

**PERBANDINGAN METODE *FUZZY TIME SERIES CHENG* DAN
MARKOV CHAIN PADA PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI (NTP)
DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
LILIK NADYA MUSTIKA
NIM. 17610075**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PERBANDINGAN METODE *FUZZY TIME SERIES CHENG* DAN
MARKOV CHAIN PADA PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI (NTP)
DI INDONESIA**

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
Lilik Nadya Mustika
NIM. 17610075**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PERBANDINGAN METODE *FUZZY TIME SERIES CHENG* DAN
MARKOV CHAIN PADA PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI (NTP)
DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Lilik Nadya Mustika
NIM. 17610075

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 27 Juni 2021

Pembimbing I



Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D
NIP. 19571005 198203 1 006

Pembimbing II



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

Mengetahui

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414200312 1 001

**PERBANDINGAN METODE *FUZZY TIME SERIES CHENG* DAN
MARKOV CHAIN PADA PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI (NTP)
DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Lilik Nadya Mustika
NIM. 17610075

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 25 Juni 2021

Penguji Utama : Dr. Imam Sujarwo, M.Pd



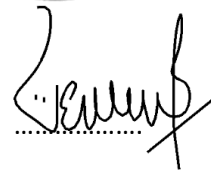
Ketua Penguji : M. Nafie Jauhari, M.Si



Sekretaris Penguji : Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D




Anggota Penguji : Evawati Alisah, M.Pd



Mengetahui

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Lilik Nadya Mustika

NIM : 17610075

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) Di Indonesia

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

Malang, 29 Juni 2021
Yang membuat pernyataan,

A 10,000 Indonesian postage stamp (METERAL TEMPEL) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the serial number E0103AJX251042317.

Lilik Nadya Mustika
NIM. 17610075

MOTO

Man Jadda Wajada

Siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil

Man Shabara Zhafira

Siapa yang bersabar pasti beruntung

Man Sara Ala Darbiwashala

Siapa yang menapaki jalan-Nya akan sampai tujuan

(HR.Muslim)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua Orang tua penulis yang tak luput memberikan doa, nasihat serta kasih sayang dengan ikhlas dan istiqomah.

Adik terkasih, seluruh keluarga besar, dan sahabat yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang sangat berarti bagi penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis.
5. Evawati Alisah, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
6. Segenap civitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Bapak dan ibu serta Adik tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.

8. Sahabat-sahabat terbaik penulis, yang selalu menemani, membantu, dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2017 “Magenta” Khususnya teman-teman peminatan aljabar yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi, terima kasih atas kenangan-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai mimpi.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah- mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.
Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 29 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR TABELv

DAFTAR GAMBAR..... vi

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

مستخلص البحث..... ix

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang1

1.2 Rumusan Masalah5

1.3 Tujuan Penelitian.....5

1.4 Manfaat Penelitian.....5

1.5 Definisi Operasional.....5

1.6 Sistematika Penulisan.....7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....8

2.1 Peramalan8

2.1.1 Jenis-Jenis Peramalan8

2.2 *Time Series*10

2.2.1 Pola Data *Time Series*10

2.3	Logika Fuzzy	12
2.4	<i>Fuzzy Time Series</i>	13
	2.4.1 <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	14
	2.4.2 <i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>	16
2.5	Pengukuran Tingkat Akurasi	20
	2.5.1 <i>Mean Square Error (MSE)</i>	21
	2.5.2 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	21
2.6	Nilai Tukar Petani	21
2.7	Kajian Peramalan Dalam Al-Quran.....	23
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Pendekatan Penelitian.....	25
3.2	Jenis dan Sumber Data	25
3.3	Teknik Analisis Data	25
	3.3.1 Menganalisis Data Deskriptif	25
	3.3.2 Peramalan Data Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	26
	3.3.3 Peramalan Data Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>	26
	3.3.4 Analisis Perbandingan	26
3.4	Flowchart Penelitian	27
BAB IV PEMBAHASAN.....		28
4.1	Penerapan Metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	28
4.2	Penerapan Metode Fuzzy Time series Markov Chain.....	35
4.3	Perbandingan Hasil Peramalan.....	41
4.4	Kajian Peramalan dalam Al-Quran	42
BAB V PENUTUP		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Frekuensi pada setiap interval metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	29
Tabel 4. 2	Frekuensi pada setiap interval setelah pembagian	29
Tabel 4. 3	FLRG pada metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	31
Tabel 4. 4	Pembobotan pada FLRG.....	31
Tabel 4. 5	Bobot terstandarisasi.....	32
Tabel 4. 6	Nilai peramalan.....	33
Tabel 4. 7	Frekuensi pada setiap interval.....	36
Tabel 4. 8	<i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG)	37
Tabel 4. 9	Pembobotan	38
Tabel 4. 10	Bobot terstandarisasi ($W_n(t)$).....	38
Tabel 4. 11	Perhitungan Tingkat Akurasi	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1	Data aktual dan peramalan awal Nilai Tukar Petani	34
Gambar 4. 2	Data Aktual dan Peramalan Adaptif NTP di Indonesia.....	35
Gambar 4. 3	Proses transisi peramalan berdasarkan FLRG	37
Gambar 4. 4	Data aktual dan peramalan awal Nilai Tukar Petani	39
Gambar 4. 5	Data aktual dan peramalan akhir Nilai Tukar Petani.....	40
Gambar 4. 6	Perbandingan data aktual, hasil peramalan <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> dan <i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>	42

ABSTRAK

Mustika, Lilik Nadya. 2021. **Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Cheng* Dan *Markov Chain* Pada Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) Di Indonesia. Skripsi.** Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D, (II) Evawati Alisah, M.Pd.

Kata kunci: *Fuzzy Time Series Cheng*, *Fuzzy Time Series Markov Chain*, *NTP*, *Tingkat Akurasi*

Penelitian ini membahas mengenai perbandingan tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia berdasarkan nilai MAPE dan MSE. Penelitian ini menggunakan data bulanan NTP di Indonesia dari Januari 2015 sampai Desember 2019. Data tersebut diambil secara *online* di situs resmi Badan Pusat Statistika (BPS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki nilai MAPE sebesar 0.357% yang berarti tingkat akurasi mencapai 99.643% dari data aktual dan nilai MSE sebesar 20.499. Sedangkan *Fuzzy Time Series Markov Chain* memiliki nilai MAPE sebesar 0.376% yang berarti tingkat akurasi mencapai 99.624% dari data aktual dan nilai MSE sebesar 22.565. berdasarkan perhitungan tingkat akurasi menggunakan MAPE dan MSE maka diperoleh metode *Fuzzy Time Series Cheng* adalah metode yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam meramalkan NTP.

ABSTRACT

Mustika, Lilik Nadya. 2021. **On the Comparison of Cheng and Markov Chain Fuzzy Time Series Methods in Forecasting Farmers' Exchange Rates (NTP) in Indonesia.** Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisor: (I) Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D, (II) Evawati Alisah, M.Pd.

Keywords : Fuzzy Time Series Cheng, Fuzzy Time Series Markov Chain, NTP, Level of Accuracy

This study discusses the comparison of the accuracy rate of the Fuzzy Time Series Cheng and Markov Chain methods for forecasting Farmers' Exchange Rates (NTP) in Indonesia based on MAPE and MSE values. This study uses NTP monthly data in Indonesia from January 2015 to December 2019. The data was taken online at the official website of the Central Statistic Agency (BPS). The result shows that the Fuzzy Time Series Cheng method has MAPE value of 0.357% which means the accuracy rate reaches 99.643% from actual data and MSE value is 20.499. While Fuzzy Time Series Markov Chain has MAPE value of 0.376% which means the accuracy rate reaches 99.624% from actual data an MSE value is 22.565. Based on the calculation of the accuracy level using MAPE and MSE, the Fuzzy Time Series Cheng method is obtained which is a better method than Fuzzy Time Series Markov Chain method in predicting NTP.

مستخلص البحث

موستيكا، ليليك نادية. 2021. مقارنة بين طريقة سلسلة زمنية فوزي تشنغ و سلسلة ماركوف في التنبؤ بأسعار صرف المزارع (NTP) في إندونيسيا . بحث جامعي . قسم الرياضيات، كلية كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. مشرف: (I) الأستاذ الدكتور الحاج ترمودي؛ و (II) افوا تي أليسة، الماجستير في التربية.

الكلمة الأساسية : سلسلة زمنية فوزي تشنغ، سلسلة زمنية فوزي ماركوف، سعر صرف المزارع (NTP)، مستوى الدقة

تناقش هذه الدراسة مقارنة دقة طرق سلسلة زمنية فوزي تشنغ و سلسلة ماركوف في التنبؤ بأسعار صرف المزارع (NTP) في إندونيسيا بناءً على قيم MAPE و MSE. تستخدم هذه الدراسة بيانات شهرية من NTP في إندونيسيا من يناير 2015 إلى ديسمبر 2019. تم أخذ البيانات عبر الإنترنت على الموقع الرسمي لوكالة الإحصاء المركزية (BPS). تظهر النتائج أن طريقة سلسلة زمنية فوزي تشنغ لها قيمة MAPE تبلغ 0.357٪، مما يعني أن معدل الدقة يصل إلى 99.643٪ من البيانات الفعلية وقيمة MSE هي 20,499. بينما تحتوي سلسلة ماركوف على قيمة MAPE تبلغ 0.376٪، مما يعني أن معدل الدقة يصل إلى 99.624٪ من البيانات الفعلية وقيمة MSE هي 22.565. بناءً على حساب مستوى الدقة باستخدام MAPE و MSE، يتم الحصول على طريقة سلسلة زمنية فوزي تشنغ وهي طريقة أفضل من طريقة سلسلة زمنية فوزي ماركوف في التنبؤ NTP.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peramalan merupakan cara menganalisis suatu keadaan untuk memprediksi pada masa yang akan datang, dengan melakukan pengujian pada data yang telah terjadi (Jamaludin, 2017). Teknik peramalan terbagi menjadi dua yaitu kualitatif dan kuantitatif. Teknik kualitatif adalah metode yang mendasarkan pada pendapat para ahli sebagai pertimbangan keputusan, dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka. Sedangkan, teknik kuantitatif adalah metode yang mendasarkan pada data masa lalu dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut dengan data *time series*. *Time series* adalah data yang dikumpulkan berdasarkan runtut waktu tertentu, misalkan pada waktu harian, bulanan dan periode waktu lainnya (Taurywati dan Isa, 2014).

