.29 dan 2,30.

Langkah 7. Penentuan nilai peramalan.

Proses prediksi menggunakan algoritma Novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart



Gambar 3.2 Lanjutan Gambar 3.1

3. Memilih penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* yang memiliki nilai *error* terkecil untuk memprediksi nilai data selanjutnya.
4. Membandingkan dengan metode *Winter Exponential*
5. Mengkaji prediksi dalam al Quran
6. Menarik kesimpulan



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Deskriptif Data

Pada penelitian ini model peramalan Novel berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* diterapkan pada data Nilai Tukar Nelayan provinsi Jawa Timur tahun 2012-2016. Data disajikan di tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Indeks Nilai Tukar Nelayan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012-2016 dalam persen.

t	Bulan	Data (X_t)	t	Bulan	Data (X_t)	t	Bulan	Data (X_t)
1	Jan-12	98,91	21	Sep-13	102,52	41	Mei-15	105,47
2	Feb-12	98,13	22	Okt-13	101,44	42	Jun-15	107,52
3	Mar-12	98,91	23	Nov-13	101,68	43	Jul-15	108,79
4	Apr-12	98,52	24	Des-13	102,50	44	Agu-15	108,30
5	Mei-12	99,26	25	Jan-14	103,80	45	Sep-15	107,54
6	Jun-12	99,90	26	Feb-14	105,31	46	Okt-15	107,72
7	Jul-12	100,49	27	Mar-14	104,99	47	Nov-15	107,01
8	Agu-12	100,54	28	Apr-14	105,69	48	Des-15	104,91
9	Sep-12	100,96	29	Mei-14	106,56	49	Jan-16	106,33
10	Okt-12	99,69	30	Jun-14	106,81	50	Feb-16	108,30
11	Nov-12	100,66	31	Jul-14	108,72	51	Mar-16	107,61
12	Des-12	101,53	32	Agu-14	110,36	52	Apr-16	109,19
13	Jan-13	103,24	33	Sep-14	109,29	53	Mei-16	110,72
14	Feb-13	102,93	34	Okt-14	109,44	54	Jun-16	112,68
15	Mar-13	103,09	35	Nov-14	104,90	55	Jul-16	113,93
16	Apr-13	102,72	36	Des-14	102,58	56	Agu-16	113,92
17	Mei-13	103,66	37	Jan-15	105,97	57	Sep-16	114,91
18	Jun-13	104,36	38	Feb-15	107,18	58	Okt-16	113,90
19	Jul-13	104,88	39	Mar-15	105,33	59	Nov-16	114,49
20	Agu-13	104,83	40	Apr-15	104,41	60	Des-16	115,99

Pada Tabel 4.1 (X_t) menyatakan data prosentase Nilai Tukar Nelayan pada setiap bulannya, nilai NTN didapatkan dari menghitung daya jual nelayan terhadap produk dibagi dengan biaya operasional nelayan. NTN menggambarkan

produksi yang dibeli. NTN digunakan untuk mengetahui tingkat kesejahteraan nelayan.

Semakin tinggi NTN maka nelayan semakin sejahtera. Untuk mengetahui apakah data NTN mewakili data sesungguhnya dilapangan maka perlu dilakukan uji normalitas. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 60 data, yaitu data Nilai Tukar Nelayan tahun Januari 2012 sampai Desember 2016. Uji normalitas dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk, karena data yang digunakan lebih dari 30 data. Uji Shapiro-Wilk dinyatakan dengan formula berikut:

$$G = b_n + c_n + \ln \left(\frac{T_3 - d_n}{1 - T_3} \right)$$

Dengan:

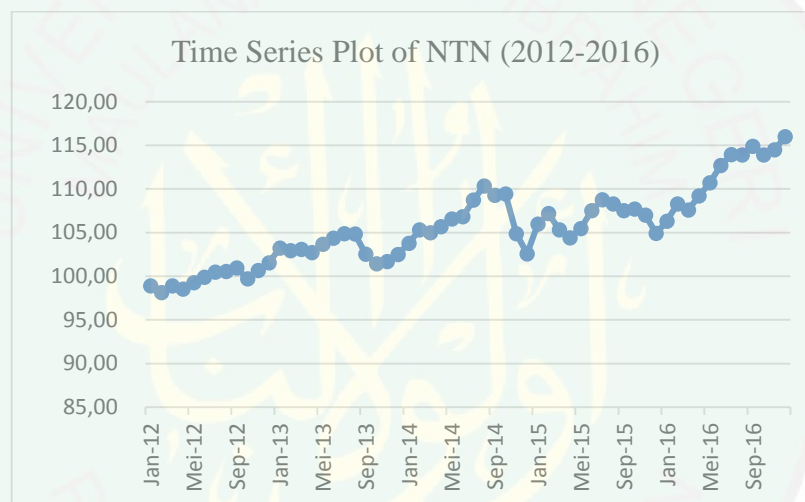
$$T_3 = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X_{n-i+1} - X_i) \right]^2$$

$$D = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Dimana:

- G : Identik dengan nilai Z distribusi normal
- b_n, c_n, d_n : Konversi statistik Shapiro-Wilk dengan pendekatan distribusi normal
- a_i : Koefisien test Shapiro Wilk (0,5)
- X_{n-i+1} : Angka ke $n - i + 1$ pada data
- X_i : Angka ke i pada data
- \bar{X} : Rata-rata data

Dengan menggunakan program SPSS didapatkan nilai signifikansi uji Shapiro-Wilk pada Lampiran 1 adalah sebesar 0,077. Secara teori data yang memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data diatas berdistribusi normal. Dapat dikatakan bahwa data NTN tahun 2012-2016 merupakan data berdistribusi normal yang mewakili data sesungguhnya dilapangan. Sehingga data dapat diolah lebih lanjut. Berdasarkan Tabel 4.1 digambarkan plot *time series* berikut:



Gambar 4.1 Plot *Time Series* Data NTN

Dari Gambar 4.1 menjelaskan bahwa NTN pada setiap bulannya mengalami kenaikan dan penurunan. Menurut Makridakis, dkk (1999), kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data disebut dengan *trend*. Sehingga dapat dikatakan bahwa data NTN merupakan data dengan pola trend.

4.2 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 1 Pada Data NTN

Penerapan prediksi menggunakan algoritma Novel berdasarkan metode *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* merupakan penggabungan kajian keilmuan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series*. Adapun algoritma yang berdasarkan metode tersebut adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Menentukan himpunan semesta pembicaraan U , dengan U adalah data historis yang berupa selisih data pada (X_t) dan (X_{t-1}) . berdasarkan data Tabel 4.1. Selisih tersebut dinyatakan sebagai data y_t , dimana diperoleh dari selisih nilai (X_t) terhadap (X_{t-1}) , $y_t = (X_t) - (X_{t-1})$. Sehingga himpunan semesta pembicaraan yang akan digunakan dalam metode ini menggunakan data pada Tabel 4.2. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa anggota semesta pembicaraan pada penelitian ini adalah nilai $y_t = (X_t) - (X_{t-1})$.

Tabel 4.2 Data Selisih (X_t) dan (X_{t-1})

Bulan	y_t	Bulan	y_t
		Apr 2013-Mar 2013	-0,37
Feb 2012 – Jan 2012	-0,78	Mei 2013-Apr 2013	0,94
Mar 2012-Feb 2012	0,78	Jun 2013-Mei 2013	0,70
Apr 2012-Mar 2012	-0,39	Jul 2013-Jun 2013	0,51
Mei 2012-Apr 2012	0,74	Aug 2013 - Jul 2013	-0,04
Jun 2012-Mei 2012	0,64	Sept 2013-Aug 2013	-2,32
Jul 2012-Jun 2012	0,59	Okt 2013- Sept 2013	-1,07
Aug 2012-Jul 2012	0,05	Nov 2013 -Okt 2013	0,24
Sept 2012-Aug 2012	0,42	Des 2013-Nov 2013	0,82
Okt 2012- Sept 2012	-1,27	Jan 2014-Des 2013	1,29
Nov 2012-Okt 2012	0,97	Feb 2014 – Jan 2014	1,51
Des 2012-Nov 2012	0,87	Mar 2014 -Feb 2014	-0,32
Jan 2013-Des 2012	1,71	Apr 2014-Mar 2014	0,70
Feb 2013 – Jan 2013	-0,31	Mei 2014 -Apr 2014	0,87
Mar 2013-Feb 2013	0,16	Jun 2014 – Mei 2014	0,25

Bulan	y_t	Bulan	y_t
Okt 2015- Sept 2015	0,18	Jul 2014-Jun 2014	1,91
Nov 2015 -Okt 2015	-0,70	Aug 2014 - Jul 2014	1,64
Des 2015-Nov 2015	-2,10	Sept 2014-Aug 2014	-1,07
Jan 2016 -Des 2016	1,42	Okt 2014- Sept 2014	0,15
Feb 2016 – Jan 2016	1,97	Nov 2014 -Okt 2014	-4,54
Mar 2016 -Feb 2016	-0,69	Des 2014-Nov 2014	-2,32
Apr 2016 - Mar 2016	1,59	Jan 2015 -Des 2014	3,39
Mei 2016 -Apr 2016	1,53	Feb 2015 – Jan 2015	1,21
Jun 2016 – Mei 2016	1,96	Mar 2015 -Feb 2015	-1,85
Jul 2016-Jun 2016	1,25	Apr 2015-Mar 2015	-0,92
Aug 2016 - Jul 2016	-0,01	Mei 2015 -Apr 2015	1,06
Sept 2016-Aug 2016	0,99	Jun 2015 – Mei 2015	2,05
Okt 2016- Sept 2016	-1,00	Jul 2015-Jun 2015	1,27
Nov 2016 -Okt 2016	0,58	Aug 2015 - Jul 2015	-0,49
Des 2016-Nov 2016	1,51	Sept 2015-Aug 2015	-0,76

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui data yang memiliki nilai selisih terendah (D_{min}) yaitu pada bulan November – Oktober 2014 (data ke-35) yaitu sebesar -4,54. Dan yang memiliki nilai selisih tertinggi (D_{max}) yaitu pada bulan Januari – Desember 2015 (data ke-37) sebesar 3,39. Nilai y_t didapatkan dari selisih data (X_t) dan (X_{t-1}), misalkan pada saat $t = 2$. Sehingga (X_2) = 98,13 dan (X_{2-1}), = (X_1) = 98,91. Selisih dari data ke-2 dan ke-1 adalah $98,13 - 98,91 = -0,78$. Sehingga nilai $y_2 = -0,78$. Sementara pada saat $t = 1$ tidak bisa didapatkan nilai y_1 , karena (X_1) = 98,91 dan (X_{1-1}) = (X_0) = 0 tidak ada pada saat $X_0 = 0$

Untuk menentukan himpunan semesta pembicaraan U dibutuhkan nilai c_1 dan c_2 yang merupakan bilangan positif yang sesuai untuk mempermudah perhitungan interval. Interval berdasarkan nilai D_{min} dan D_{max} yang diperoleh. Selanjutnya digunakan nilai $c_1 = 0,06$ dan $c_2 = 0,41$, himpunan semesta pembicaraan U didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 U &= [D_{min} - c_1; D_{max} + c_2] \\
 &= [-4,54 - c_1; 3,39 + c_2] \\
 &= [-4,54 - 0,06; 3,39 + 0,41] \\
 &= [-4,60; 3,80]
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan himpunan semesta pembicaraan

$$U = [-4,60; 3,80]$$

Langkah 2a. Menentukan banyak kelas untuk membagi himpunan semesta (U) menjadi beberapa bagian kelas. Dengan menggunakan rumus Struges pada Persamaan (2.19) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n &= 1 + 3,322 \log(N) \\
 &= 1 + 3,322 \log(60) \\
 &= 6,907018 = 7
 \end{aligned}$$

Sehingga banyaknya kelas (n) adalah 7. Himpunan semesta U yang sudah ditentukan sebelumnya, dibagi ke dalam 7 kelas untuk menentukan nilai linguistik dan data *defuzzifikasi* ($l = 1, \dots, 7$).

Langkah 2b Menentukan panjang kelas dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{[(D_{max} + c_1) - (D_{min} + c_2)]}{k - 1} \\
 &= \frac{[-4,54 - 0,06; 3,39 + 0,41]}{7 - 1} \\
 &= \frac{8,4}{6} \\
 &= 1,4
 \end{aligned}$$

Diperoleh panjang interval setiap kelas adalah 1,4, sehingga didapatkan 6 interval yang terdefinisi sebagai berikut, $I_1 = [-4,60; -3,20]$, $I_2 = [-3,20; -1,80]$, $I_3 = [-1,80; -0,40]$, $I_4 = [-0,40; 1,00]$,

$I_5 = [1,00; 2,40]$, dan $I_6 = [2,40; 3,80]$.