Peramalan *time series* dapat memperkirakan kejadian yang akan datang dan menentukan kebijakan tertentu yang dipengaruhi oleh hasil dari peramalan. Salah satu metode yang digunakan untuk meramalkan data *time series* adalah *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy time series* adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan cara peramalan data linguistik (Handoko, 2010). Dalam firman Allah Swt, surat Al-Hasyr ayat 18 yang artinya: “Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah Maha teliti terhadap apa yang kamu kerjakan”. Ayat tersebut menganjurkan untuk memperkirakan kejadian waktu yang akan datang yang sangat bermanfaat untuk proses pengambilan keputusan dalam berbagai bidang.

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi pada sektor pertanian yang sangat baik, hal tersebut didukung dengan wilayah Indonesia beriklim tropis. Sektor pertanian meliputi subsektor tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan rakyat, peternakan, dan perikanan. Produk pertanian yang dihasilkan beragam, mulai dari buah-buahan, sayuran, aneka rempah, budidaya ikan, bahan bakar nabati dan masih banyak lagi. Komoditas utama yang menjadi andalan yaitu subsektor pertanian pangan, produk yang dihasilkan seperti padi, sagu, ubi kayu dan tanaman lain yang dijadikan bahan pokok utama (Prastowo, 2007).

Sektor pertanian berperan penting dalam perekonomian nasional. Kontribusi sektor pertanian pada Produk Domestik Bruto (PDB) kuartal II 2020 bernilai 15,46% atau urutan kedua setelah sektor industri (BPS, 2020). Kebutuhan pangan masyarakat yang tinggi mengakibatkan sektor pertanian sangat mempengaruhi laju perekonomian Indonesia. Sebagian besar masyarakat memenuhi kebutuhan hidup mereka dari hasil pertanian. Badan Pusat Statistik pada 2018 menunjukkan jumlah rumah tangga pertanian sebanyak 27,68 juta, dari data tersebut rumah tangga yang menjadikan sektor pertanian sebagai sumber penghasilan utama yaitu 63,64% (BPS, 2018). Sehingga sektor pertanian berkontribusi dalam pembangunan nasional, terutama untuk memenuhi kebutuhan pokok, penyerapan tenaga kerja, serta menarik devisa dari mengekspor hasil komoditas pertanian.

Berdasarkan hal yang telah dipaparkan tersebut, pembangunan sektor pertanian harus menjadi hal yang utama. Petani sering dirugikan dengan pendapatan yang relatif kecil, sedangkan biaya produksi lebih tinggi dari pada biaya yang diterima (Keumala & Zainuddin, 2018). Peningkatan kesejahteraan petani menjadi sangat tepat dan strategis, hal ini dikarenakan sektor pertanian sebagai penyedia bahan pangan. Terdapat berbagai aspek pembangunan untuk mengetahui tingkat kesejahteraan, yaitu pendapatan per kapita, angka kemiskinan dan tingkat pengangguran. Oleh karena itu untuk peningkatan kesejahteraan, petani harus diperhatikan dan menjadi tujuan penyejahteraan supaya kebutuhan pokok masyarakat Indonesia terpenuhi.

Sebagai wujud usaha pembangunan pertanian untuk peningkatan kesejahteraan petani, maka dibutuhkan indikator untuk mengetahui nilai peningkatan kesejahteraan. Indikator yang umum digunakan untuk mengetahui kesejahteraan petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP). NTP adalah perbandingan indeks harga yang diterima petani dengan indeks harga yang dibayar petani, yaitu harga konsumsi dan kebutuhan produksi. Peningkatan nilai NTP mengindikasikan peningkatan kemampuan dan peningkatan kesejahteraan petani atau sebaliknya. Nilai NTP sebanding dengan daya beli petani terhadap konsumsi dan kebutuhan produksi, sehingga peningkatan kesejahteraan petani relatif meningkat (Rachmat, 2013).

Data yang diperoleh dari BPS menunjukkan bahwa pada bulan Februari 2008 sampai Desember 2010 Nilai Tukar Petani (NTP) berada di bawah 100, sehingga dapat dikatakan petani mengalami kerugian. Kemudian pada bulan Januari 2008 dan bulan Januari 2011 sampai Desember 2019 Nilai Tukar Petani (NTP) berada di atas 100, sehingga dapat dikatakan petani mengalami keuntungan. Namun jika Nilai Tukar Petani (NTP) tepat 100, maka pendapatan petani sama dengan pengeluarannya. Pertumbuhan NTP tahun 2008 sampai 2019 mengalami fluktuasi. NTP yang cenderung rendah dapat mempengaruhi tingkat kesejahteraan dan produktifitas sektor pertanian berkurang, sehingga dalam jangka panjang mengakibatkan laju produksi menurun dan laju konsumsi meningkat (Riyadh, 2015). Oleh karena itu dibutuhkan metode yang tepat untuk memprediksi NTP.

Data NTP tersedia pada setiap bulan sehingga termasuk jenis data *time series*, yaitu data yang tersusun sesuai urutan waktu. Waktu yang ditetapkan berupa hari, minggu bulan atau seterusnya. Data *time series* dapat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk memperkirakan waktu yang akan datang (Handayani & Anggriani, 2015). Salah satu metode untuk menganalisis data *time series* adalah *fuzzy time series*, merupakan metode untuk memprediksi data menggunakan dasar prinsip *fuzzy*. Sistem peramalan menggunakan pola dari data sebelumnya kemudian diproyeksikan untuk data yang akan datang.

Fuzzy Time Series adalah metode yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993) yang merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan masalah di mana data aktual di bentuk dalam nilai-nilai linguistik. Banyak metode *Fuzzy Time Series* yang dikembangkan, diantaranya metode *Fuzzy Time Series Chen*, *Fuzzy Time Series using percentage change*, *Fuzzy Time Series Markov Chain*, *weighted Fuzzy Time Series*, *Fuzzy Time Series Sah* dan *Degtiarev*, *Fuzzy Time Series Cheng* (Sumartini, 2017). Peramalan fuzzy time series dilakukan oleh Cheng, C. H., Cheng, G. W., dan Wang, J. W. tahun 2008 selanjutnya disebut sebagai pendekatan baru fuzzy time series Markov chain. Metode ini mendefinisikan partisi ulang himpunan universal berdasarkan jumlah data yang tersebar setiap partisi sebagai modifikasi metode fuzzy time series klasik (Jatipaningrum, 2016).

Dalam menentukan interval, metode *fuzzy time series cheng* mempunyai cara yang sedikit berbeda yaitu menggunakan *Fuzzy Logic Relation* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan dan pembobotan berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama, metode tersebut juga menerapkan peramalan adaptif dalam memodifikasi peramalan. Pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan dan pembobotan berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama, kemudian perhitungan nilai penyesuaian pada hasil peramalan.

Penelitian mengenai metode *fuzzy time series* sebelumnya telah dilakukan oleh Mey Lista Tauryawati dan M. Isa Irawan (2014) melakukan perbandingan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dengan metode Box-Jenkins dalam memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), kemudian nilai ketepatan dihitung menggunakan MAE, MSE, MAPE. Hasilnya metode *Fuzzy Time Series Cheng* lebih akurat. Lintang Afdianti Nurkhasanah, Suparti, dan Sudarno (2015) membandingkan *Fuzzy Time Series Chen* dan *Markov Chain* untuk memprediksi memprediksi data inflasi. Perbandingan keakuratan menggunakan MSE dan MAPE, dari kedua nilai tersebut diperoleh *Fuzzy Time Series Markov Chain* menghasilkan nilai kesalahan yang lebih kecil sehingga mempunyai kinerja yang sangat bagus.

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka akan dilakukan penelitian mengenai metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia, kemudian untuk mengetahui tingkat akurasi menggunakan MSE dan MAPE. Penelitian tersebut diharapkan dapat membantu pemerintah untuk pengambilan keputusan dalam pembangunan kesejahteraan petani di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia?
2. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia?
3. Bagaimana perbandingan tingkat keakuratan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia.
2. Untuk mengetahui penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia.
3. Untuk mengetahui perbandingan tingkat keakuratan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan mengenai metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada peramalan NTP di Indonesia.
2. Sebagai bahan pengembangan dan rujukan mengenai metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* untuk penelitian selanjutnya.
3. Meningkatkan peran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dalam pengembangan pengetahuan keilmuan matematika.

1.5 Definisi Operasional

Definisi operasional yang dimaksudkan untuk menghindari kesalahan pemahaman dan perbedaan penafsiran yang berkaitan dengan istilah-istilah dalam pembahasan penelitian. Sesuai dengan judul penelitian yaitu “Perbandingan Tingkat Akurasi Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain* pada

Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia”, maka definisi operasional yang perlu dijelaskan antara lain:

1. *Fuzzy Time Series Cheng*

Metode yang menggunakan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama dan selanjutnya dilakukan penyesuaian adaptif pada hasil peramalan.

2. *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Metode yang menggunakan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama dan selanjutnya menghitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan.

3. Peramalan

Peramalan adalah teknik yang digunakan untuk memprediksi kondisi pada waktu yang akan datang dengan menggunakan data terdahulu. Data yang digunakan pada penelitian ini mulai dari tahun 2015 sampai 2019, yang mana termasuk dalam peramalan jangka menengah karena meramalkan keadaan 5 tahun kedepan.

4. Tingkat Akurasi

Sistem pengukuran yang digunakan untuk mengetahui metode yang paling mendekati data aktual. Pada penelitian ini untuk menghitung tingkat akurasi menggunakan dua kriteria yaitu *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

5. Nilai Tukar Petani

Nilai Tukar Petani atau NTP adalah indikator yang ditentukan oleh Badan Pusat Statistika (BPS) dalam menentukan tingkat kesejahteraan petani di Indonesia. Terdapat tiga kategori NTP yaitu petani mengalami surplus, impas, dan defisit. Data NTP mulai tahun 2015 sampai 2019 yang digunakan pada penelitian ini mengalami fluktuasi sehingga dilakukan peramalan yang kemudian dibandingkan dengan data aktual.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang terdapat pada penelitian ini tersusun dari empat bab, yaitu sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Memaparkan teori yang mendukung dalam proses penelitian, yaitu peramalan, *Time Series*, *Fuzzy Time Series*, Metode *Fuzzy Time Series Cheng*, Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*, Pengujian Keakuratan, Nilai Tukar Petani.

Bab III Metode Penelitian

Menjelaskan tahapan penelitian yaitu meliputi pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, teknik analisis data, dan flowchart penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan

Menjelaskan hasil dan pembahasan pengolahan data.

Bab V Penutup

Kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan

Peramalan atau *forecasting* adalah bagian dari proses pengambilan keputusan. Keputusan yang efektif dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Peramalan merupakan salah satu cara untuk meramalkan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data masa kini (Aswi & Sukarna, 2006). Peramalan merupakan pendugaan terhadap permintaan pada masa yang akan datang dengan memperhatikan variabel peramal. Variabel peramal tersebut adalah data *time series* historis. Variabel ini diperoleh melalui proses penyusunan data masa lampau dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan menggunakan suatu bentuk model matematis. Implementasi peramalan telah merambat pada berbagai bidang, seperti kependudukan, geofisika, meteorologi, administrasi negara, riset operasi, produksi, pemasaran, keuangan, ekonomi, dan sebagainya.

Peramalan pada umumnya bertujuan untuk menduga suatu kejadian di masa yang akan mendatang. Menurut Makridakis, dkk (1999), peramalan terjadi karena adanya jangka waktu (*time lag*) antara kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Peramalan digunakan untuk menduga perubahan yang akan terjadi dan dilakukan untuk menghadapi situasi yang tidak pasti. Peramalan tersebut dilakukan dengan meminimumkan kesalahan dalam meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan tingkat akurasi peramalan, contohnya *mean squared error*, *mean absolute percentage error*, dan lainnya.

2.1.1 Jenis-Jenis Peramalan

Menurut Aswi dan Sukarna (2006), metode peramalan dibedakan menjadi dua kategori utama yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif adalah peramalan menurut argumen suatu pihak dan data tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu nilai atau angka. Metode ini adalah metode peramalan yang lebih banyak menuntut pada perkiraan logis, pemikiran intuitif dan informasi atau

pengetahuan yang telah diperoleh peneliti sebelumnya. Metode kualitatif pada umumnya digunakan untuk mengetahui ramalan jangka pendek. Selain itu, metode ini digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih mempercayai intuisinya dari pada rumus matematik. Sedangkan, metode kuantitatif adalah metode peramalan yang didasarkan pada data masa lalu (data historis) yang berbentuk angka atau nilai. Metode peramalan ini membutuhkan informasi masa lalu yang dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik, sehingga data tersebut dapat diramalkan menggunakan metode statistika dan matematika.

Metode peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua, yaitu metode runtun waktu dan metode regresi atau kausal. Metode runtun waktu (*time series*) yaitu metode yang digunakan untuk meramalkan masa depan dengan menggunakan data historis. Metode *time series* mencoba melihat apa yang terjadi pada masa mendatang dengan menggunakan data masa lalu untuk meramalkannya. Sedangkan, metode kausal adalah metode analisis yang dilakukan dengan memasukkan dan menguji variabel-variabel yang diduga akan mempengaruhi variabel terikat. Umumnya, metode ini menggunakan analisis regresi untuk menentukan mana variabel terikat (Makridakis dkk, 1999).

Menurut Makridakis, dkk (1999), peramalan kuantitatif dapat diterapkan ketika terdapat situasi sebagai berikut:

1. Terdapat informasi masa lalu.
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Peramalan umumnya dikategorikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dilingkupinya. Berdasarkan Rachman (2018) horizon waktu terbagi menjadi beberapa kategori:

- a. Peramalan jangka pendek yaitu perkiraan yang dilakukan untuk periode waktu sampai dengan satu tahun. Biasanya digunakan untuk memperkirakan banyaknya tenaga kerja, produksi suatu barang maupun perencanaan pembelian.
- b. Peramalan jangka menengah yaitu perkiraan yang dilakukan untuk periode waktu mulai dari bulan sampai dengan tiga tahun. Biasanya digunakan untuk

merencanakan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, serta menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

- c. Peramalan jangka panjang yaitu memperkirakan untuk masa tiga tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (litbang).

2.2 *Time Series*

Time series adalah suatu data mengenai objek tertentu berdasarkan periode waktu tertentu misalnya, setiap jam, harian, mingguan, bulanan dan lain sebagainya. Mengenai hal tersebut perhatikan data *time series* pada data saham, data permintaan, data nilai tukar, data ekspor, dan lain-lain. Jika diamati data yang telah disebutkan memiliki keterkaitan dengan waktu dan terjadi secara berurutan. Data tersebut juga sangat bermanfaat bagi pengambilan keputusan untuk memperkirakan kejadian di waktu yang akan datang, karena diyakini pola perubahan di masa lampau akan kembali terulang pada masa kini (Haris, 2010).

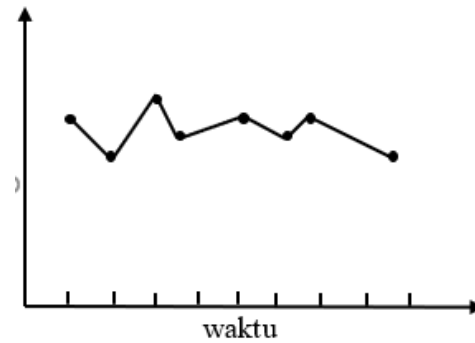
Sedangkan, analisis *time series* merupakan suatu metode peramalan kuantitatif yang digunakan untuk menentukan pola suatu data pada masa lampau kemudian dikumpulkan dalam satu urutan waktu atau biasa disebut dengan data *time series*. Secara umum pola data *time series* terbagi menjadi empat macam yaitu horizontal, trend, musiman, serta siklis (Hanke & Wichers, 2005).

2.2.1 *Pola Data Time Series*

Langkah penting dalam menentukan metode deret berkala yang digunakan yaitu dengan menganalisis jenis pola pada data tersebut, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Berikut penjelasan singkat mengenai empat jenis pola data (Makridakis dkk, 1999):

1. Pola horizontal (*constant*)

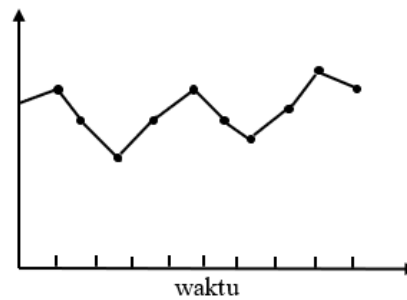
Terjadi apabila data mengalami fluktuasi kisaran nilai rata-rata yang konstan. Misalkan terdapat hasil produksi yang tidak mengalami peningkatan maupun penurunan dalam kurun waktu tertentu, sehingga data tersebut mengalami pola horizontal.



Gambar 2. 1 Pola horizontal

2. Pola musiman (*seasonal*)

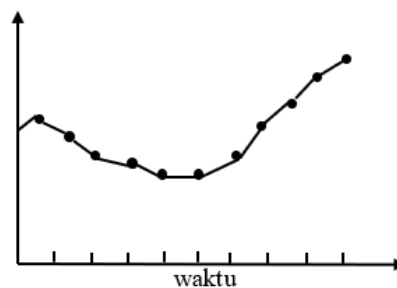
Terjadi apabila faktor musiman mempengaruhi suatu deret misalkan pada tahun, bulan, minggu tertentu. Misalkan pada data penjualan suatu produk seperti pemanas ruangan, minuman ringan, dan es krim akan mengalami pola musiman.



Gambar 2. 2 Pola musiman

3. Pola siklis (*cycle*)

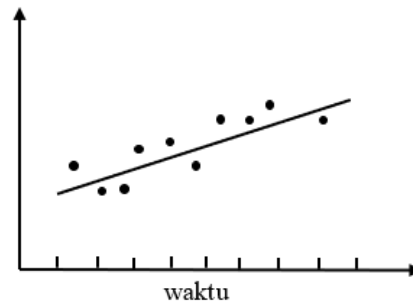
Terjadi apabila data yang diperoleh mengalami fluktuasi ekonomi jangka panjang. Misalkan yang berkaitan dengan siklus bisnis, seperti data penjualan produk kendaraan, baja, peralatan utama lainnya mengalami pola siklis.



Gambar 2. 3 Pola siklis

4. Pola trend

Terjadi apabila data mengalami kenaikan ataupun penurunan sekuler dalam jangka panjang. Misalkan pada data penjualan banyak perusahaan, GNP dan beberapa indikator bisnis maupun ekonomi lainnya.



Gambar 2. 4 Pola trend

2.3 Logika Fuzzy

Dalam kamus oxford, fuzzy diartikan sebagai *blurred* (kabur atau remang-remang), *indistinct* (tidak jelas), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak presisi), *confused* (membingungkan), *vague* (tidak jelas). Logika fuzzy adalah metode berhitung dengan menggunakan variabel kata-kata (*linguistic variable*), untuk menggantikan berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam logika fuzzy memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Manusia bisa langsung “merasakan” nilai dari variabel kata-kata yang sudah dipakainya sehari-hari. Demikianlah, logika fuzzy memberi ruang serta mengeksploitasi toleransi terhadap ketidakpresisian (Naba, 2009).