Dari 6 interval kelas tersebut dapat dibangun 7 partisi *fuzzy* (*fuzzy partition*) dari himpunan *fuzzy* yang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Partisi semesta pembicaraan U berupa himpunan *fuzzy* yaitu $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$, dan A_7 . Sehingga diperoleh *fuzzy partisi* berdasarkan persamaan adalah $A_1 = [-4,60; -3,20]$, $A_2 = [-4,60; -1,8]$, $A_3 = [-3,20; -0,40]$, $A_4 = [-1,8; 1,00]$, $A_5 = [-0,40; 2,40]$, $A_6 = [1,00; 3,8]$, dan $A_7 = [2,40; 3,80]$.

Langkah 3a. Menentukan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga. Masing-masing interval *fuzzy* partisi merupakan interval dari himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan definisi sebagai berikut:

A_1 = selisih indeks nilai tukar nelayan sangat rendah

A_2 = selisih indeks nilai tukar nelayan rendah,

A_3 = selisih indeks nilai tukar nelayan cukup rendah

A_4 = selisih indeks nilai tukar nelayan sedang

A_5 = selisih indeks nilai tukar nelayan cukup tinggi

A_6 = selisih indeks nilai tukar nelayan tinggi

A_7 = selisih indeks nilai tukar nelayan sangat tinggi.

Jika nilai y_t berada pada interval I_j dan memiliki fungsi keanggotaan yang terdefinisi pada interval I_j yang memiliki fungsi keanggotaan kiri pada $I_{A_{j+1}}(x)$ maka diperoleh A_{j+1}^1 sebagai nilai *fuzzifikasi* sisi kiri. Jika nilai y_t berada pada interval I_j dan memiliki fungsi keanggotaan yang terdefinisi pada interval I_j yang memiliki fungsi keanggotaan kanan pada $I_{A_j}(x)$ maka

diperoleh A_j^2 sebagai nilai *fuzzifikasi* sisi kanan. Nilai derajat keanggotaan $I_{A_j}(x)$ yang dapat diperoleh adalah mulai pada data y_2 karena y_1 tidak memiliki nilai.

Contoh pada data ke-2 nilai y_t adalah -0,78 terdefinisi pada interval himpunan *fuzzy* kiri $A_4 = [-1,80; 1,00]$. Sehingga dapat dinyatakan y_2 memiliki fungsi keanggotaan *fuzzy* kiri yaitu A_4^1 dengan kelas linguistik sedang. Disisi lain y_2 terdefinisi pada himpunan *fuzzy* kanan $A_3 = [-3,20; -0,40]$, maka dapat dinyatakan pula y_2 memiliki fungsi keanggotaan *fuzzy* kanan yaitu A_3^2 dengan nilai linguistik cukup rendah. Nilai *fuzzifikasi* seterusnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Langkah 3b. Menentukan derajat keanggotaan berdasarkan langkah 3a masing-masing nilai y_t memiliki dua keanggotaan yaitu keanggotaan kiri dan kanan. Sehingga masing-masing y_t juga memiliki dua derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan kiri dinotasikan dengan $\mu_{A_t^1}$ yang dihitung berdasarkan Persamaan (2.11). Derajat keanggotaan kanan dinotasikan dengan $\mu_{A_t^2}$ dihitung berdasarkan Persamaan (2.11). Sebagai contoh untuk data pada bulan Februari 2012 memiliki y_t sebesar -0,78 memiliki derajat keanggotaan 0,729121 memiliki *fuzzy* number A_4^1 . Disisi lain nilai -0,78 juga merupakan anggota himpunan *fuzzy* sebelah kanan dengan derajat keanggotaan 0,270879, *fuzzifikasi* berada pada himpunan A_3^2 . Perhitungan derajat keanggotaan *fuzzy* data NTN terdapat pada Tabel 4.3.

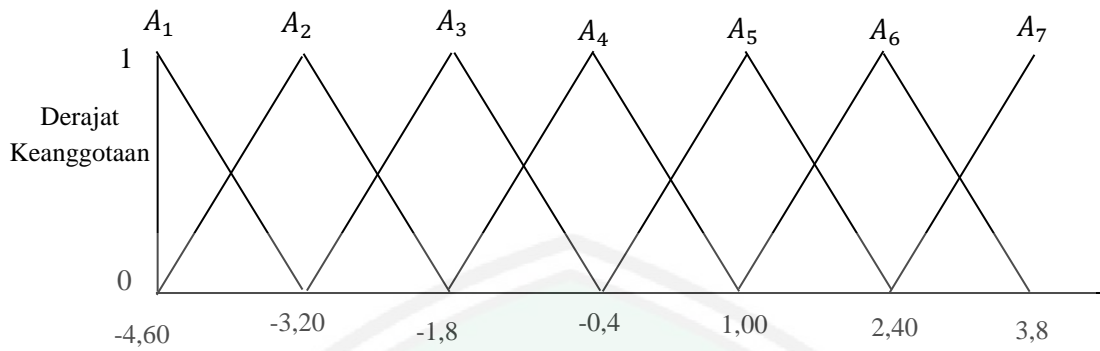
Tabel 4.3 Perhitungan Derajat Keanggotaan *Fuzzy Kiri*

T	Data Aktual	y_t	<i>Fuzzy Number</i> ¹	$\hat{\mu}_{e_t^1}$
1	98,91			--
2	98,13	-0,78	A_4^1	$\hat{\mu}_{e_4^1} = 1 - \left \frac{x - c_4}{1,4} \right $ $= \left \frac{(-0,78 - (-0,4))}{(1,4)} \right $ $= 0,29121$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60	115,99	-1,51	A_6^1	$\hat{\mu}_{e_6^1} = 1 - \left \frac{x - c_6}{1,4} \right $ $= \left \frac{(-1,51 - 2,4)}{(1,4)} \right $ $= 0,361$

Tabel 4.4 Perhitungan Derajat Keanggotaan *Fuzzy Kanan*

T	Data Aktual	y_t	<i>Fuzzy Number</i> ²	$\hat{\mu}_{e_t^2}$
1	98,91			--
2	98,13	-0,78	A_3^2	$\hat{\mu}_{e_3^2} = 1 - \left \frac{x - c_3}{1,4} \right $ $= \left \frac{(-0,78 - (-1,8))}{(1,4)} \right $ $= 0,270879$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60	115,99	-1,51	A_5^2	$\hat{\mu}_{e_5^2} = 1 - \left \frac{x - c_5}{1,4} \right $ $= \left \frac{(-1,51 - 1)}{(1,4)} \right $ $= 0,639$

Adapun derajat keanggotaan fuzzifikasi digambarkan dalam Gambar 4.2, dimana satu data dapat menjadi anggota dari 2 interval secara sekaligus, yaitu fuzzifikasi kiri dan fuzzifikasi kanan.



Gambar 4.2 Gambar Derajat Keanggotaan *Fuzzifikasi* data selisih NTN antar bulan

Langkah 4. Menentukan nilai *defuzzifikasi* F_j^h terhadap nilai A_j^h berdasarkan Persamaan (2.26). F_j^h adalah nilai *defuzzifikasi* pada interval yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai *defuzzifikasi* didapatkan dengan melibatkan variabel derajat keanggotaan $\dot{\iota}_{A_j^h}(y_t)$ dan nilai y_t .

$$F_j^h = \frac{\sum_{t=1}^n y_t \dot{\iota}_{A_j^h}(y_t)}{\sum_{t=1}^n \dot{\iota}_{A_j^h}(y_t)}, j = 1, \dots, k$$

Misalkan menghitung F_3^1

$$\begin{aligned} F_j^h &= \frac{\sum_{t=1}^n y_t \dot{\iota}_{A_j^h}(y_t)}{\sum_{t=1}^n \dot{\iota}_{A_j^h}(y_t)} \\ &= \frac{y_{21} \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{21}) + y_{36} \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{36}) + y_{39} \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{39}) + y_{48} \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{48})}{\dot{\iota}_{A_3^1}(y_{21}) + \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{36}) + \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{39}) + \dot{\iota}_{A_3^1}(y_{48})} \\ &= \frac{(-1,46223) + (-1,46126) + (-1,7845) + (-1,6478)}{0,631318 + (0,630643) + (0,9655) + 0,783571} \\ &= \frac{-6,3559}{3,01103} \\ &= -2,1109 \end{aligned}$$

Nilai *defuzzifikasi* seluruh interval terdapat dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5 Defuzzyfikasi F_p^h terhadap A_i^h

Fuzzy Value	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
F_p^1	-	-4,54	-2,1109	-0,82337	0,63439	1,70792	3,39
F_p^2	-4,54	-2,2535	-0,9782	0,08289	1,45346	3,39	-

Peramalan data NTN menggunakan algoritma Novel berdasarkan *fuzzy transformation* dan *fuzzy time series* Orde 1 melibatkan 1 data historis yaitu $(d_t) - (d_{t-1})$, atau juga disebut sebagai data y_t . Menghitung prediksi dapat dimulai dari $t = 2$ dengan menggunakan y_2 . Sementara pada $t = 1$ tidak bisa dihitung karena y_1 tidak memiliki nilai.

Langkah 5. Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) orde 1. Berdasarkan pada Lampiran 2 Tabel *fuzzifikasi* data maka dapat dibentuk FLR yang merupakan hubungan antara data *current state* terhadap data *next state* dalam bentuk himpunan kabur. Sebagai contoh untuk data ke-21 yaitu A_3^1 ke A_3^1 (yang merupakan data ke 22), $A_3^1 \rightarrow A_4^1$. *Fuzzy logical relationship* (FLR) pada data ke-36 adalah $A_3^1 \rightarrow A_7^1$, pada data ke-39 adalah $A_3^1 \rightarrow A_4^1$ dan data ke-48 adalah $A_3^1 \rightarrow A_6^1$. Maka didapat *fuzzy logical relationship group* (FLRG) adalah $A_3^1 \rightarrow A_4^1, A_7^1, A_4^1, A_6^1$.

Seluruhan nilai *fuzzy logical relationship group* kiri orde 1 adalah sebagai berikut:

$$A_1^1 \rightarrow 0$$

$$A_2^1 \rightarrow A_3^1$$

$$A_3^1 \rightarrow A_4^1, A_7^1, A_4^1, A_6^1$$

$$A_4^1 \rightarrow A_5^1, A_5^1, A_5^1, A_5^1, A_6^1, A_4^1, A_5^1, A_3^1, A_6^1, A_5^1$$

$$A_5^1 \rightarrow (A_6^1 * 6), A_4^1, A_5^1, A_6^1, (A_5^1 * 6), A_5^1, A_6^1, (A_5^1 * 3), A_6^1, A_2^1, A_4^1, A_5^1, A_4^1, A_6^1$$

$$A_6^1 \rightarrow A_5^1, A_6^1, A_5^1, A_6^1, A_4^1, A_6^1, A_4^1, A_6^1, A_4^1, (A_6^1 * 3), A_5^1$$

$$A_7^1 \rightarrow A_6^1$$

Fuzzy logical relationship data next stste y_t yang terdefinisi pada fungsi sisi kiri interval pertama adalah sebanyak 0 data, yakni tidak ada pemetaan pada interval pertama sisi kiri orde 1. Pemetaan pada Interval ke-2 adalah sebanyak 1 data, interval ke-3 sebanyak 4 data, interval ke-4 sebanyak 10 data, interval ke-5 sebanyak 26 data, interval ke-6 sebanyak 16 data, dan interval ke-7 sebanyak 1 data.

Didapatkan keseluruhan nilai *fuzzy logical relationship group* kanan orde 1 adalah sebagai berikut:

$$A_1^2 \rightarrow A_2^2$$

$$A_2^2 \rightarrow A_3^2, A_6^2, A_3^2, A_5^2$$

$$A_3^2 \rightarrow A_4^2, A_4^2, A_4^2, A_4^2, A_5^2, A_3^2, A_4^2, A_2^2, A_5^2, A_4^2$$

$$A_4^2 \rightarrow (A_5^2 * 6), A_3^2, A_4^2, A_5^2, (A_4^2 * 6), A_4^2, A_5^2, (A_4^2 * 3), A_5^2, A_1^2, A_3^2, A_4^2, A_3^2, A_5^2$$

$$A_5^2 \rightarrow A_4^2, A_5^2, A_4^2, A_5^2, A_3^2, A_5^2, A_3^2, A_5^2, A_3^2, (A_5^2 * 3), A_4^2$$

$$A_6^2 \rightarrow A_5^2$$

$$A_7^2 \rightarrow 0$$

Fuzzy logical relationship data next stste y_t yang terdefinisi pada fungsi sisi kanan interval pertama adalah sebanyak 1 data, yakni terjadi pemetaan $A_1^2 \rightarrow A_2^2$. Pemetaan pada interval ke-2 adalah sebanyak 4 data, interval ke-10 sebanyak 4 data, interval ke-4 sebanyak 26 data, interval ke-5 sebanyak 16 data, interval ke-6 sebanyak 1 data, dan interval ke-7 tidak ada pemetaan.