Teori himpunan fuzzy adalah kerangka matematis yang dapat memberikan gambaran kebenaran parsial, ketidaktepatan, ketidakjelasan, kekurangan informasi, dan ketidakpastian. Ketidakjelasan juga dapat digunakan untuk menggambarkan sesuatu yang berhubungan dengan ketidakpastian yang mana diberikan dalam bentuk informasi linguistik atau intuisi. Misalkan untuk menyatakan nilai suatu data dapat dikatakan “baik”, atau derajat kepentingan seorang pengambil keputusan dikatakan “sangat penting” (Kusumadewi dkk, 2006). Dengan logika fuzzy dapat diketahui sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik, yang hanya memiliki dua kemungkinan yaitu ya atau tidak.

2.4 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip himpunan fuzzy sebagai dasar perhitungannya. Metode peramalan tersebut bekerja dengan cara menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Proses peramalan tersebut juga tidak membutuhkan sistem yang terlalu rumit, seperti yang terdapat pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan serta dikembangkan (Robandi, 2006).

Himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang kabur atau samar. Jika U adalah himpunan semesta maka himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya adalah:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \dots + \frac{\mu_{A_p}(u_p)}{u_p}, \quad (2.1)$$

di mana $\mu_{A_i}(u_i)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_i ke A_i dengan $\mu_{A_i}(u_i) \in [0,1]$ dan $1 \leq i \leq p$ (Sumartini dkk, 2017). Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_i)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } i = j + 1, \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.2)$$

Menurut Boaisa dan Amaitik (2010) nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_i)$ ditentukan berdasarkan beberapa aturan:

Aturan 1: jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, sedangkan u_{i+1} adalah 0.5 namun jika bukan u_i dan u_{i+1} dinyatakan dengan 0.

Aturan 2: jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, sedangkan u_{i-1} dan u_{i+1} adalah 0.5 namun jika bukan u_i , u_{i-1} dan u_{i+1} dinyatakan dengan 0.

Aturan 3: jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, sedangkan u_{i-1} adalah 0.5 namun jika bukan u_i dan u_{i-1} dinyatakan dengan 0.

2.4.1 Fuzzy Time Series Cheng

Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam menentukan interval, menggunakan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan serta perulangan FLR yang sama. Berikut adalah tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS Cheng (Sumartini dkk, 2017):

1. Menentukan himpunan semesta (U) data aktual

$$U = [D_{\min} - D_1; D_{\max} + D_2], \quad (2.3)$$

dengan D_{\min} adalah data terkecil dan D_{\max} adalah data terbesar

2. Menentukan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan rentang (*range*)

$$R = |(D_{\min} - D_1) - (D_{\max} + D_2)|, \quad (2.4)$$

dengan R adalah rentang. D_{\max} adalah data terbesar dan D_{\min} adalah data terkecil.

- b. Menentukan banyaknya interval kelas dengan mengaplikasikan persamaan Sturges.

$$K = 1 + 3,322 \times \log n, \quad (2.5)$$

dengan K adalah banyaknya interval kelas, dan n adalah jumlah data yang digunakan

- c. Menentukan lebar interval.

$$l = \frac{R}{K}, \quad (2.6)$$

3. Himpunan fuzzy dibentuk berdasarkan jumlah frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Selanjutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h - 1$ interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h - 2$ interval yang sama. Hal tersebut dilakukan hingga pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.
4. Mendefinisikan himpunan fuzzy A_i dan lakukan fuzzifikasi pada data aktual. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai

linguistik dari suatu variabel linguistik, maka didefinisikan himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{U_1|1\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|0\} + \dots + \{U_p|0\} \\ A_2 &= \{U_1|0,5\} + \{U_2|1\} + \{U_3|0,5\} + \dots + \{U_p|0\} \\ A_3 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|1\} + \dots + \{U_p|0\} \\ &\vdots \\ A_p &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \dots + \{U_{p-1}|0,5\} + \{U_p|1\}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

dengan u_i merupakan suatu elemen dari himpunan semesta serta bilangan yang memiliki simbol "|" untuk menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(U_i)$ pada A_i dengan $(i = 1, 2, \dots, p)$ yang mana nilainya 0, 0.5 atau 1.

5. Membuat tabel Fuzzy Logical Relationship menurut data aktual. FLR dapat dilambangkan dengan $A_i \rightarrow A_j$, yang mana A_i disebut *current state* sedangkan A_j disebut *next state*.
6. Menentukan bobot relasi *Fuzzy Logical Relationship* menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang mempunyai *current state* (A_i) yang sama dijadikan satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Misalkan terdapat urutan FLR yang sama.

($t = 1$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t = 2$) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t = 3$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2

($t = 4$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3

Dengan t menyatakan waktu, kemudian bobot yang diperoleh pada relasi FLR dimasukkan ke dalam bentuk matriks pembobot (W) yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} W_1 & W_1 & \dots & W_{1p} \\ W_2 & W_2 & \dots & W_{2p} \\ \vdots & \vdots & W_t & \vdots \\ W_{p1} & W_{p2} & \dots & W_p \end{bmatrix}, \quad (2.9)$$

di mana W adalah matriks pembobot dan W_t adalah bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i = 1, 2, \dots, ; j = 1, 2, \dots, p$.

Kemudian mengubah bobot FLRG tersebut ke dalam bentuk matriks pembobot terstandarisasi (W') yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W' = \begin{bmatrix} W_1' & W_1' & \cdots & W_{1p}' \\ W_2' & W_2' & \cdots & W_{2p}' \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_{p1}' & W_{p2}' & \cdots & W_p' \end{bmatrix}, \quad (2.10)$$

di mana W' adalah matriks pembobot terstandarisasi dengan $W_i' = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^p W_i}$.

7. Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi (W') dikalikan dengan nilai tengah (m_i). Mencari nilai tengah (m_i) pada interval himpunan fuzzy dapat menggunakan Persamaan (2.7). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W'(m_1) + W_{i2}'(m_2) + \cdots + W_{ip}'(m_p)$$

di mana F_i adalah hasil peramalan dengan $W_i' = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^p W_i}$.

Apabila hasil fuzzifikasi periode ke- i adalah A_i dan A_i tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \emptyset$, di mana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada u_i , maka nilai peramalan (F_i) adalah nilai tengah dari u_i , atau didefinisikan dengan m_i .

8. Modifikasi peramalan dengan peramalan adaptif.

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

$$\hat{Y}(t) = Y(t-1) + (\alpha[F(t) - Y(t-1)]). \quad (2.11)$$

Keterangan:

$Y(t-1)$: pengamatan waktu $t-1$

α : parameter pembobotan berkisar [0.001 – 1]

2.4.2 Fuzzy Time Series Markov Chain

Fuzzy Markov Chain diperkenalkan pertamakali oleh Tsaur (2012). Dengan menggabungkan rantai *Markov Chain*, dengan menggunakan matrik probabilitas transisi dapat memperoleh probabilitas yang besar. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk mengerjakan metode *Fuzzy Markov Chain*:

1. Tentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) data aktual

Untuk mengartikannya, pertama-tama tentukan nilai terkecil dan nilai terbesar dari data aktual atau data historis. Berdasarkan nilai terbesar dan nilai terkecil, maka bisa diartikan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) U yaitu

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]. \quad (2.12)$$

Keterangan:

D_{min} = Data minimum

D_{max} = Data maksimum

D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif sebarang yang bilangannya di tentukan oleh peneliti.

2. Pembentukan Interval

Menentukan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan rentang (range)

$$R = |(D_{min} - D_1) - (D_{max} + D_2)|, \quad (2.13)$$

dengan R adalah rentang. D_{max} adalah data terbesar dan D_{min} adalah data terkecil.

- b. Menentukan banyaknya interval kelas dengan mengaplikasikan Persamaan Sturges.

$$K = 1 + 3,322 \times \log n, \quad (2.14)$$

dengan K adalah banyaknya interval, dan n adalah jumlah data yang digunakan.

- c. Menentukan lebar interval.

$$l = \frac{R}{K}, \quad (2.15)$$

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy A_i dan lakukan fuzzifikasi pada data aktual. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, maka didefinisikan himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah:

$$A_1 = \{U_1|1\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|0\} + \dots + \{U_p|0\}$$

$$A_2 = \{U_1|0,5\} + \{U_2|1\} + \{U_3|0,5\} + \dots + \{U_p|0\}$$

$$A_3 = \{U_1|0\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|1\} + \dots + \{U_p|0\}$$

⋮

$$A_p = \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \dots + \{U_{p-1}|0,5\} + \{U_p|1\}, \quad (2.16)$$

dengan u_i merupakan suatu elemen dari himpunan semesta serta bilangan yang memiliki simbol "|" untuk menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(U_i)$ pada A_i dengan ($i = 1, 2, \dots, p$) yang mana nilainya 0, 0.5 atau 1.

4. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi bisa dilakukan dengan berdasarkan interval yang telah dibentuk, dari data awal lalu dikelompokkan dengan banyaknya interval. Untuk mempermudah, setiap himpunan $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ didefinisikan dalam n interval. Kemudian dapat ditentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group Fuzzy Logical Relationship* (FLRG), adalah hubungan dari semua urutan data terhadap data selanjutnya dalam bentuk *Fuzzy set* atau himpunan *Fuzzy*. Jika $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, maka dapat di tetapkan bahwa $A_i \rightarrow A_j$. Sedangkan pengelompokan dari setiap perpindahan *state* disebut *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).

5. Menentukan bobot relasi Fuzzy Logical Relationship menjadi Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang mempunyai *current state* (A_i) yang sama dijadikan satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Misalkan terdapat urutan FLR yang sama.

($t = 1$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1.

($t = 2$) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1.

($t = 3$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2.

($t = 4$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3.

Dengan t menyatakan waktu, kemudian bobot yang diperoleh pada relasi FLR dimasukkan ke dalam bentuk matriks pembobot (W) yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} W_1 & W_1 & \dots & W_{1p} \\ W_2 & W_2 & \dots & W_{2p} \\ \vdots & \vdots & W_t & \vdots \\ W_{p1} & W_{p2} & \dots & W_p \end{bmatrix}, \quad (2.17)$$

di mana W adalah matriks pembobot dan W_t adalah bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i = 1, 2, \dots, ; j = 1, 2, \dots, p$.