Langkah 6. menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* m_j^h untuk setiap data pada fungsi keanggotaan kiri dan kanan dalam waktu t .

Tabel 4.6 Menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* m_j^h sisi Kiri

t	Waktu	FLRG Kiri	m_t^1
1	Jan-12	--	--
2	Feb-12	--	--
3	Mar-12	$A_5^1 \rightarrow (A_6^1 * 6), A_4^1, A_5^1, A_6^1, (A_5^1 * 6),$ $A_5^1, A_6^1, (A_5^1 * 3), A_6^1, A_2^1, A_4^1, A_5^1, A_4^1, A_6^1$	$m_3^1 = \frac{1}{17}((10xF_6^1) + (3xF_4^1)$ $+ (12xF_5^1) + F_2^1)$ $= 0,3866835$
	:		:
60	Des-16	$A_6^1 \rightarrow A_5^1, A_6^1, A_5^1, A_6^1, A_4^1, A_6^1, A_4^1,$ $A_6^1, A_4^1, (A_6^1 * 3), A_5^1$	$m_{60}^1 = \frac{1}{13}((3xF_5^1) + (3xF_4^1)$ $+ (7xF_6^1))$ $= 0,4321744$

Simbol (--) menjelaskan tidak dapat dilakukan *defuzzifikasi*, karena pada metode peramalan berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* nilai *fuzzifikasi* didapatkan setelah satu data y_t .

Tabel 4.7 Menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* m_j^h sisi Kanan

t	Waktu	FLRG kanan	m_t^2
1	Jan-12	--	--
2	Feb-12	--	--
3	Mar-12	$A_4^2 \rightarrow (A_5^2 * 6), A_3^2, A_4^2, A_5^2,$ $(A_4^2 * 6), A_4^2, A_5^2, (A_4^2 * 3),$ $A_5^2, A_1^2, A_3^2, A_4^2, A_3^2, A_5^2$	$m_3^2 = \frac{1}{17}((10xF_5^2) + (3xF_3^2)$ $+ (12xF_4^2) + F_1^2)$ $= 0,017248$
	:		:
60	Des-16	$A_5^2 \rightarrow A_4^2, A_5^2, A_4^2, A_5^2, A_3^2, A_5^2,$ $A_3^2, A_5^2, A_3^2, (A_5^2 * 3), A_4^2$	$m_{60}^2 = \frac{1}{13}((3xF_4^2) + (3xF_3^2)$ $+ (7xF_5^2)) = 0,16812$

Simbol (--) menjelaskan tidak dapat dilakukan *defuzzifikasi*, karena pada metode peramalan berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* nilai *fuzzifikasi* didapatkan setelah satu data y_t .

Langkah 7. Menentukan prediksi orde 1. Untuk menentukan prediksi pada orde

1 melibatkan variabel nilai prediksi *fuzzifikasi* pada masing-masing data y_t , nilai prediksi *defuzzifikasi*, dan nilai pembobot berupa derajat keanggotaan fungsi *fuzzy* pada masing-masing data y_t . Perhitungan prediksi dengan menambahkan perhitungan pada persamaan (2.31) dan data aktual pada saat

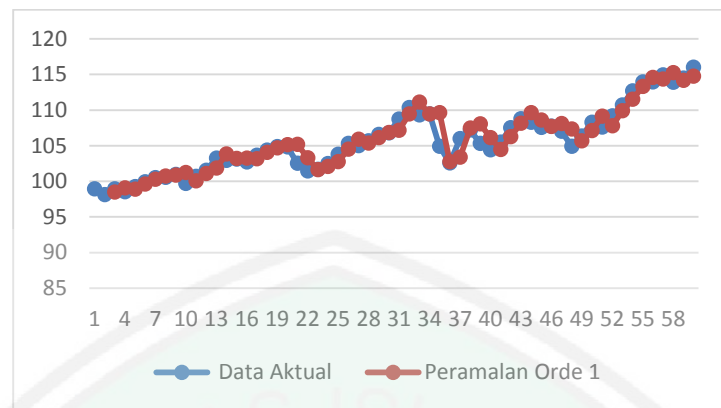
data ke- $(t - 1)$. Misalkan ingin mencari nilai prediksi data ke-3 (m_3), dengan menggunakan Persamaan 2.31.

$$\begin{aligned}
 m_3 &= \frac{(m_3^1 \times w_3^1) + (m_3^2 \times w_3^2)}{(w_3^1 + w_3^2)} + (t_2) \\
 &= \frac{(0,3866835 \times 0,839287) + (0,017248 \times 0,1607139)}{(0,839287 + 0,160713)} + 98,13 \\
 &= 0,32731 + 98,13 = 98,46
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil Peramalan Orde 1

t	Data Aktual	Peramalan Orde 1	t	Data Aktual	Peramalan Orde 1	t	Data Aktual	Peramalan Orde 1
1	98,91		21	102,52	105,17	41	105,47	104,44
2	98,13		22	101,44	103,31	42	107,52	106,27
3	98,91	98,46	23	101,68	101,63	43	108,79	108,15
4	98,52	99,08	24	102,50	102,08	44	108,30	109,64
5	99,26	98,90	25	103,80	102,73	45	107,54	108,59
6	99,90	99,62	26	105,31	104,48	46	107,72	107,71
7	100,49	100,26	27	104,99	105,90	47	107,01	108,09
8	100,54	100,74	28	105,69	105,36	48	104,91	107,32
9	100,96	100,86	29	106,56	106,10	49	106,33	105,68
10	99,69	101,23	30	106,81	106,85	50	108,30	107,11
11	100,66	100,07	31	108,72	107,15	51	107,61	109,11
12	101,53	101,07	32	110,36	109,44	52	109,19	107,78
13	103,24	101,84	33	109,29	111,10	53	110,72	109,88
14	102,93	103,84	34	109,44	109,45	54	112,68	111,50
15	103,09	103,21	35	104,90	109,62	55	113,93	113,31
16	102,72	103,26	36	102,58	102,73	56	113,92	114,59
17	103,66	103,14	37	105,97	103,40	57	114,91	114,35
18	104,36	104,04	38	107,18	107,46	58	113,90	115,23
19	104,88	104,70	39	105,33	108,04	59	114,49	114,18
20	104,83	105,11	40	104,41	106,14	60	115,99	114,75

Berdasarkan Tabel 4.8 Didapatkan nilai peramalan nilai NTN pada data *training* pada periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. Plot perbandingan antara data aktual dengan data peramalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 1

Pada Gambar 4.2 terlihat nilai data peramalan mendekati nilai data aktual. Tetapi pada beberapa data terdapat perbedaan yang cukup lebar antara data aktual dan data peramalan. Terlihat pada data ke 35 nilai peramalan menjauhi nilai data aktual sebesar 4,72%.

Perlu dilakukan perhitungan nilai *error* pada orde 1 agar dapat diketahui orde yang memiliki nilai *error* terkecil. Orde yang memiliki nilai *error* kecil menunjukkan bahwa orde tersebut memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan orde lainnya. Untuk menghitung nilai *error* menggunakan perhitungan MAPE pada Persamaan 2.32, hasil perhitungan MAPE terdapat pada Lampiran 3.

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{58} \sum_{t=1}^{58} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{58} \times 0,513719 \times 100\% \\
 &= 0,008857 \times 100\% \\
 &= 0,8857 \%
 \end{aligned}$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 1 adalah 0,8857 %. Nilai maksimum dari *mean absolute percentage error* adalah 1, sehingga jika nilai *error*

mendekati 0 maka *error* dikatakan semakin kecil serta perhitungan dikatakan semakin akurat.

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{1}{58} \sum_{i=1}^{58} \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right| \\ &= \frac{1}{58} \times 92,612958 \\ &= 0,8857226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - \left| \frac{92,612958}{4.288,60165} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - 0,021595 = 0,978405 \end{aligned}$$

Nilai *basis indeks of agreement* (D_1) pada orde 1 adalah 0,8857226. Perhitungan nilai D_1 terdapat pada Lampiran 5. Semakin kecil nilai D_1 maka keakuratannya dinyatakan baik. Sementara untuk *basis index of agreement* (D_2) pada orde 1 memiliki nilai 0,978405. Nilai D_2 dikatakan baik ketika mendekati nilai 1. Perhitungan nilai D_2 terdapat pada Lampiran 6.

4.3 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 2 Pada Data NTN

Pada metode peramalan orde 1 terdapat beberapa nilai peramalan yang menjauhi nilai data aktual. Oleh karena itu perlu diterapkan metode peramalan orde 2 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun langkah pada orde 2 untuk Langkah 1 sampai Langkah 4 sama seperti pada orde 1.

Langkah 5. Menentukan *fuzzy logical relationship group* (FLRG) orde 2 berdasarkan tabel *fuzifikasi* data pada Lampiran 2. Pada peramalan orde 2

melibatkan data *current state* sebanyak 2 data untuk mendapatkan FLRG orde 2. Misalkan FLR kiri pada data y_3 *current state* A_4^1, A_5^1 sehingga pemetaan pada *next state* adalah A_5^1 . Maka hubungan FLR kiri pada data y_3 orde 2 adalah $A_4^1, A_5^1 \rightarrow A_5^1$. FLRG Orde 2 sisi kanan dan kiri secara lengkap terdapat pada Lampiran 7 dan 8.

Tabel 4.9 FLR Orde 2 Fungsi Sisi Kiri

A_2^1, A_3^1	\rightarrow	A_7^1
A_3^1, A_4^1	\rightarrow	A_5^1, A_6^1
A_3^1, A_6^1	\rightarrow	A_6^1
\vdots	\vdots	\vdots
A_7^1, A_6^1	\rightarrow	A_3^1

Tabel 4.10 FLR Orde 2 Fungsi Sisi Kanan

A_1^2, A_2^2	\rightarrow	A_6^2
A_2^2, A_3^2	\rightarrow	A_4^2, A_5^2
A_2^2, A_5^2	\rightarrow	A_5^2
\vdots	\vdots	\vdots
A_6^2, A_5^2	\rightarrow	A_2^2

Langkah 6. Menentukan nilai prediksi *defuzzifikasi* m_j^h untuk setiap data pada fungsi keanggotaan kiri dan kanan dalam waktu t . Perhitungan peramalan pada orde 2 menggunakan FLRG orde 2 untuk mencari nilai m_t^1 dan m_t^2 . Sementara untuk nilai w_t^1 dan w_t^2 menggunakan nilai yang sama dengan yang digunakan pada orde 1. Prediksi nilai *defuzzy* berdasarkan FLR pada $t = 4$. FLR orde 2 untuk $t = 4$ adalah A_4^1 dan A_5^1 , yakni terjadi pemetaan pada A_5^1 . sehingga dapat dikatakan $A_4^1, A_5^1 \rightarrow A_5^1$. Dimana memiliki FLRG $A_4^1, A_5^1 \rightarrow A_5^1, A_5^1, A_5^1, A_2^1, A_4^1, A_6^1$. Nilai *defuzzifikasi* pada $t = 4$ berdasarkan aturan 2 yaitu menggunakan Persamaan 2.28.

$$A_{i\bar{e}}^h, A_{i(\bar{e}-1)}^h, \dots, A_{i2}^h, A_{i1}^h \rightarrow A_{j1}^h, A_{j2}^h, \dots, A_{jr}^h \quad (r \geq 2) \tag{2.28}$$

Maka nilai m_j^h adalah sama dengan rata-rata dari $F_{j1}^h, F_{j2}^h, \dots, F_{jr}^h$ berdasarkan $A_{j1}^h, A_{j2}^h, \dots, A_{jr}^h$. Sehingga m_j^h adalah diberikan dari

$$m_j^h = \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r F_{js}^h \quad (2.29)$$