Kemudian mengubah bobot FLRG tersebut ke dalam bentuk matriks pembobot terstandarisasi (W') yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W' = \begin{bmatrix} W_1' & W_1' & \cdots & W_{1p}' \\ W_2' & W_2' & \cdots & W_{2p}' \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_{p1}' & W_{p2}' & \cdots & W_p' \end{bmatrix}, \quad (2.18)$$

di mana W' adalah matriks pembobot terstandarisasi dengan $W_i' = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^p W_i}$.

6. Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan awal

Untuk menentukan Defuzzifikasi dari nilai peramalan dan menghasilkan nilai peramalan dari matriks probabilitas dengan aturan sebagai berikut:

- a) Bila FLRG A_i adalah kosong ($A_i \rightarrow \neq$) maka hasil peramalannya adalah m_i , yaitu nilai tengah dari u_i dengan persamaan:

$$F(t) = m_i. \quad (2.19)$$

- b) Bila FLRG A_i adalah relasi satu ke satu ($A_i \rightarrow A_k$ dengan $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1, j \neq k$), sehingga hasil peramalan adalah m_k yaitu nilai tengah dari u_k dengan persamaan:

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k. \quad (2.20)$$

- c) Bila FLRG A_j adalah relasi satu ke banyak ($A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$), jika kumpulan data $Y(t-1)$ yang berada di *state* A_j , sehingga hasil peramalan:

$$F(t) = m_1 P_{j1} + m_2 P_{j2} + \cdots + m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t-1) P_j + m_{j+1} P_{j(j+1)} + \cdots + m_n P_{jn}. \quad (2.21)$$

Keterangan:

m_i adalah nilai tengah dari $u_i, i = 1, 2, \dots, n$.

$Y(t-1)$ = nilai aktual pada, waktu $t-1$.

7. Menghitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan kesalahan peramalan dapat ditinjau kembali dengan penyesuaian peramalan. Aturan penyesuaian peramalan dijabarkan sebagai berikut:

- a) Jika *state* A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari *state* A_i pada saat $t-1$ sebagaimana $F(t-1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi naik ke *state* A_j pada saat $t, (i < j)$, maka nilai penyesuaian ditentukan:

$$D_{t1} = \left(\frac{1}{2}\right). \quad (2.22)$$

- b) Jika *state* A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi turun ke *state* A_j pada saat t , ($i < j$), maka nilai penyesuaian ditentukan:

$$D_{t1} = -\left(\frac{1}{2}\right). \quad (2.23)$$

- c) Jika *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi maju ke *state* A_{i+s} pada saat t , $1 \leq s \leq n - 1$, maka nilai penyesuaian ditentukan:

$$D_{t2} = \left(\frac{1}{2}\right)s, (1 \leq s \leq n - 1). \quad (2.24)$$

Keterangan:

s = banyaknya perpindahan transisi maju.

- d) Jika *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi mundur ke *state* A_{i-v} pada saat t , $1 \leq v \leq i$, maka nilai penyesuaian ditentukan:

$$D_{t2} = -\left(\frac{1}{2}\right)v, (1 \leq v \leq i). \quad (2.25)$$

Keterangan:

v = banyak perpindahan transisi mundur.

8. Menghitung hasil peramalan akhir

Secara umum hasil peramalan dapat ditulis sebagai berikut

$$F'_t = F_t \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F_t \pm \left(\frac{1}{2}\right) \pm \left(\frac{1}{2}\right)v. \quad (2.26)$$

2.5 Pengukuran Tingkat Akurasi

Secara umum, pengukuran tingkat akurasi data hasil peramalan dilakukan dengan membandingkan data hasil produksi dengan data aktual untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi. Jika tingkat kesalahan yang diperoleh semakin kecil, maka akan semakin layak data prediksi tersebut yang digunakan.

Oleh karena itu perlu adanya pengujian keakuratan hasil peramalan sehingga dapat diketahui sesuai atau tidaknya teknik peramalan yang digunakan. Sehingga dapat dipilih dan ditentukan teknik peramalan yang lebih tepat dengan cara menentukan batas toleransi peramalan dari kesalahan yang terjadi (Jumingan,

2009). Beberapa kriteria yang digunakan untuk mengukur ketepatan hasil peramalan yaitu *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

2.5.1 *Mean Square Error* (MSE)

Metode uji MSE menghasilkan kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, namun terkadang menghasilkan perbedaan yang besar (Makridakis, 1999). Berikut rumus perhitungan MSE:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y(t) - F(t))^2, \quad (2.27)$$

dengan $Y(t)$ adalah nilai aktual pada data ke- t dan $F(t)$ adalah nilai hasil peramalan pada data ke- t . Adapun n adalah jumlah peramalan yang terlibat.

2.5.2 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Metode uji MAPE dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada masing-masing periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode tersebut. Kemudian, kesalahan persentase absolut tersebut dirata-rata. MAPE adalah pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Jika semakin rendah tingkat kesalahan pada data prediksi, maka tingkat hasil prediksi tersebut semakin akurat (Arif dkk, 2017). Perhitungan nilai MAPE dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F(t)|}{Y(t)} \times 100\%, \quad (2.28)$$

dengan $Y(t)$ adalah nilai aktual pada data ke- t dan $F(t)$ adalah nilai hasil peramalan pada data ke- t . Dengan demikian ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketepatan peramalan} = 100\% - \text{MAPE}, \quad (2.29)$$

adapun n adalah jumlah peramalan yang terlibat. Tingkat akurasi peramalan sangat baik jika nilai MAPE kurang dari 10% dan memiliki akurasi peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20% (Arif dkk, 2017).

2.6 Nilai Tukar Petani

Nilai Tukar Petani (NTP) didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara indeks harga yang diterima petani dengan indeks harga yang dibayar petani dalam

persentase. NTP suatu indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat kesejahteraan atau kemampuan daya beli petani. Secara konseptual NTP adalah pengukur kemampuan tukar barang-barang (produk) pertanian yang dihasilkan petani dengan barang atau jasa yang diperlukan untuk konsumsi rumah tangga dan keperluan dalam memproduksi produk pertanian. Pengukuran NTP dinyatakan dalam bentuk indeks sebagai berikut:

$$\text{NTP} = \frac{IT}{IB} \times 100\%.$$

Keterangan:

NTP : Nilai Tukar Petani

IT : Indeks harga yang diterima petani

IB : Indeks harga yang dibayar petani

Harga yang diterima petani merupakan harga tertimbang dari harga setiap komoditas pertanian yang diproduksi/dijual petani. Penimbang yang digunakan adalah nilai produksi yang dijual petani dari setiap komoditas. Harga yang dibayar petani merupakan harga tertimbang dari harga/biaya konsumsi makanan, konsumsi non makanan dan biaya produksi dan penambahan barang modal dari barang yang dikonsumsi atau dibeli petani. Komoditas yang dihasilkan sendiri tidak masuk dalam perhitungan harga yang dibayar petani. Harga yang dimaksud adalah harga eceran barang dan jasa yang di pasar perdesaan.

Konsep petani yang dikembangkan oleh BPS adalah petani dari sub sektor tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan rakyat, peternakan, dan perikanan. Petani sub sektor tanaman pangan meliputi petani yang berusaha pada usaha tani Padi dan palawija; petani sub sektor hortikultura mencakup petani sayur-sayuran dan buah-buahan; petani tanaman perkebunan rakyat terdiri usaha tani komoditas perdagangan rakyat; petani peternak yang bergerak dalam usaha ternak besar, ternak kecil, unggas, dan hasil ternak; serta petani perikanan, baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya (Rachmat, 2013). Berdasarkan BPS Terdapat tiga kategori NTP yaitu (Keumala & Zainuddin, 2018):

- (a) NTP > 100, artinya kenaikan harga produksi lebih tinggi dibandingkan kenaikan harga konsumsi, sehingga petani mengalami surplus atau dapat dikatakan tingkat kesejahteraan petani mengalami kenaikan.

- (b) $NTP = 100$, artinya kenaikan/penurunan harga produksi sama dengan kenaikan/penurunan harga konsumsi, sehingga petani mengalami impas atau dapat dikatakan tingkat kesejahteraan petani tidak mengalami perubahan.
- (c) $NTP < 100$, artinya kenaikan harga produksi lebih rendah dibandingkan kenaikan harga barang konsumsi, sehingga petani mengalami defisit atau dengan kata lain tingkat kesejahteraan petani mengalami penurunan.

2.7 Kajian Peramalan Dalam Al-Quran

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

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَانظُرُوا نَفْسَ مَا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ

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

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

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

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

“Yusuf berkata ‘Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; Maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kmau 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 kmau simpan’” (QS. Yusuf/ 12:47-48).

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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur adalah pendekatan dengan mengumpulkan bahan pustaka dari jurnal, artikel dan buku yang dibutuhkan sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian, dan digunakan dalam penyelesaian untuk penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada Nilai Tukar Petani. Sedangkan deskriptif kuantitatif yaitu menyusun dengan menganalisis data sesuai dengan kebutuhan penelitian dan digunakan dalam penyelesaian untuk membandingkan tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada Nilai Tukar Petani.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapatkan peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Data penelitian ini diambil secara *online* dari situs <https://www.bps.go.id/indicator/22/13/1/ntp-nilai-tukar-petani-menurut-subsektor.html> yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Penelitian ini menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) pada tahun 2015 sampai 2019 dan diakses pada tanggal 18 Maret 2021.

3.3 Teknik Analisis Data

Berikut tahapan analisis yang dilakukan:

3.3.1 Menganalisis Data Deskriptif

1. Deskripsi data.
2. Membuat plot *time series* dari data.
3. Menginterpretasikan hasil plot *time series* dari data.

3.3.2 Peramalan Data Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

- a. Menentukan himpunan semesta (U) berdasarkan persamaan 2.3.
- b. Menentukan rentang berdasarkan persamaan 2.4, kemudian mencari banyak interval kelas dengan mengaplikasikan persamaan Sturges pada persamaan 2.5, sehingga diperoleh lebar interval pada persamaan 2.6.
- c. Mendefinisikan himpunan fuzzy berdasarkan persamaan 2.15.
- d. Melakukan fuzzyfikasi dengan menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
- e. Pembentukan pembobotan sehingga terbentuk matriks pembobotan terstandarisasi.
- f. Menghitung nilai peramalan awal.
- g. Memodifikasi nilai peramalan dengan peramalan adaptif pada persamaan 2.11.