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde2 Kiri

t	Waktu	FLR Orde 2 Kiri	FLRG Orde 2 Kiri	m_t^1
1	Jan-12			--
2	Feb-12			--
3	Mar-12	--		
4	Apr-12	$A_{4,2}^1, A_{5,2}^1$ $\rightarrow A_{5,2}^1$	$A_{4,2}^1, A_{5,2}^1 \rightarrow A_{5,2}^1, A_{5,2}^1,$ $A_{5,2}^1, A_{2,2}^1, A_{4,2}^1,$ $A_{6,2}^1$	$m_{4,2}^1 = \frac{1}{6}((3xF_5^1) + F_2^1 + F_4^1 + F_6^1)$ $= \frac{1}{6}((3x(-2,1109)) + (-4,54) + (-$ $0,82337) + 1,70792)$ $= (-0,28999)$
	:	:	:	:
60	Des-16	$A_{4,2}^1, A_{5,2}^1$ $\rightarrow A_{6,2}^1$	$A_{4,2}^1, A_{5,2}^1 \rightarrow A_{5,2}^1, A_{5,2}^1,$ $A_{5,2}^1, A_{2,2}^1, A_{4,2}^1, A_{6,2}^1$	$m_{60,2}^1 = \frac{1}{6}((3xF_5^1) + F_2^1 + F_4^1 + F_6^1)$ $= \frac{1}{6}((3x 0,63439) - 4,54) + (-$ $0,82337) + 1,70792)$ $= (-0,28999)$

Nilai prediksi defuzzifikasi $m_{4,2}^1$ FLR sisi kiri orde 2 adalah sebesar - 0,28999, kemudian nilai prediksi defuzzifikasi dihitung pada setiap data sampai data ke-60. Selanjutnya dilakukan perhitungan defuzzifikasi orde 2 FLRG kanan

Tabel 4.12 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde2 Kanan

t	Waktu	FLR Orde 2 Kanan	FLRG Orde 2 Kanan	m_t^2
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	$A_{3,2}^2, A_{4,2}^2$ $\rightarrow A_{4,2}^2$	$A_{3,2}^2, A_{4,2}^2$ $\rightarrow A_{4,2}^2, A_{4,2}^2, A_{4,2}^2,$ $A_{1,2}^2, A_{3,2}^2, A_{5,2}^2$	$m_{4,2}^2 = \frac{1}{6}((3xF_4^2) + F_1^2 + F_3^2 + F_5^2)$ $= \frac{1}{2}((3x 0,08289) - (-4,54)) +$ $(-0,9782) + 1,45346) = (-0,6528)$
	:	:	:	:

60	Des-16	$A_{3,2}^2, A_{4,2}^2$ $\rightarrow A_{5,2}^2$	$A_{3,2}^2, A_{4,2}^2 \rightarrow A_{4,2}^2, A_{4,2}^2,$ $A_{4,2}^2, A_{1,2}^2, A_{3,2}^2, A_{5,2}^2$	$m_{60,2}^2 = \frac{1}{2}((3x F_4^2) + F_1^2 + F_3^2 + F_5^2)$ $= \frac{1}{6}((3x 0,08289) -$ $(-0,9782) + 1,45346$ $= (0,6528)$
----	--------	---	--	---

Nilai prediksi *defuzzifikasi* m_4^2 FLR sisi kanan orde 2 adalah sebesar 0,6528 kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60.

Langkah 7. Menentukan prediksi orde 2 Untuk menentukan prediksi orde 2 pada data ke 4, dengan menggunakan Persamaan 2.31.

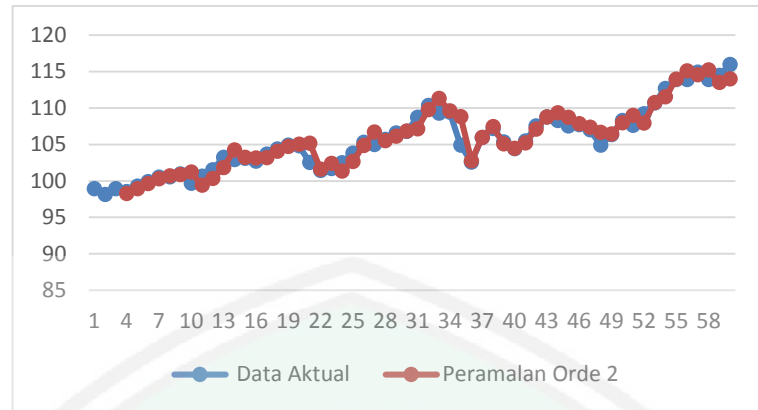
$$\begin{aligned}
 m_4 &= \frac{(m_{4,2}^1 x w_2^1) + (m_{4,2}^2 x w_2^2)}{(w_4^1 + w_4^2)} + (t_3) \\
 &= \frac{((-0,2926) x 0,01025) + ((-0,63652) x 0,98975)}{(0,01025 + 0,98975)} + 98,91 \\
 &= -0,63299 + 98,91 = 98,27
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Hasil Estimasi Peramalan Orde 2

T	Data Asli	Y	Peramalan	t	Data Asli	Y	Peramalan
1	98,91			31	108,72	0,3473	107,16
2	98,13			32	110,36	1,0764	109,80
3	98,91			33	109,29	0,9503	111,31
4	98,52	-0,63299	98,27	34	109,44	0,3111	109,60
5	99,26	0,41654	98,94	35	104,90	-0,6225	108,82
6	99,90	0,38817	99,65	36	102,58	-2,1635	102,73
7	100,49	0,37029	100,27	37	105,97	3,3936	105,97
8	100,54	0,20268	100,69	38	107,18	1,4911	107,46
9	100,96	0,31977	100,86	39	105,33	-2,1157	105,06
10	99,69	0,22953	101,19	40	104,41	-0,8811	104,45
11	100,66	-0,29052	99,40	41	105,47	0,7853	105,20

12	101,53	-0,32349	100,34	42	107,52	1,6439	107,11
13	103,24	0,28367	101,82	43	108,79	1,2622	108,78
14	102,93	1,00791	104,25	44	108,30	0,55103	109,34
15	103,09	0,302342	103,24	45	107,54	0,42332	108,72
16	102,72	0,072576	103,16	46	107,72	0,31164	107,85
17	103,66	0,48118	103,20	47	107,01	-0,3669	107,35
18	104,36	0,405775	104,07	48	104,91	-0,3705	106,64
19	104,88	0,347024	104,71	49	106,33	1,52952	106,44
20	104,83	0,175426	105,05	50	108,30	1,62897	107,96
21	102,52	0,33834	105,17	51	107,61	0,6880	108,98
22	101,44	-0,89815	101,62	52	109,19	0,3255	107,93
23	101,68	0,95260	102,40	53	110,72	1,5991	110,74
24	102,50	-0,33749	101,35	54	112,68	0,9393	111,52
25	103,80	0,15529	102,66	55	113,93	1,2752	113,95
26	105,31	1,06037	104,86	56	113,92	1,1817	115,11
27	104,99	1,39392	106,70	57	114,91	0,6309	114,55
28	105,69	0,51735	105,50	58	113,90	0,3109	115,22
29	106,56	0,45971	106,15	59	114,49	-0,4039	113,50
30	106,81	0,26522	106,83	60	115,99	-0,5123	113,98

Data peramalan pada orde 2 memiliki nilai yang lebih mendekati nilai aktual, hal ini dapat diamati dari Gambar 4.3 dan dengan melakukan perhitungan nilai *error*.



Gambar 4.4 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 4

Pada data ke-37 nilai peramalan sama dengan nilai data aktual, hal ini menunjukkan perbaikan model peramalan yang dihasilkan pada orde 2. Akan tetapi nilai peramalan pada data ke 21 dan ke-35 menjauhi data sebenarnya. Untuk mengetahui akurasi perhitungan pada orde 2 maka dilakukan perhitungan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{57} \sum_{t=1}^{57} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{57} \times 0,4012097 \times 100\% \\
 &= 0,007038768 \times 100\% = 0,703876 \%
 \end{aligned}$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 2 adalah 0,007038768.

Nilai *error* pada orde 2 lebih kecil dari pada orde 1. Perhitungan *mean absolute percentage error* terdapat pada Lampiran 9

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right| \\
 &= \frac{1}{57} \times 40,120975 \\
 &= 0,70387676
 \end{aligned}$$

$$D_2 = 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - \left| \frac{65,109308}{4169,980468} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - 0,015612 = 0,984386$$

Nilai *basis indeks of agreement* (D_1) pada orde 2 adalah 0,70387676. Nilai D_1 pada orde 2 lebih kecil dari pada orde 1. Sementara untuk *basis index of agreement* (D_2) pada orde 2 memiliki nilai 0,984386. Nilai D_2 pada orde 2 semakin mendekati nilai 1 dibandingkan dengan orde sebelumnya. Perhitungan D_1 terdapat pada Lampiran 10 dan D_2 terdapat pada Lampiran 11

Tabel 4.14 Perbandingan nilai *error* pada orde 1 dan orde 2

	ORDE 1	ORDE 2
MAPE	0,8857%	0,7038768%
D_1	0,885723	0,703876765
D_2	0,978405	0,98438618

Pada tabel diatas didapatkan nilai *error* pada orde 2 lebih rendah dari pada nilai *error* pada perhitungan peramalan pada orde 1. Tetapi karena terdapat beberapa nilai yang menjauhi data aktual, maka perlu dilakukan perbaikan model peramalan dengan melakukan peramalan menggunakan orde 3.

4.4 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 3 Pada Data NTN

Pada metode peramalan orde 2 terdapat beberapa nilai peramalan yang sedikit menjauhi nilai data aktual. Oleh karena itu perlu diterapkan metode peramalan orde 3 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun langkah pada orde 3 untuk Langkah 1 sampai Langkah 4 sama seperti pada orde 1 dan 2.

Langkah 5. menentukan FLRG orde 3 berdasarkan tabel *fuzifikasi* data pada Lampiran 2. Pada peramalan orde 3 melibatkan data *current state* sebanyak

3 data untuk mendapatkan FLRG orde 3. Data yang historis yang digunakan dalam Orde 2 adalah $(X_{t-1}), (X_{t-2}),$ dan (X_{t-3}) Misalkan FLR kiri pada data y_3 *current state* A_4^1, A_5^1, A_5^1 yakni terjadi pemetaan pada *next state* A_5^1 . Maka hubungan FLR kiri pada data y_5 orde 3 adalah $A_4^1, A_5^1, A_5^1 \rightarrow A_5^1$. FLRG Orde 3 sisi kanan dan kiri secara lengkap terdapat pada Lampiran 13 dan 14. Berikut FLRG orde 3 sisi kiri:

Tabel 4.15 FLRG Orde 3 Sisi Kiri

A_2^1, A_3^1, A_7^1	\rightarrow	A_6^1
A_3^1, A_4^1, A_5^1	\rightarrow	A_5^1
\vdots	\vdots	\vdots
A_7^1, A_6^1, A_3^1	\rightarrow	A_4^1

Tabel 4.16 FLRG Orde 3 Sisi Kanan

A_1^2, A_2^2, A_6^2	\rightarrow		A_5^2
A_2^2, A_3^2, A_4^2	\rightarrow		A_4^2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_6^2, A_5^2, A_2^2	\rightarrow		A_3^2

Langkah 6 perhitungan peramalan pada orde 3 menggunakan FLR dan FLRG orde 3 untuk mencari nilai m_t^1 dan m_t^2 . Sementara untuk nilai w_t^1 dan w_t^2 menggunakan nilai yang sama dengan yang digunakan pada orde 1. Prediksi nilai *defuzzy* berdasarkan FLR pada $t = 5$. FLRs orde 5 untuk $t = 5$ adalah $A_{4,3}^1, A_{5,3}^1, A_{5,3}^1$, yakni terjadi pemetaan pada $A_{5,3}^1$, sehingga dapat ditulis $A_{4,3}^1, A_{5,3}^1, A_{5,3}^1 \rightarrow A_{5,3}^1$. Memiliki FLRG $A_{4,3}^1, A_{5,3}^1, A_{5,3}^1 \rightarrow A_{5,3}^1, A_{6,3}^1, A_{6,3}^1$. Dapat diprediksi nilai *defuzzifikasi* pada $t=5$ berdasarkan aturan 2, Persamaan 2.28 dan Persamaan 2.29.

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 3 Kiri

t	Waktu	FLR Orde 3 Kiri	FLRG Orde 3 Kiri	m_t^1
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	--	--	--
5	Mei-12	$A_{4\ 3}^1, A_{5\ 3}^1, A_{5\ 3}^1$ $\rightarrow A_{5\ 3}^1$	$A_{4\ 3}^1, A_{5\ 3}^1, A_{5\ 3}^1$ $\rightarrow A_{5\ 3}^1, A_{6\ 3}^1, A_{6\ 3}^1$	$m_{5\ 3}^1 = \frac{1}{3}(F_5^1 + (2xF_6^1))$ $= \frac{1}{3}(0,63439 + (2x1,70792)) = 1,35$
	:		:	:
60	Des-16	$A_{5\ 3}^1, A_{4\ 3}^1, A_{5\ 3}^1$ $\rightarrow A_{5\ 3}^1$	$A_{5\ 3}^1, A_{4\ 3}^1, A_{5\ 3}^1$ $\rightarrow A_{5\ 3}^1, A_{6\ 3}^1$	$m_{60\ 3}^1 = \frac{1}{3}(F_5^1 + F_6^1)$ $= \frac{1}{2}(0,63439 + 1,70792) = 1,173764$

Nilai prediksi defuzzifikasi $m_{5\ 3}^1$ FLR sisi kiri orde 3 adalah sebesar -1,35, kemudian nilai prediksi defuzzifikasi dihitung pada setiap data sampai data ke-60. Selanjutnya dilakukan perhitungan defuzzifikasi orde 3 FLRG kanan

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 3 Kanan

t	Waktu	FLR Orde 3 Kanan	FLRG Orde 3 Kanan	m_t^2
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	--	--	--
5	Mei-12	$A_{3\ 3}^2, A_{4\ 3}^2, A_{4\ 3}^2$ $\rightarrow A_{4\ 3}^2$	$A_{3\ 3}^2, A_{4\ 3}^2, A_{4\ 3}^2$ $\rightarrow A_{4\ 3}^2, A_{5\ 3}^2, A_{5\ 3}^2$	$m_{5\ 3}^2 = \frac{1}{3}(F_4^2 + (2xF_5^2))$ $= \frac{1}{2}(0,08289 + (2x1,45346))$ $= 0,97$
	:	:	:	:
60	Des-16	$A_{4\ 3}^2, A_{3\ 3}^2, A_{4\ 3}^2$ $\rightarrow A_{5\ 3}^2$	$A_{4\ 3}^2, A_{3\ 3}^2, A_{4\ 3}^2$ $\rightarrow A_{4\ 3}^2, A_{5\ 3}^2$	$m_{60\ 3}^2 = \frac{1}{2}(F_4^2 + (F_5^2))$ $= \frac{1}{2}(0,08289 + 1,45346)$ $= 0,7681$

Nilai prediksi *defuzzifikasi* $m_{5,3}^2$ FLR sisi kiri orde 3 adalah sebesar 0,97, kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Langkah 7 selanjutnya menghitung prediksi nilai peramalan orde 3 pada data ke 5.

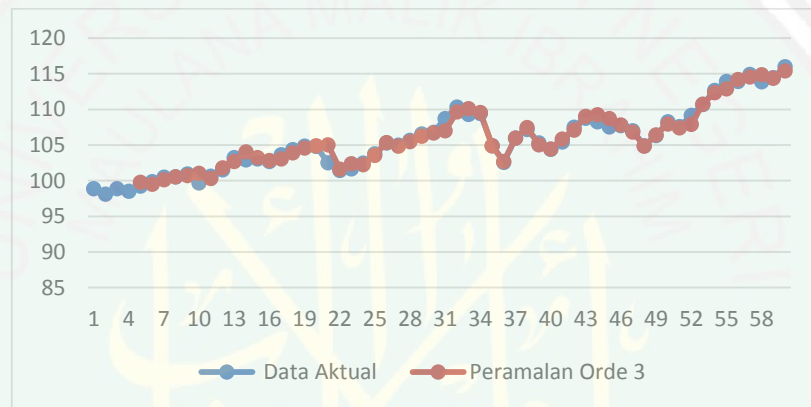
$$\begin{aligned}
 m_{5,3} &= \frac{(m_{5,3}^1 \times w_5^1) + (m_{5,3}^2 \times w_5^2)}{(w_5^1 + w_5^2)} + (t_4) \\
 &= \frac{(1,35 \times 0,811019) + (1,00 \times 0,188981)}{(0,811019 + 0,188981)} + 99,26 \\
 &= 1,283275 + 99,26 = 99,81
 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Perhitungan Prediksi Orde 3

t	Data Asli	Y	Peramalan	t	Data Asli	Y	Peramalan
1	98,91			31	108,72	0,2136	107,02
2	98,13			32	110,36	0,9525	109,68
3	98,91			33	109,29	-0,2645	110,10
4	98,52			34	109,44	0,3111	109,60
5	99,26	1,2832	99,81	35	104,90	-4,543	104,90
6	99,90	0,2567	99,51	36	102,58	-2,1635	102,73
7	100,49	0,2378	100,14	37	105,97	3,3936	105,97
8	100,54	0,0608	100,55	38	107,18	1,4911	107,46
9	100,96	0,1845	100,72	39	105,33	-2,115	105,06
10	99,69	0,0892	101,05	40	104,41	-0,881	104,45
11	100,66	0,6213	100,31	41	105,47	1,464	105,87
12	101,53	1,1349	101,80	42	107,52	1,6439	107,11
13	103,24	1,1753	102,71	43	108,79	1,5024	109,02
14	102,93	0,7949	104,04	44	108,30	0,4858	109,27
15	103,09	0,3034	103,24	45	107,54	0,4233	108,72
16	102,72	-0,261	102,83	46	107,72	0,3116	107,85
17	103,66	0,3597	103,07	47	107,01	-0,857	106,86
18	104,36	0,2533	103,94	48	104,91	-2,141	104,87
19	104,88	0,2132	104,58	49	106,33	1,529	106,44
20	104,83	0,0320	104,91	50	108,30	1,628	107,96
21	102,52	0,2041	105,04	51	107,61	-0,855	107,44
22	101,44	-0,898	101,62	52	109,19	0,320	107,93
23	101,68	0,9520	102,40	53	110,72	1,5499	110,74
24	102,50	0,5640	102,25	54	112,68	1,6270	112,35
25	103,80	1,0106	103,57	55	113,93	0,2433	112,92
26	105,31	1,464	105,34	56	113,92	0,2746	114,20

27	104,99	-0,428	104,88	57	114,91	0,6309	114,55
28	105,69	0,5173	105,50	58	113,90	-0,032	114,88
29	106,56	0,5847	106,27	59	114,49	0,4706	114,38
30	106,81	0,1288	106,69	60	115,99	0,9136	115,40

Berdasarkan Tabel 4.19 Didapatkan nilai peramalan nilai NTN pada data *training* pada periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. Plot perbandingan antara data aktual dengan data peramalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 3

Perhitungan prediksi pada orde 3 menunjukkan perbaikan model peramalan dari yang dihasilkan pada orde 2. Data ke 2 pada orde sebelumnya nilai peramalan menjauhi data aktual, tetapi pada perhitungan orde 3 perhitungan peramalan mendekati data aktual. Untuk mendapatkan gambaran nilai keauratan dilakukan perhitungan nilai *error* pada peramalan orde 3 dan dilakukan perbandingan nilai keakuratan pada orde 1 dan 2. Berikut perhitungan nilai *error* pada metode peramalan orde 3:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{56} \sum_{t=1}^{56} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{56} \times 0,231638 \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0,004136 \times 100\% = 0,4136 \%$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 3 adalah 0,4136 %. Nilai *error* pada orde 3 lebih kecil dari pada orde 1 dan orde 2, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 3 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1 dan 2. Perhitungan nilai *error* orde 3 terdapat pada Lampiran 15

Selanjutnya perhitungan nilai *basis indeks of agreement* (D_1) terdapat pada Lampiran 16 dan *basis index of agreement* (D_2) terdapat pada Lampiran 17.

$$D_1 = \frac{1}{56} \sum_{i=1}^{56} \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right|$$

$$= \frac{1}{56} \times 40,120975 = 0,41363932$$

Nilai D_1 pada orde 3 adalah 0,41363932. Semakin kecil nilai D_1 maka perhitungan semakin akurat. Nilai *error* pada orde 3 lebih kecil dibandingkan nilai *error* pada orde 1 dan 2.

$$D_2 = 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - \left| \frac{65,109308}{4169,980468} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - 0,015612 = 0,9939180$$

Jika nilai D_2 semakin mendekati nilai 1 maka perhitungan peramalan semakin akurat. Nilai D_2 pada orde 3 lebih besar dari pada orde 1 dan 2, maka perhitungan prediksi pada orde 3 lebih baik dibandingkan dengan orde 1 dan 2.

Tabel 4.20 Perbandingan nilai *error* pada orde 1 sampai 3

	ORDE 1	ORDE 2	ORDE 3
MAPE	0,8857%	0,7038768%	0,4136%
D_1	0,885723	0,703876765	0,413639
D_2	0,978405	0,98438618	0,993918

Dengan mengamati Tabel 4.20 dapat diketahui bahwa keakuratan orde 3 lebih baik dibandingkan orde 1 dan 2.

4.5 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 4 Pada Data NTN

Pada metode peramalan orde 3 terdapat beberapa nilai peramalan yang menjauhi nilai data aktual. Oleh karena itu perlu diterapkan metode peramalan orde 4 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun langkah pada orde 4 untuk Langkah 1 sampai Langkah 4 sama seperti pada orde 1, 2, dan 3.

Langkah 5 Pada peramalan orde 4 melibatkan data historis sebanyak 4 data untuk mendapatkan FLRG orde 4. Data yang historis yang digunakan dalam Orde 4 adalah $(X_{t-1}), (X_{t-2}), (X_{t-3}),$ dan $(X_{t-4}),$ FLRG Orde 4 sisi kanan dan kiri secara lengkap terdapat pada Lampiran 18 dan 19. Berikut FLRG orde 4 sisi kiri:

Tabel 4.21 FLRG Orde 4 Sisi Kiri

$A_2^1, A_3^1, A_7^1, A_6^1$	→	A_3^1
$A_3^1, A_4^1, A_5^1, A_5^1$	→	A_5^1
⋮	⋮	⋮
$A_7^1, A_6^1, A_3^1, A_4^1$	→	A_6^1

Tabel 4.22 FLRG Orde 4 Sisi Kanan

$A_1^2, A_2^2, A_6^2, A_5^2$	→	A_2^2
$A_2^2, A_3^2, A_4^2, A_4^2$	→	A_5^2
⋮	⋮	⋮
$A_6^2, A_5^2, A_2^2, A_3^2$	→	A_5^2

Langkah 6 menghitung peramalan pada orde 4 menggunakan FLRG orde 4 untuk mencari nilai m_{t4}^1 dan m_{t4}^2 . Sementara untuk nilai w_t^1 dan w_t^2 menggunakan nilai yang sama dengan yang digunakan pada orde 1. Prediksi nilai defuzzy berdasarkan FLRs pada $t = 6$. FLR orde 4 untuk $t = 6$ adalah $A_{44}^1, A_{54}^1, A_{54}^1, A_{54}^1 \rightarrow A_{54}^1$, yang memiliki FLRG $A_{44}^1, A_{54}^1, A_{54}^1, A_{54}^1 \rightarrow$

$A_{5\ 4}^1$ Dapat diprediksi nilai *defuzzyfikasi* pada $t = 6$ berdasarkan aturan 2, Persamaan 2.28 dan Persamaan 2.29.

Tabel 4.23 Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 4 Kiri

t	Waktu	FLR Orde 4 Kiri	FLRG Orde 4 Kiri	m_t^1
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	--	--	--
5	Mei-12			
6	Jun-12	$A_{4\ 4}^1, A_{5\ 4}^1,$ $A_{5\ 4}^1, A_{5\ 4}^1$ $\rightarrow A_{5\ 4}^1$	$A_{4\ 4}^1, A_{5\ 4}^1, A_{5\ 4}^1, A_{5\ 4}^1$ $\rightarrow A_{5\ 4}^1$	$m_{5\ 3}^1 = F_5^1 = 0,634388$
	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{5\ 4}^1, A_{5\ 4}^1,$ $A_{4\ 4}^1, A_{5\ 4}^1$ $\rightarrow A_{6\ 4}^1$	$A_{5\ 4}^1, A_{5\ 4}^1, A_{4\ 4}^1, A_{5\ 4}^1$ $\rightarrow A_{5\ 4}^1, A_{6\ 4}^1$	$m_{60\ 3}^1 = \frac{1}{2}(F_5^1 + F_6^1)$ $= \frac{1}{2}(0,63439 + 1,70792) = 1,171152$

Nilai prediksi *defuzzifikasi* $m_{5\ 4}^1$ FLR sisi kiri orde 4 adalah sebesar 0,634388, kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Tabel 4.24 Perhitungan Nilai Defuzzyfikasi Orde 4 Kiri

T	Waktu	FLR Orde 4 Kiri	FLRG Orde 4 Kiri	m_t^2
1	Jan-12			--
2	Feb-12			--
3	Mar-12	--		
4	Apr-12			
5	Mei-12			
6	Jun-12	$A_{3\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2$ $\rightarrow A_{4\ 4}^2$	$A_{3\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2$ $\rightarrow A_{4\ 4}^2$	$m_{5\ 4}^2 = F_4^2 = 0,082885$
	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{3\ 4}^2, A_{4\ 4}^2$ $\rightarrow A_{5\ 4}^2$	$A_{4\ 4}^2, A_{4\ 4}^2, A_{3\ 4}^2, A_{4\ 4}^2$ $\rightarrow A_{4\ 4}^2, A_{5\ 4}^2$	$m_{60\ 4}^2 = \frac{1}{2}(F_4^2 + F_5^2)$ $= \frac{1}{2}(0,08289 + 1,45346) = 0,67813$

Nilai prediksi *defuzzifikasi* $m_{5,4}^2$ FLR sisi kanan orde 4 adalah sebesar 0,082885, kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Langkah 7. Menghitung prediksi nilai peramalan orde 4 pada data ke 6.