3.3.3 Peramalan Data Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

- a. Menentukan himpunan semesta (U) berdasarkan persamaan 2.12.
- b. Menentukan rentang berdasarkan persamaan 2.4, kemudian mencari banyak interval kelas dengan mengaplikasikan persamaan Sturges pada persamaan 2.5, sehingga diperoleh lebar interval pada persamaan 2.6.
- c. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* berdasarkan persamaan 2.15.
- d. Melakukan fuzzyfikasi dengan menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
- e. Pembentukan pembobotan sehingga terbentuk matriks pembobotan terstandarisasi.
- f. Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan awal.
- g. Menghitung nilai penyesuaian dilakukan pada setiap hubungan antar *current state* dan *next state* dari FLR.
- h. Menentukan nilai peramalan akhir berdasarkan persamaan 2.25.

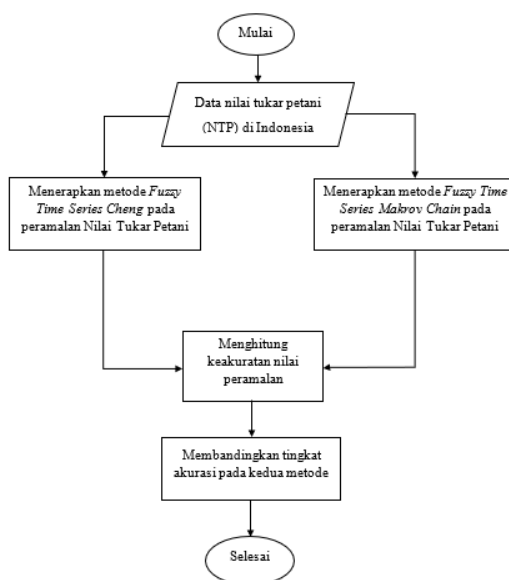
3.3.4 Analisis Perbandingan

Analisis perbandingan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series Cheng* akan dihitung menggunakan *Mean Absolute Percentage Error*

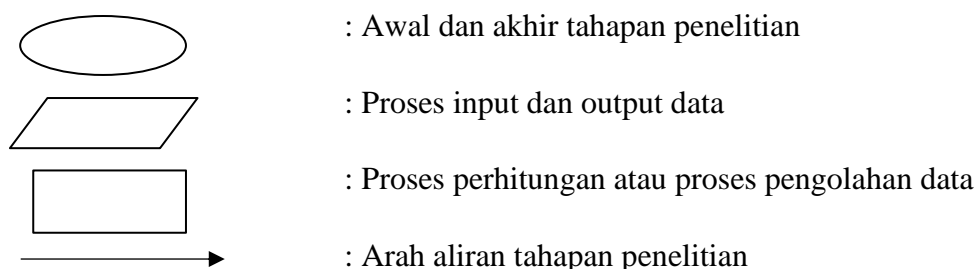
(MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE), sehingga dapat dipilih antara kedua metode tersebut yang lebih mendekati perhitungan dan lebih akurat dengan data Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia.

3.4 Flowchart Penelitian

Tahapan pada penelitian tersebut dimulai dari pengumpulan data yang diperoleh dari website resmi BPS Indonesia, data yang digunakan yaitu Nilai Tukar Petani (NTP) tahun 2015 sampai 2019. Kemudian data tersebut diolah sesuai dengan langkah-langkah menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Data hasil dari kedua metode tersebut dihitung tingkat keakuratannya dengan menggunakan MSE dan MAPE. Berikut diagram alir dalam penelitian tersebut:



Keterangan:



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

Berikut adalah tahapan perhitungan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam Peramalan Nilai Tukar Petani di Indonesia:

1. Himpunan semesta dari data aktual

Berdasarkan data Nilai Tukar Petani diperoleh data terkecil (D_{\min}) yaitu 99.950 pada bulan Maret 2017 dan data terbesar (D_{\max}) yaitu 104.460 pada bulan Desember 2019. Dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.3), ditentukan terlebih dahulu $D_1 = 0.2$ dan $D_2 = 0.5$ maka diperoleh himpunan semesta dari data aktual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{\min} - D_1; D_{\max} + D_2] \\ &= [99.950 - 0.2; 104.460 + 0.5] \\ &= [99.750; 104.960] \end{aligned}$$

2. Lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menentukan rentang (*range*) dengan menggunakan persamaan pada (2.4).

$$\begin{aligned} R &= |(D_{\min} - D_1) - (D_{\max} + D_2)| \\ &= |(99.950 - 0.2) - (104.460 + 0.5)| \\ &= |(99.750 - 104.960)| \\ &= 5.210 \end{aligned}$$

b. Menentukan banyaknya interval kelas dengan mengaplikasikan Persamaan Sturges.

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \times \log n \\ &= 1 + 3,322 \times \log(60) \\ &= 6.907 \approx 7 \end{aligned}$$

c. Menentukan lebar interval dengan menggunakan persamaan (2.6).

$$l = \frac{R}{K}$$

$$= \frac{5.210}{6.907}$$

$$= 0.754$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh panjang interval yaitu 0.754 dengan banyak interval 7.

- Himpunan fuzzy dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda Interval yang terbentuk dalam himpunan semesta U dengan nilai tengah yang berupa batas atas dan batas bawah, dengan nilai tengah dan frekuensi datanya yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Frekuensi pada setiap interval pada metode *Fuzzy Time Series Cheng*

U_i	Batas bawah	Batas atas	Nilai Tengah	Frekuensi
U_1	99.750	100.504	100.127	6
U_2	100.504	101.259	100.881	6
U_3	101.259	102.013	101.636	16
U_4	102.013	102.767	102.390	15
U_5	102.767	103.522	103.144	13
U_6	103.522	104.276	103.899	3
U_7	104.276	105.030	104.653	1

Rata-rata frekuensi untuk setiap interval adalah hasil pembagian antara jumlah frekuensi dengan jumlah interval yaitu 8.571, maka nilai interval harus lebih kecil dari rata-rata frekuensi. Sehingga menjadi:

Tabel 4. 2 Frekuensi pada setiap interval setelah pembagian

U_i	Batas bawah	Batas atas	Nilai Tengah (m)	Frekuensi
U_1	99.750	100.504	100.127	6
U_2	100.504	101.259	100.881	6
U_3	101.259	101.510	101.384	6
U_4	101.510	101.761	101.636	7
U_5	101.761	102.013	101.887	3
U_6	102.013	102.264	102.139	6
U_7	102.264	102.516	102.390	5
U_8	102.516	102.767	102.642	4
U_9	102.767	103.019	102.893	5
U_{10}	103.019	103.270	103.144	7
U_{11}	103.270	103.522	103.396	1
U_{12}	103.522	104.276	103.899	3
U_{13}	104.276	105.030	104.653	1

- Mendefinisikan himpunan fuzzy

Berdasarkan banyak interval yang terbentuk maka terdapat 13 himpunan fuzzy, berikut ini adalah himpunan fuzzy yang terdefinisi berdasarkan persamaan (2.8):

$$\begin{aligned}
A_1 &= \{U_1|1\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_2 &= \{U_1|0,5\} + \{U_2|1\} + \{U_3|0,5\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_3 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|1\} + \{U_4|0,5\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_4 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0,5\} + \{U_4|1\} + \{U_5|0,5\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_5 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0,5\} + \{U_5|1\} + \{U_6|0,5\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_6 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0,5\} + \{U_6|1\} + \{U_7|0,5\} \\
&\quad + \{U_8|0\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_7 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0,5\} + \{U_7|1\} \\
&\quad + \{U_8|0,5\} + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_8 &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0,5\} \\
&\quad + \{U_8|1\} + \{U_{10}|0,5\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_{10} &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} \\
&\quad + \{U_8|0,5\} + \{U_{10}|1\} + \{U_{11}|0,5\} + \{U_{12}|0\} + \{U_{13}|0\} \\
A_{11} &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} + \{U_8|0\} \\
&\quad + \{U_{10}|0,5\} + \{U_{11}|1\} + \{U_{12}|0,5\} + \{U_{13}|0\} \\
A_{12} &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} + \{U_8|0\} \\
&\quad + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0,5\} + \{U_{12}|1\} + \{U_{13}|0,5\} \\
A_{13} &= \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\} + \{U_8|0\} \\
&\quad + \{U_{10}|0\} + \{U_{11}|0\} + \{U_{12}|0,5\} + \{U_{13}|1\}
\end{aligned}$$

5. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi dapat terbentuk berdasarkan interval sebelumnya, yaitu A_1 untuk interval $U_1 = [99.750; 100.504]$, hingga himpunan fuzzy A_{13} untuk interval U_{13}

= [104.276; 105.030]. Sehingga perolehan Fuzzyfikasi pada data Nilai Tukar Petani di Indonesia dari Januari 2015 sampai Desember 2019. Kemudian ditentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), misalkan pada data ke-1 yaitu A_5 dan data ke-2 yaitu A_6 maka FLR yang terbentuk adalah $A_5 \Rightarrow A_6$. Seluruh data dapat dilihat pada lampiran 2. Pada fuzzyfikasi data aktual dapat diperoleh himpunan fuzzy yang memiliki *current state* yang sama, sehingga dapat dibentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 FLRG pada metode *Fuzzy Time Series Cheng*

<i>Current State</i>	<i>Next State</i>
A_1	A_1, A_2
A_2	A_1, A_2, A_3, A_4
A_3	A_2, A_3, A_4, A_7
A_4	A_1, A_3, A_5, A_6, A_8
A_5	A_4, A_6
A_6	A_3, A_4, A_8, A_9
A_7	A_5, A_7, A_8, A_9
A_8	A_6, A_7, A_{10}
A_9	A_7, A_8, A_9, A_{10}
A_{10}	$A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}$
A_{11}	A_9
A_{12}	A_{12}, A_{13}
A_{13}	-

6. Pembobotan

Pembobotan dilakukan berdasarkan proses relasi *fuzzy* pada keseluruhan data didalam proses Fuzzyfikasi, sehingga akan diketahui pembobotannya. Misalkan, FLRG pertama berisikan $A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_2, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_2$. Sehingga dari FLR $A_1 \Rightarrow A_1$ sebanyak 4 maka pembobotan bernilai 4, dan $A_1 \Rightarrow A_2$ sebanyak 2 maka pembobotan bernilai 2. Kemudian dapat dibentuk matriks pembobotan ($\mathbf{W}(t)$), dari FLRG pertama dapat dibentuk:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(1) &= [\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2] \\ &= [4, 2] \end{aligned}$$

Untuk seluruh FLRG dapat dilihat dalam matriks pembobotan sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Pembobotan pada FLRG

$x(t-1)$	$x(t-1)$												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_3	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A_4	1	0	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0
A_5	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
A_6	0	0	1	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
A_7	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0
A_9	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0
A_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	0
A_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
A_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
A_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matriks pembobotan yang terbentuk kemudian akan terstandarisasi, sehingga terbentuk matriks pembobotan terstandarisasi berdasarkan persamaan (2.10). Misalkan, $W(1) = [4,2]$ sehingga matriks pembobotan terstandarisasinya yaitu:

$$\begin{aligned}
 W_n(1) &= [W'1, W'2] \\
 &= \left[\frac{W_1}{\sum_{h=1}^2 W_h}, \frac{W_2}{\sum_{h=1}^2 W_h} \right] \\
 &= \left[\frac{4}{6}, \frac{2}{6} \right]
 \end{aligned}$$

Untuk seluruh FLRG dapat dilihat dalam matriks pembobotan terstandarisasi sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Bobot terstandarisasi

$x(t-1)$	$x(t-1)$												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_1	$\frac{4}{6}$	$\frac{2}{6}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_2	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_3	0	$\frac{2}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{1}{6}$	0	0	$\frac{1}{6}$	0	0	0	0	0	0
A_4	$\frac{1}{7}$	0	$\frac{2}{7}$	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{2}{7}$	0	$\frac{1}{7}$	0	0	0	0	0

$x(t-1)$	$x(t-1)$												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_5	0	0	0	$\frac{1}{3}$	0	$\frac{2}{3}$	0	0	0	0	0	0	0
A_6	0	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{3}{6}$	0	0	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	0	0	0	0
A_7	0	0	0	0	$\frac{1}{4}$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	0	0	$\frac{2}{5}$	0	0	0
A_9	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{5}$	2	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	0	0	0
A_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	0
A_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
A_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
A_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7. Menghitung nilai peramalan awal

Setelah proses pembobotan kemudian menghitung nilai peramalan awal dengan menggunakan Persamaan (9), yaitu dengan mengalikan matriks bobot ($W(t)$) yang telah terstandarisasi menjadi ($W_n(t)$) dengan matriks defuzzyfikasi (Ldf). Misalkan $F(1) = W'1(m_1) + W'2(m_2)$

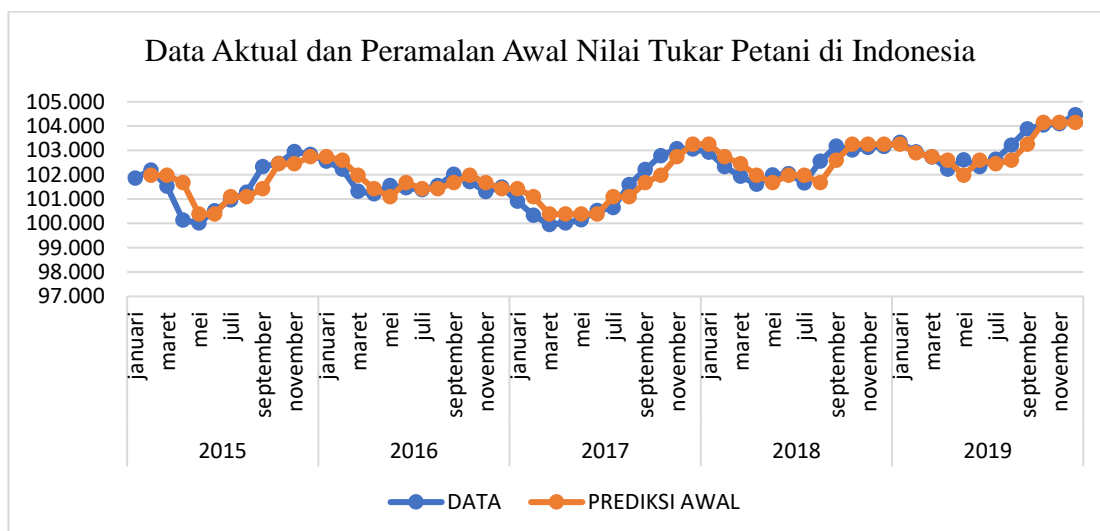
$$\begin{aligned}
 &= (100.127) \left(\frac{4}{6}\right) + (100.881) \left(\frac{2}{6}\right) \\
 &= 100.379
 \end{aligned}$$

maka nilai peramalan awal dihasilkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 6 Nilai peramalan

$F(1)$	100.379
$F(2)$	101.091
$F(3)$	101.426
$F(4)$	101.672
$F(5)$	101.971
$F(6)$	101.971
$F(7)$	102.453
$F(8)$	102.591
$F(9)$	102.742
$F(10)$	103.252
$F(11)$	102.893
$F(12)$	104.150
$F(13)$	-

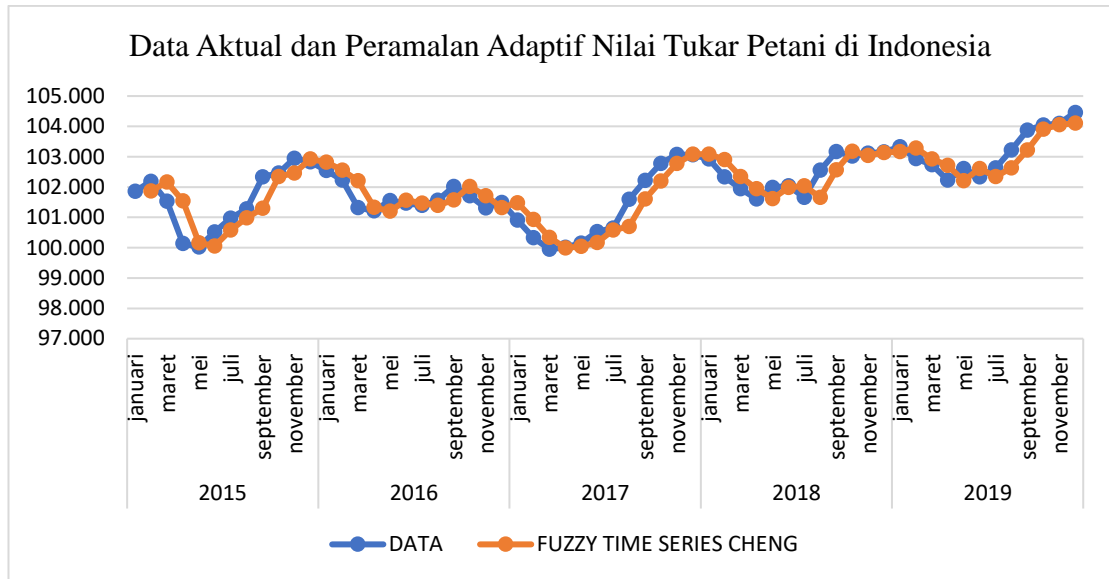
Sehingga diperoleh nilai peramalan dari data Nilai Tukar Petani yang dapat dilihat pada lampiran 3. Berdasarkan nilai peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* dengan metode *Cheng* diperoleh pola perbandingan antara data aktual dengan data eramalan awal. Data menunjukkan Nilai Tukar Petani di Indonesia tahun 2015 sampai 2019, sedangkan prediksi awal menunjukkan Peramalan awal Nilai Tukar Petani. Hasil peramalan Nilai Tukar Petani tiap periode memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan data aktualnya. Sehingga mempunyai pola fluktuasi yang serupa, dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. 1 Data aktual dan peramalan awal Nilai Tukar Petani

8. Modifikasi peramalan dengan peramalan adaptif

Pada tahap ini, perhitungan nilai peramalan akhir yaitu menggunakan peramalan adaptif untuk memperoleh nilai peramalan terbaik yang dapat dicari menggunakan persamaan (2.11). Yang mana parameter (h) terbaik yang diperoleh yaitu 0.1. Semua data hasil perhitungan peramalan adaptif dapat dilihat pada lampiran 4. Perbandingan antara data aktual dengan nilai peramalan adaptif menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. 2 Data aktual dan peramalan adaptif Nilai Tukar Petani di Indonesia

4.2 Penerapan Metode Fuzzy Time series Markov Chain

Berikut adalah tahapan perhitungan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam peramalan Nilai Tukar Petani di Indonesia:

1. Himpunan semesta dari data aktual

Menentukan himpunan semesta pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sama dengan metode *Fuzzy Time Series Cheng*. Dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.12), maka diperoleh himpunan semesta dari data aktual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{\min} - D_1; D_{\max} + D_2] \\ &= [99.950 - 0.2; 104.460 + 0.5] \\ &= [99.750; 104.960] \end{aligned}$$

2. Lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menentukan rentang (*range*) dengan menggunakan persamaan pada (2.13).

$$\begin{aligned} R &= |(D_{\min} - D_1) - (D_{\max} + D_2)| \\ &= |(99.950 - 0.2) - (104.460 + 0.5)| \\ &= |(99.750 - 104.960)| \\ &= 5.210 \end{aligned}$$

- b. Menentukan banyaknya interval kelas dengan mengaplikasikan Persamaan Sturges.

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \times \log n \\ &= 1 + 3,322 \times \log(60) \\ &= 6,907 \approx 7 \end{aligned}$$

- c. Menentukan lebar interval dengan menggunakan persamaan pada (2.15).