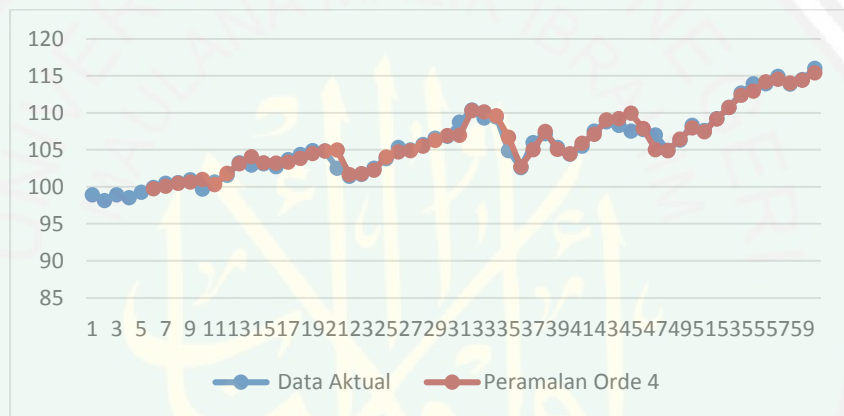
$$\begin{aligned}
 m_6 &= \frac{(m_{6,4}^1 \times w_{6,4}^1) + (m_{6,4}^2 \times w_{6,4}^2)}{(w_{6,4}^1 + w_{6,4}^2)} + (t_5) \\
 &= \frac{(0,634388 \times 0,745826) + (0,082885 \times 0,254174)}{(0,745826 + 0,254174)} + 99,26 \\
 &= 0,49421 + 99,26 = 99,75
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Perhitungan Prediksi Orde 4

t	Data Asli	Y	Peramalan	t	Data Asli	Y	Peramalan
1	98,91			31	108,72	0,137352	106,95
2	98,13			32	110,36	1,569875	110,29
3	98,91			33	109,29	-0,26453	110,10
4	98,52			34	109,44	0,298444	109,59
5	99,26			35	104,90	-2,75746	106,68
6	99,90	0,49421	99,75	36	102,58	-2,16356	102,73
7	100,49	0,159974	100,06	37	105,97	2,432547	105,01
8	100,54	-0,00525	100,48	38	107,18	1,491157	107,46
9	100,96	0,110172	100,65	39	105,33	-2,11579	105,06
10	99,69	0,021223	100,98	40	104,41	-0,88111	104,45
11	100,66	0,62134	100,31	41	105,47	1,464294	105,87
12	101,53	1,13496	101,80	42	107,52	1,643976	107,11
13	103,24	1,582134	103,12	43	108,79	1,50248	109,02
14	102,93	0,794299	104,04	44	108,30	0,429093	109,22
15	103,09	0,302342	103,24	45	107,54	1,642049	109,94
16	102,72	0,094244	103,18	46	107,72	0,311641	107,85
17	103,66	0,612077	103,33	47	107,01	-2,70006	105,02
18	104,36	0,194948	103,86	48	104,91	-2,14174	104,87
19	104,88	0,137035	104,50	49	106,33	1,529562	106,44
20	104,83	-0,03211	104,84	50	108,30	1,628927	107,96
21	102,52	0,12848	104,96	51	107,61	-0,85577	107,44
22	101,44	-0,89815	101,62	52	109,19	1,560369	109,17
23	101,68	0,335288	101,78	53	110,72	1,549918	110,74
24	102,50	0,562401	102,25	54	112,68	1,627091	112,35
25	103,80	1,507068	104,01	55	113,93	0,274239	112,95

26	105,31	0,915404	104,71	56	113,92	0,235533	114,17
27	104,99	-0,42828	104,88	57	114,91	0,630921	114,55
28	105,69	0,517351	105,50	58	113,90	-0,89039	114,02
29	106,56	0,584871	106,27	59	114,49	0,47067	114,38
30	106,81	0,338388	106,90	60	115,99	0,913649	115,40

Berdasarkan Tabel 4.25 didapatkan nilai peramalan nilai NTN pada data *training* pada periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. plot perbandingan antara data aktual dengan data peramalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 4

Perhitungan prediksi pada orde 4 menunjukkan perbaikan model peramalan dari yang dihasilkan pada orde 3. Untuk mendapatkan gambaran matematis perbandingan nilai *error* orde 1 sampai 4 dilakukan perhitungan *error* orde 4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{55} \sum_{t=1}^{55} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{55} \times 0,250617 \times 100\% \\
 &= 0,004556 \times 100\% = 0,4556\%
 \end{aligned}$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 4 adalah 0,4556%. Nilai *error* pada orde 4 lebih besar dari orde 3, tetapi lebih kecil dari pada orde 1 dan orde 2, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 4 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1 dan 2, tetapi tidak lebih akurat dibanding orde 3. Perhitungan nilai *error* orde 4 terdapat pada Lampiran 20.

Selanjutnya perhitungan nilai *basis indeks of agreement* (D_1) perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 21 dan *basis index of agreement* (D_2) Perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 22.

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{1}{55} \sum_{i=1}^{55} \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right| \\ &= \frac{1}{55} \times 25,061769 = 0,4556685 \end{aligned}$$

Semakin kecil nilai D_1 maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_1 pada orde 4 lebih besar dari orde 3, tetapi lebih kecil dari pada orde 1 dan orde 2, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 4 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1 dan 2, tetapi tidak lebih akurat dibanding orde 3.

$$\begin{aligned} D_2 &= 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - \left| \frac{31,6671896}{3669,28307} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - 0,00863035 = 0,99136965 \end{aligned}$$

Jika nilai D_2 mendekati 1, maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_2 pada orde 4 lebih kecil dari orde 3, tetapi lebih besar dari pada orde 1 dan orde 2, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 4 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1 dan 2, tetapi tidak lebih akurat dibanding orde 3.

Tabel 4.26 Perbandingan nilai *error* pada orde 1 sampai 4

	ORDE 1	ORDE 2	ORDE 3	ORDE 4
MAPE	0,8857%	0,7038768%	0,4136%	0,4557%
D_1	0,885723	0,703876765	0,413639	0,455669
D_2	0,978405	0,98438618	0,993918	0,99137

Dengan mengamati Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa keakuratan orde 4 lebih baik dibandingkan orde 1 dan 2, tetapi tidak lebih baik dari orde 3.

4.6 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 5 Pada Data NTN

Pada metode peramalan orde 4 terdapat beberapa nilai peramalan yang sedikit menjauhi nilai data aktual. Oleh karena itu perlu diterapkan metode peramalan orde 5 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun langkah pada orde 3 untuk Langkah 1 sampai Langkah 4 sama seperti pada orde 1, 2,3, dan 4.

Langkah 5. Pada peramalan orde 5 melibatkan data historis sebanyak 5 data untuk mendapatkan FLRG orde 5. Data yang historis yang digunakan dalam Orde 5 adalah $(X_{t-1}), (X_{t-2}), (X_{t-3}), (X_{t-4}),$ dan (X_{t-5}) . FLRG Orde 5 sisi kanan dan kiri secara lengkap terdapat pada Lampiran 23 dan 24. Berikut FLRG orde 4 sisi kiri:

Tabel 4.27 FLRG Orde 5 Sisi Kiri

$A_2^1, A_3^1, A_7^1, A_6^1, A_3^1$	→	A_4^1
$A_3^1, A_4^1, A_5^1, A_5^1, A_6^1$	→	A_6^1
⋮	⋮	⋮
$A_7^1, A_6^1, A_3^1, A_4^1, A_6^1$	→	A_6^1

Tabel 4.28 FLRG Orde 5 Sisi Kanan

$A_1^2, A_2^2, A_6^2, A_5^2, A_2^2$	→	A_3^2
$A_2^2, A_3^2, A_4^2, A_4^2, A_5^2$	→	A_5^2
⋮	⋮	⋮
$A_6^1, A_5^1, A_2^1, A_3^1, A_5^1$	→	A_5^2

Langkah 6. Menghitung peramalan pada orde 4 menggunakan FLRG orde 4 untuk mencari nilai m_{t5}^1 dan m_{t5}^2 . Sementara untuk nilai w_t^1 dan w_t^2 menggunakan nilai yang sama dengan yang digunakan pada orde 1. Prediksi nilai *defuzzy* berdasarkan FLR pada $t = 7$. FLR orde 4 untuk $t = 7$ adalah $A_{45}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1$ yakni terjadi pemetaan pada A_{55}^1 , sehingga dapat ditulis sebagai $A_{45}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1 \rightarrow A_{55}^1$. Dimana memiliki FLRG $A_{45}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1 \rightarrow A_{55}^1$ dapat diprediksi nilai *defuzzifikasi* pada $t=7$ berdasarkan aturan 2 pada Persamaan 2.28 dan Persamaan 2.29.

Tabel 4.29 Perhitungan Nilai *Defuzzifikasi* Orde 5 Kiri

t	Waktu	FLR Orde 5 Kiri	FLRG Orde 2 Kiri	m_t^1
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	--	--	--
5	Mei-12			
6	Jun-12			
7	Jul-12	$A_{45}^1, A_{55}^1, A_{55}^1,$ $A_{55}^1, A_{55}^1 \rightarrow A_{55}^1$	$A_{45}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{55}^1$ $\rightarrow A_{55}^1$	$m_{55}^1 = F_5^1 =$ 0,634388
	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{65}^1, A_{55}^1, A_{55}^1,$ $A_{45}^1, A_{55}^1 \rightarrow A_{65}^1$	$A_{65}^1, A_{55}^1, A_{55}^1, A_{45}^1, A_{55}^1$ $\rightarrow A_{65}^1$	$m_{605}^1 = F_6^1$ = 1,707917

Nilai prediksi *defuzzifikasi* m_{65}^1 FLR sisi kanan orde 5 adalah sebesar 0,634388, kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Tabel 4.30 Perhitungan Nilai *Defuzzyfikasi* Orde 5 Kanan

t	Waktu	FLR Orde 5 Kanan	FLRG Orde 5 Kanan	m_t^2
1	Jan-12			--
2	Feb-12			--
3	Mar-12	--		
4	Apr-12			
5	Mei-12			
6	Jun-12			
7	Jul-12	$A_{3\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2$ $\rightarrow A_{4\ 5}^1$	$A_{3\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2$ $\rightarrow A_{4\ 5}^1$	$m_{5\ 4}^2 =$ $F_4^2=0,082885$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{5\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{3\ 5}^2, A_{4\ 5}^2$ $\rightarrow A_{5\ 5}^2$	$A_{5\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{4\ 5}^2, A_{3\ 5}^2, A_{4\ 5}^2$ $\rightarrow A_{5\ 5}^2$	$m_{60\ 5}^2 = F_5^2$ $= 1,453461$

Nilai prediksi *defuzzyfikasi* $m_{6\ 5}^2$ FLR sisi kanan orde 5 adalah sebesar 0,082885, kemudian nilai prediksi *defuzzyfikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

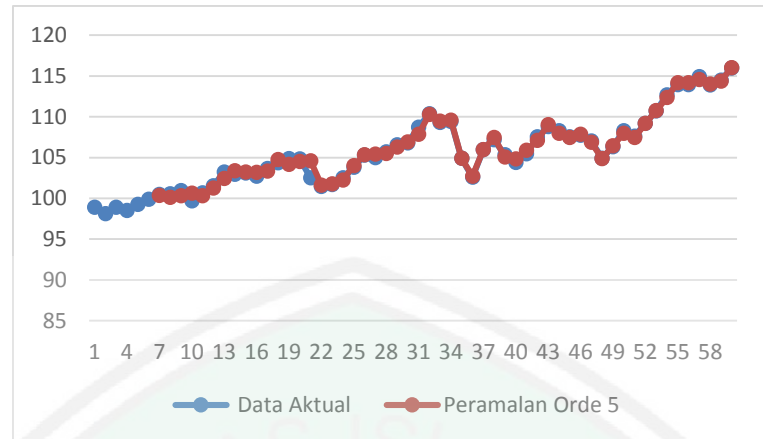
Langkah 7 selanjutnya menghitung prediksi nilai peramalan orde 5 pada data ke 7, berdasarkan Persamaan 2.31

$$\begin{aligned}
 m_7 &= \frac{(m_{7\ 5}^1 \times w_{7\ 5}^1) + (m_{7\ 5}^2 \times w_{7\ 5}^2)}{(w_{7\ 5}^1 + w_{7\ 5}^2)} + (t_6) \\
 &= \frac{(0,634388 \times 0,704736) + (0,082885 \times 0,295264)}{(0,704736 + 0,295264)} + 99,90 \\
 &= 0,4715489 + 99,90 = 100,37
 \end{aligned}$$

Tabel 4.31 Perhitungan Prediksi Orde 5

t	Data Asli	Y	Peramalan	t	Data Asli	Y	Peramalan
1	98,91			31	108,72	1,0309	107,84
2	98,13			32	110,36	1,5698	110,29
3	98,91			33	109,29	-0,898	109,47
4	98,52			34	109,44	0,2984	109,59
5	99,26			35	104,90	-4,543	104,90
6	99,90			36	102,58	-2,163	102,73
7	100,49	0,4715	100,37	37	105,97	3,393	105,97
8	100,54	-0,3500	100,14	38	107,18	1,4911	107,46
9	100,96	-0,2377	100,30	39	105,33	2,1157	105,06
10	99,69	-0,324	100,64	40	104,41	-0,486	104,84
11	100,66	0,6213	100,31	41	105,47	1,4642	105,87
12	101,53	0,5848	101,25	42	107,52	1,643	107,11
13	103,24	0,9046	102,44	43	108,79	1,5024	109,02
14	102,93	0,1186	103,36	44	108,30	-0,833	107,95
15	103,09	0,3023	103,24	45	107,54	-0,863	107,44
16	102,72	0,0942	103,18	46	107,72	0,3116	107,85
17	103,66	0,6120	103,33	47	107,01	-0,857	106,86
18	104,36	1,0850	104,75	48	104,91	-2,141	104,87
19	104,88	-0,2116	104,15	49	106,33	1,5295	106,44
20	104,83	-0,3761	104,50	50	108,30	1,6289	107,96
21	102,52	-0,2199	104,61	51	107,61	-0,855	107,44
22	101,44	-0,898	101,62	52	109,19	1,5603	109,17
23	101,68	0,3352	101,78	53	110,72	1,5499	110,74
24	102,50	0,5624	102,25	54	112,68	1,6270	112,35
25	103,80	1,5070	104,01	55	113,93	1,4990	114,18
26	105,31	1,5464	105,34	56	113,92	0,2355	114,17
27	104,99	0,1131	105,42	57	114,91	0,6309	114,55
28	105,69	0,5173	105,50	58	113,90	-0,890	114,02
29	106,56	0,5848	106,27	59	114,49	0,4706	114,38
30	106,81	0,3383	106,90	60	115,99	1,5453	116,03

Berdasarkan Tabel 4.31 Didapatkan nilai peramalan nilai NTN pada data *training* pada periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. plot perbandingan antara data aktual dengan data peramalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.7 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 5

Perhitungan prediksi pada orde 5 menunjukkan perbaikan model peramalan dari yang dihasilkan pada orde 1,2,3,dan 4. Untuk mendapatkan gambaran matematis dilakukan perhitungan nilai *error* pada perhitungan peramalan orde 5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{54} \sum_{t=1}^{54} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{54} \times 0,15800 \times 100\% \\
 &= 0,00292598 \times 100\% = 0,292598 \%
 \end{aligned}$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 4 adalah 0,292598 %. Perhitungan Nilai *error* terdapat pada Lampiran 25. Nilai *error* pada orde 5 lebih kecil dari pada orde 1, 2, 3 dan 4 sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 4 lebih akurat dibandingkan dengan orde sebelumnya.

Selanjutnya perhitungan nilai *basis indeks of agreement* (D_1) perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 26 dan *basis index of agreement* (D_2) perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 27

$$D_1 = \frac{1}{54} \sum_{i=1}^{54} \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right|$$

$$= \frac{1}{54} \times 15,800321 = 0,292598549$$

Semakin kecil nilai D_1 maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_1 pada orde 5 lebih kecil dari pada orde 1, 2, 3, dan 4 sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 5 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1, 2, 3 dan 4.

$$D_2 = 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - \left| \frac{10,81571121}{3568,858771} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1$$

$$= 1 - 0,00303058 = 0,99696942$$

Jika nilai D_2 mendekati 1, maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_2 pada orde 5 lebih besar orde 1, 2, 3 dan 4, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 5 lebih akurat dibandingkan dengan orde sebelumnya.

Tabel 4.32 Perbandingan nilai *error* pada orde 1 sampai 5

	ORDE 1	ORDE 2	ORDE 3	ORDE 4	ORDE 5
MAPE	0,8857%	0,7038768%	0,4136%	0,4557%	0,2926%
D_1	0,885723	0,703876765	0,413639	0,455669	0,292599
D_2	0,978405	0,98438618	0,993918	0,99137	0,996969

Dengan mengamati Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa keakuratan orde 5 lebih baik dibandingkan orde 1,2,3, dan 4.

4.7 Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *F-Transform* dan *Fuzzy Time Series* Orde 6 Pada Data NTN

Pada metode peramalan orde 6 terdapat beberapa nilai peramalan yang sedikit menjauhi nilai data aktual. Oleh karena itu perlu diterapkan metode peramalan orde 6 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun langkah pada orde 3 untuk Langkah 1 sampai Langkah 4 sama seperti pada orde 1, 2, 3, 4 dan 5.

Langkah 5. Pada peramalan orde 6 melibatkan data historis sebanyak 6 data untuk mendapatkan FLRG orde 6. Data yang historis yang digunakan dalam Orde 6 adalah $(X_{t-1}), (X_{t-2}), (X_{t-3}), (X_{t-4}), (X_{t-5}),$ dan (X_{t-6}) FLRG Orde 6 sisi kanan dan kiri secara lengkap terdapat pada Lampiran 28 dan 29. Berikut FLRG orde 6 sisi kiri:

Tabel 4.33 FLRG Orde 6 Sisi Kiri

$A_2^1, A_3^1, A_7^1, A_6^1, A_3^1, A_4^1$	→	A_6^1
$A_3^1, A_4^1, A_6^1, A_6^1, A_6^1, A_4^1$	→	A_4^1
⋮	⋮	⋮
$A_7^1, A_6^1, A_3^1, A_4^1, A_6^1, A_6^1$	→	A_6^1

Tabel 4.34 FLRG Orde 6 Sisi Kanan

$A_1^2, A_2^2, A_6^2, A_5^2, A_2^2, A_3^2$		A_5^2
$A_2^2, A_3^2, A_5^2, A_5^2, A_5^2, A_3^2$		A_3^2
⋮	⋮	⋮
$A_6^2, A_5^2, A_2^2, A_3^2, A_5^2, A_5^2$		A_6^2

Langkah 6. Menghitung peramalan pada orde 6 menggunakan FLRG orde 6 untuk mencari nilai m_{t6}^1 dan m_{t6}^2 . Sementara untuk nilai w_t^1 dan w_t^2 menggunakan nilai yang sama dengan yang digunakan pada orde 1. Prediksi nilai *defuzzy* berdasarkan FLR pada $t = 8$. FLR orde 6 untuk $t = 8$ adalah pemetaan berikut $A_{46}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1 \rightarrow A_{56}^1$, yang memiliki FLRG dirinya sendiri yaitu $A_{46}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1, A_{56}^1 \rightarrow A_{56}^1$, Dapat diprediksi nilai *defuzzyfikasi* pada $t=7$ berdasarkan aturan 2.

Tabel 4.35 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 6 Kiri

T	Waktu	FLR Orde 6 Kiri	FLRG Orde 6 Kiri	m_t^1
1	Jan-12	--	--	--
2	Feb-12	--	--	--
3	Mar-12	--	--	--
4	Apr-12	--	--	--
5	Mei-12			
6	Jun-12			
7	Jul-12			
7	Aug-12	$A_{4,6}^1, A_{5,6}^1, A_{5,6}^1,$ $A_{5,6}^1, A_{5,6}^1, A_{5,6}^1 \rightarrow$ $A_{5,6}^1,$	$A_{4,6}^1, A_{5,6}^1, A_{5,6}^1,$ $A_{5,6}^1, A_{5,6}^1, A_{5,6}^1 \rightarrow A_{5,6}^1,$	$m_{5,5}^1 = F_5^1 =$ 0,634388
	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{6,6}^1, A_{6,6}^1, A_{5,6}^1,$ $A_{5,6}^1, A_{4,6}^1, A_{5,6}^1$ $\rightarrow A_{6,6}^1$	$A_{6,6}^1, A_{6,6}^1, A_{5,6}^1,$ $A_{5,6}^1, A_{4,6}^1, A_{5,6}^1 \rightarrow A_{6,6}^1$	$m_{60,5}^1 = F_6^1$ = 1,707917

Nilai prediksi defuzzifikasi $m_{7,6}^1$ FLR sisi kanan orde 6 adalah sebesar 0,634388, kemudian nilai prediksi defuzzifikasi dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Tabel 4.36 Perhitungan Nilai Defuzzifikasi Orde 6 Kanan

T	Waktu	FLR Orde 6 Kanan	FLRG Orde 6 Kanan	m_t^2
1	Jan-12			--
2	Feb-12			--
3	Mar-12	--		
4	Apr-12			
5	Mei-12			
6	Jun-12			
7	Jul-12			
8	Aug-12	$A_{3,6}^2, A_{4,6}^2, A_{4,6}^2,$ $A_{4,6}^2, A_{4,6}^2, A_{4,6}^2 \rightarrow$ $A_{4,6}^1$	$A_{3,6}^2, A_{4,6}^2, A_{4,6}^2,$ $A_{4,6}^2, A_{4,6}^2, A_{4,6}^2 \rightarrow A_{4,6}^1$	$m_{5,4}^2 =$ $F_4^2=0,082885$
	⋮	⋮	⋮	⋮
60	Des-16	$A_{5,6}^2, A_{5,6}^2, A_{4,6}^2,$ $A_{4,6}^2, A_{3,6}^2, A_{4,6}^2 \rightarrow$ $A_{5,6}^2$	$A_{5,6}^2, A_{5,6}^2, A_{4,6}^2,$ $A_{4,6}^2, A_{3,6}^2, A_{4,6}^2 \rightarrow A_{5,6}^2$	$m_{60,5}^2 = F_5^2$ = 1,453461

Nilai prediksi *defuzzifikasi* $m_{7,6}^2$ FLR sisi kanan orde 6 adalah sebesar 0,082885, kemudian nilai prediksi *defuzzifikasi* dihitung pada setiap data sampai data ke-60

Langkah 7. Selanjutnya menghitung prediksi nilai peramalan orde 6 pada data ke 8, dengan menggunakan Persamaan 2.31.

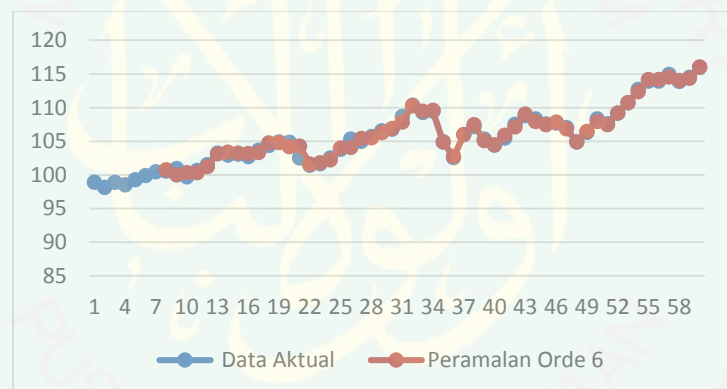
$$\begin{aligned}
 m_8 &= \frac{(m_{7,5}^1 \times w_{7,5}^1) + (m_{7,5}^2 \times w_{7,5}^2)}{(w_{7,5}^1 + w_{7,5}^2)} + (t_7) \\
 &= \frac{(0,634388 \times 0,319577) + (0,082885 \times 0,680423)}{(0,319577 + 0,680423)} + 100,49 \\
 &= 0,259133 + 100,49 = 100,75
 \end{aligned}$$

Tabel 4.37 Perhitungan Prediksi Orde 6

t	Data Asli	Y	Peramalan	t	Data Asli	Y	Peramalan
1	98,91			31	108,72	1,0309	107,84
2	98,13			32	110,36	1,5698	110,29
3	98,91			33	109,29	-0,898	109,47
4	98,52			34	109,44	0,2984	109,59
5	99,26			35	104,90	-4,54	104,90
6	99,90			36	102,58	-2,163	102,73
7	100,49			37	105,97	3,39	105,97
8	100,54	0,2591	100,75	38	107,18	1,4911	107,46
9	100,96	-0,560	99,98	39	105,33	-2,115	105,06
10	99,69	-0,633	100,33	40	104,41	-0,881	104,45
11	100,66	0,621	100,31	41	105,47	1,4642	105,87
12	101,53	0,584	101,25	42	107,52	1,6439	107,11
13	103,24	1,5821	103,12	43	108,79	1,502	109,02
14	102,93	0,118	103,36	44	108,30	-0,833	107,95
15	103,09	0,3023	103,24	45	107,54	-0,863	107,44
16	102,72	0,0942	103,18	46	107,72	0,3116	107,85
17	103,66	0,6120	103,33	47	107,01	-0,857	106,86
18	104,36	1,0850	104,75	48	104,91	-2,1417	104,87
19	104,88	0,4420	104,81	49	106,33	1,5295	106,44
20	104,83	-0,676	104,20	50	108,30	1,6289	107,96
21	102,52	-0,54	104,29	51	107,61	-0,855	107,44

22	101,44	-0,898	101,62	52	109,19	1,5603	109,17
23	101,68	0,3352	101,78	53	110,72	1,5499	110,74
24	102,50	0,5624	102,25	54	112,68	1,6270	112,35
25	103,80	1,5070	104,01	55	113,93	1,4990	114,18
26	105,31	0,2843	104,08	56	113,92	0,2355	114,17
27	104,99	0,1131	105,42	57	114,91	0,6309	114,55
28	105,69	0,5173	105,50	58	113,90	-0,890	114,02
29	106,56	0,5848	106,27	59	114,49	0,470	114,38
30	106,81	0,3383	106,90	60	115,99	1,545	116,03

Tabel 4.37 Didapatkan nilai peramalan nilai NTN pada data *training* pada periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. Plot perbandingan antara data aktual dengan data peramalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Hasil Peramalan Orde 6

Perhitungan prediksi pada orde 6 menunjukkan perbaikan model peramalan dari yang dihasilkan pada orde 1,2,3,4, dan 5. Untuk mendapatkan gambaran matematis dilakukan perhitungan nilai *error* pada perhitungan peramalan orde 5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{53} \sum_{t=1}^{53} \frac{|y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{53} \times 0,15800 \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0,00292598 \times 100\% = 0,292599 \%$$

Nilai *mean absolute percentage error* pada orde 4 adalah 0,292599 %. Perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 30. Nilai *error* pada orde 5 lebih kecil dari pada orde 1, 2, 3 dan 4 sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 4 lebih akurat dibandingkan dengan orde sebelumnya.

Selanjutnya perhitungan nilai *basis indeks of agreement* (D_1) perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 31 dan *basis index of agreement* (D_2) perhitungan nilai *error* terdapat pada Lampiran 32.

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{1}{53} \sum_{i=1}^{53} \left| \frac{P_i - O_i}{O_i} \right| \\ &= \frac{1}{53} \times 15,800321 = 0,292598549 \end{aligned}$$

Semakin kecil nilai D_1 maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_1 pada orde 6 lebih kecil dari pada orde 1, 2, 3, 4 dan 5 sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 5 lebih akurat dibandingkan dengan orde 1, 2, 3 dan 4.

Jika nilai D_2 mendekati 1, maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_2 pada orde 6 lebih besar orde 1, 2, 3, 4 dan 5, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 5 lebih akurat dibandingkan dengan orde sebelumnya.

$$\begin{aligned} D_2 &= 1 - \left| \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - \left| \frac{10,81571121}{3568,858771} \right|, 0 \leq D_2 \leq 1 \\ &= 1 - 0,00303058 = 0,99696942 \end{aligned}$$

Jika nilai D_2 mendekati 1, maka perhitungan semakin akurat. Nilai D_2 pada orde 6 lebih besar orde 1, 2, 3, 4 dan 5, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan orde 5 lebih akurat dibandingkan dengan orde sebelumnya.

Tabel 4.38 Perbandingan nilai *error* pada orde 1 sampai 5

	ORDE 1	ORDE 2	ORDE 3	ORDE 4	ORDE 5	ORDE 5
MAPE	0,8857%	0,7038%	0,4136%	0,455%	0,292%	0,2925%
D_1	0,885723	0,703876	0,413639	0,455669	0,29259	0,292598549
D_2	0,978405	0,984381	0,993918	0,99137	0,99696	0,99696942

Dengan mengamati Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa keakuratan orde 5 lebih baik dibandingkan orde 1,2,3, dan 4.

4.8 Peramalan data menggunakan algoritma Novel berdasarkan *FuzzyTransformation* dan *Fuzzy Time Series* menggunakan Orde 6

Untuk memprediksi Nilai Tukar Nelayan menggunakan metode Novel berdasarkan *fuzzy transformation* dan *fuzzy time series* menggunakan orde dengan nilai *error* terkecil, yaitu orde 6. Pada orde 6, data historis yang digunakan untuk memprediksi adalah sebanyak 6 data. Langkah yang harus dilakukan adalah dengan menentukan *fuzzy logical relationship* sisi sebelah kiri pada data ke 61, yakni terjadi pemetaan berikut $A_6^1, A_5^1, A_5^1, A_4^1, A_5^1, A_6^1 \rightarrow \text{kosong}$. Karena FLR demikian maka cara mencari nilai m_{61}^1 adalah mengikuti Persamaan 2.30 mendapatkan nilai *defuzzifikasi* Didapatkan nilainya 0,7492. Selanjutnya mencari nilai *fuzzy logical relationship* sisi sebelah kanan yakni terjadi pemetaan $A_4^2, A_3^2, A_4^2, A_3^2, A_4^2, A_5^2 \rightarrow \text{kosong}$. Untuk mendapatkan nilai *defuzzifikasi* mengikuti Persamaan 2.30 didaptkam nilai m_{61}^2 adalah 0,3628. Selanjutnya dihitung nilai prediksi untuk data ke 61 mengikuti Persaman 2.31. sehingga didaptkann nilai peramalan adalah 116,41. Adapun peramalan untuk tahun 2017, 2018, dan 2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.39 Perhitungan Prediksi

<i>t</i>	Peramalan	Kategori	<i>T</i>	Peramalan	Kategori
61	116,41	cukup tinggi	79	129,3	cukup tinggi
62	117,66	cukup tinggi	80	129,2	tinggi
63	119,12	cukup tinggi	81	130,4	cukup tinggi
64	119,68	cukup tinggi	82	130,6	tinggi
65	119,15	cukup tinggi	83	131,6	cukup tinggi
66	119,64	cukup tinggi	84	131,4	tinggi
67	122,42	tinggi	85	132,7	cukup tinggi
68	124,42	tinggi	86	132,5	tinggi
69	124,86	cukup tinggi	87	133,8	cukup tinggi
70	124,31	cukup tinggi	88	133,5	tinggi
71	127,27	tinggi	89	134,9	tinggi
72	127,19	tinggi	90	136,7	Sedang
73	125,89	cukup tinggi	91	135,5	cukup tinggi
74	125,33	cukup tinggi	92	135,8	tinggi
75	126,93	cukup tinggi	93	137,8	Sedang
76	124,5	sangat tinggi	94	136,4	tinggi
77	127,8	cukup tinggi	95	137,9	Sedang
78	127,7	tinggi	96	137,5	cukup tinggi

4.9 Kajian Keagamaan

Prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi dimasa yang akan datang .Salah satu ayat di dalam Al-Qur'an yang secara implisit membahas tentang prediksi adalah sutar al-Hasyr ayat 18,yaitu:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ ۖ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

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

Menurut Shiddieq (2003), dalam firman Allah 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 perbuatan sebelum Allah memperhitungkannya. Penjelasan tersebut menganjurkan manusia untuk mempersiapkan segala sesuatu. Memprediksi Nilai Tukar Nelayan dapat menjadi bahan pertimbangan keputusan pemerintah dalam pelaksanaan pembangunan dimasa yang akan datang dan digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan nelayan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab 4, maka dapat diambil kesimpulan sebagai bahwa penerapan metode peramalan novel berdasarkan *fuzzy transform* dan *fuzzy time series* didapatkan nilai *error* terkecil adalah pada orde 6. Pada orde 6 MAPE sebesar 0,2822 %, d1 sebesar 0,282169, dan d2 sebesar 0,997103. Nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai *error* metode *Winter Exponential* yaitu MAPE 1,284. Dengan demikian akurasi perhitungan terbaik adalah dengan menggunakan orde 6. Didapatkan hasil prediksi Nilai Tukar Nelayan dengan menggunakan metode Novel berdasarkan *fuzzy transformation* dan *fuzzy time series* Orde 6 rata rata berada pada kategori pertambahan cukup tinggi.

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 pembandingan.
- b. Perlu adanya pembuatan program agar mempermudah untuk memperoleh hasil prediksi secara efektif.

DAFTAR RUJUKAN

- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Basuki, Riyanto dkk. 2001. *Pedoman Teknis Nilai Tukar Nelayan Departemen Kelautan dan Perikanan direktorat jendral Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*.
- 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 03 Januari 2018.
- Handoko, B. 2010. Peramalan Beban Listrik jangka Pendek pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur dan Bali Menggunakan *Fuzzy Time Series*. *Jurnal*, 2206, 100, 125. (Online), (<http://digilibs.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12683-Paper.pdf>), diakses 04 Februari 2018.
- Imani, Ahmad Kamal. 2015. *Tafsir Nurul Quran*. Jakarta: Pustaka Ilmu.
- Kusumadewi, Sri & Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan McGee, V.E.. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1* (Ir. Untung Su Ardiyanto, M.Sc & Ir. Abdul Basith, M.Sc. Terjemahan). Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Salvatore, D. 2001. *Managerial Economics dalam Perekonomian Global Edisi Ke Empat Jilid Satu*. Terjemahan dari *Managerial Economics 4th Ed*, oleh M. Th. Anitawati dan Natalia Santoso. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Shiddieq, N. 2003. *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- Song, Q. & Chissom, B.S. 1993. Forecasting Enrollments with *Fuzzy Time Series-Part I*. *Journal of Fuzzy Set and System*, 54: 1-9.
- Song, Q. & Chissom, B.S. 1994. Forecasting Enrollments with *Fuzzy Time Series-Part II*. *Journal of Fuzzy Sets and System*, 62: 1-8.
- Stevanini, Luciano. 2009. *Fuzzy Transform and Smooth Fungtion*. *Journal of IFSA-EUSFLAT*. (Online), diakses 03 Februari 2018.
- Tsaur, R. 2012. *Afuzzy 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.

Woo-Joo, Lee. 2017. A Novel Forecasty Method Based on *F-Transform* and *Fuzzy Time Series*. *International Journal Fuzzy Syst.* 19(6):1793-1802.

Xiahao, S. & Yimin, L. 2008. Average based *Time Series* Models for Forecasting Shanghai Compound Index. *World Journal of Modelling and Simulation.* 4(2):104-111.



RIWAYAT HIDUP



Ida Nurhayati, lahir di Kabupaten Ngawi pada tanggal 27 Februari 1993, biasa dipanggil Ida, selama di Malang bertempat tinggal di Jl.Sumbersari No.225 c Kota Malang. Anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Mashuri dan Sri Sukapti.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN Pelem Watu dan lulus pada tahun 2005, setelah itu melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Menganti dan lulus pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Menganti dan lulus tahun 2011. Selanjutnya, pada tahun 2011 menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Jurusan Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif pada organisasi intra kampus dalam rangka mengembangkan kompetensi akademiknya. Penulis menjadi anggota Badan Zakat dan Wakaf (Elzawa) Unit UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada tahun 2013.



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 : Ida Nurhayati
NIM : 11610013
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Metode Peramalan Novel Berdasarkan *Fuzzy Transform* dan *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Nilai Tukar Nelayan
Pembimbing I : H. Wahyu H. Irawan, M. Pd.
Pembimbing II : Evawati Alisah, M. Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	8 Maret 2018	Konsultasi Bab I	1.
2.	9 Maret 2018	Konsultasi Bab II	2.
3.	12 Maret 2018	ACC Bab I, II, dan III	3.
4.	29 Maret 2018	Konsultasi Kajian Keagamaan	4.
5.	2 April 2018	Konsultasi Kajian Keagamaan	5.
6.	8 April 2018	Konsultasi Bab IV	6.
7.	9 April 2018	Konsultasi Bab IV	7.
8.	9 April 2018	ACC Bab IV	8.
9.	10 April 2018	Konsultasi Bab IV	9.
10.	10 April 2018	Konsultasi Abstrak	10.
11.	10 April 2018	ACC Kajian Keagamaan	11.
12.	11 April 2018	ACC Bab IV	12.
13.	11 April 2018	ACC Abstrak	13.
14.	11 April 2018	ACC Keseluruhan	14.

Malang, 11 April 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 196504142003121001