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{K} \\ &= \frac{5,210}{6,907} \\ &= 0,754 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh 7 interval dengan panjang 0.754, yaitu:

Tabel 4. 7 Frekuensi pada setiap interval

U_i	Batas bawah	Batas atas	Nilai Tengah	Frekuensi
U_1	99.750	100.504	100.127	6
U_2	100.504	101.259	100.881	6
U_3	101.259	102.013	101.636	16
U_4	102.013	102.767	102.390	15
U_5	102.767	103.522	103.144	13
U_6	103.522	104.276	103.899	3
U_7	104.276	105.030	104.653	1

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy

Berikut ini adalah himpunan fuzzy yang terdefinisi berdasarkan persamaan (2.16):

$$A_1 = \{U_1|1\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\}$$

$$A_2 = \{U_1|0,5\} + \{U_2|1\} + \{U_3|0,5\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\}$$

$$A_3 = \{U_1|0\} + \{U_2|0,5\} + \{U_3|1\} + \{U_4|0,5\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\}$$

$$A_4 = \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0,5\} + \{U_4|1\} + \{U_5|0,5\} + \{U_6|0\} + \{U_7|0\}$$

$$A_5 = \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0,5\} + \{U_5|1\} + \{U_6|0,5\} + \{U_7|0\}$$

$$A_6 = \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0,5\} + \{U_6|1\} + \{U_7|0,5\}$$

$$A_7 = \{U_1|0\} + \{U_2|0\} + \{U_3|0\} + \{U_4|0\} + \{U_5|0\} + \{U_6|0,5\} + \{U_7|1\}$$

4. Fuzzyfikasi

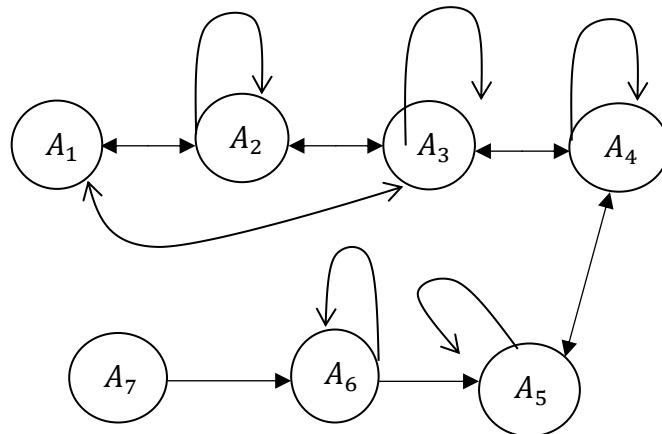
Fuzzyfikasi dapat terbentuk berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya, yaitu A_1 untuk interval $U_1 = [99.750; 100.504]$, hingga himpunan fuzzy A_7 untuk interval $U_7 = [104.276; 105.030]$. Sehingga perolehan

Fuzzyfikasi pada data Nilai Tukar Petani di Indonesia dari Januari 2015 sampai Desember 2019 dapat dilihat pada lampiran 5. Pada fuzzyfikasi data aktual dapat diperoleh himpunan fuzzy yang memiliki *current state* yang sama adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Grup 1	A_1, A_2
Grup 2	A_1, A_2, A_3
Grup 3	A_1, A_2, A_3, A_4
Grup 4	A_3, A_4, A_5
Grup 5	A_3, A_4, A_5
Grup 6	A_6, A_7
Grup 7	—

Kemudian dibentuk proses transisi peramalannya sesuai dengan perolehan FLR pada lampiran 5, sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Proses transisi peramalan berdasarkan FLRG

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara *state* yang mana tanda panah satu arah mengartikan suatu *state* bertransisi dengan *state* lainnya namun tidak berlaku sebaliknya. Tanda panah dua arah mengartikan suatu *state* bertransisi dengan *state* lainnya dan berlaku sebaliknya. Sedangkan tanda panah yang mengarah ke state asal mengartikan state tersebut bertransisi ke dirinya sendiri.

5. Pembobotan

Pembobotan dilakukan berdasarkan proses relasi *fuzzy* pada keseluruhan data didalam proses Fuzzyfikasi. Misalkan, FLRG pertama berisikan $A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_2, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_1, A_1 \Rightarrow A_2, A_1 \Rightarrow A_2$. Sehingga dari FLR $A_1 \Rightarrow A_1$ sebanyak 4 maka pembobotan bernilai 4, dan $A_1 \Rightarrow A_2$ sebanyak

3 maka pembobotan bernilai 3. Kemudian dapat dibentuk matriks pembobotan ($W(t)$), dari FLRG pertama dapat dibentuk:

$$\begin{aligned} W(1) &= [w_1, w_2] \\ &= [4, 3], \end{aligned}$$

sehingga akan diketahui pembobotannya kemudian dimasukkan kedalam matriks yang kemudian akan dinormalisasikan, hasilnya seperti tabel berikut:

Tabel 4. 9 Pembobotan

$x(t-1)$	$x(t-1)$						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
A_1	4	3	0	0	0	0	0
A_2	1	1	3	0	0	0	0
A_3	1	2	7	6	0	0	0
A_4	0	0	5	6	4	0	0
A_5	0	0	3	9	1	0	0
A_6	0	0	0	0	0	2	1
A_7	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. 10 Bobot terstandarisasi ($W_n(t)$)

$x(t-1)$	$x(t-1)$						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
A_1	$\frac{4}{7}$	$\frac{3}{7}$	0	0	0	0	0
A_2	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$	0	0	0	0
A_3	$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{6}{16}$	0	0	0
A_4	0	0	$\frac{5}{15}$	$\frac{6}{15}$	$\frac{4}{15}$	0	0
A_5	0	0	$\frac{3}{13}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{1}{13}$	0	0
A_6	0	0	0	0	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
A_7	0	0	0	0	0	0	0

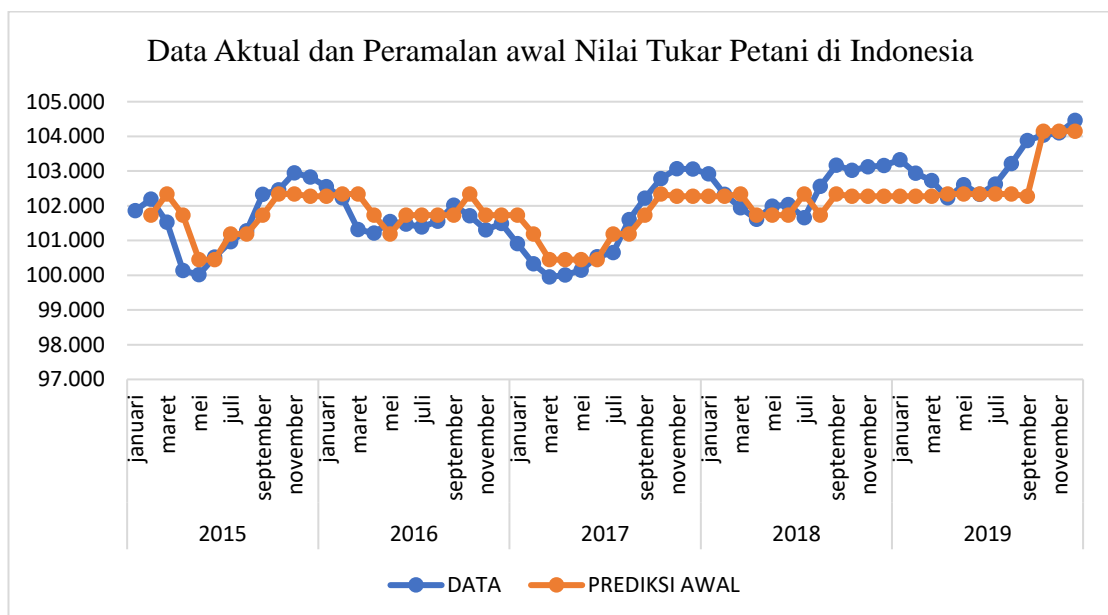
6. Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan awal

Setelah proses pembobotan kemudian menghitung nilai peramalan awal, perhitungan peramalan awal berdasarkan aturan yang terdapat pada persamaan (2.19), (2.20), dan (2.21). Perhitungan peramalan memberikan data historis sebelumnya, maka peramalan dimulai dari Februari 2015 yaitu data ke 2. Sebagai contoh untuk bulan Februari 2015 ($t = 2$) data yang dilihat adalah

data bulan sebelumnya yaitu bulan Januari 2015 ($t = 1$) di mana state bertransisi dari A_3 ke A_4 , sehingga perhitungan peramlannya adalah:

$$\begin{aligned} F(2) &= m_1P_{31} + m_2P_{32} + Y_1P_{33} + m_4P_{34} \\ &= (100.127) \left(\frac{1}{16}\right) + (100.881) \left(\frac{2}{16}\right) + (101.860) \left(\frac{7}{16}\right) + \\ &\quad (102.390) \left(\frac{6}{16}\right) \\ &= 101.828 \end{aligned}$$

Menggunakan cara yang sama, maka hasil nilai peramalan awal dari data Nilai Tukar Petani dapat dilihat pada lampiran 6. Berdasarkan nilai peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* dengan metode *Markov Chain* diperoleh pola perbandingan antara data aktual dengan data Peramalan awal. Data menunjukkan Nilai Tukar Petani di Indonesia tahun 2015 sampai 2019, sedangkan prediksi awal menunjukkan Peramalan awal Nilai Tukar Petani. Hasil peramalan Nilai Tukar Petani tiap periode memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan data aktualnya. Sehingga mempunyai pola fluktuasi yang serupa, dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. 4 Data aktual dan peramalan awal Nilai Tukar Petani

7. Menghitung nilai penyesuaian

Penyesuaian nilai peramalan sebagai tahapan untuk mengurangi besarnya penyimpangan hasil peramalan. Penyesuaian kecenderungan nilai peramalan dilakukan pada setiap hubungan antar *current state* dan *next state* dari FLR.

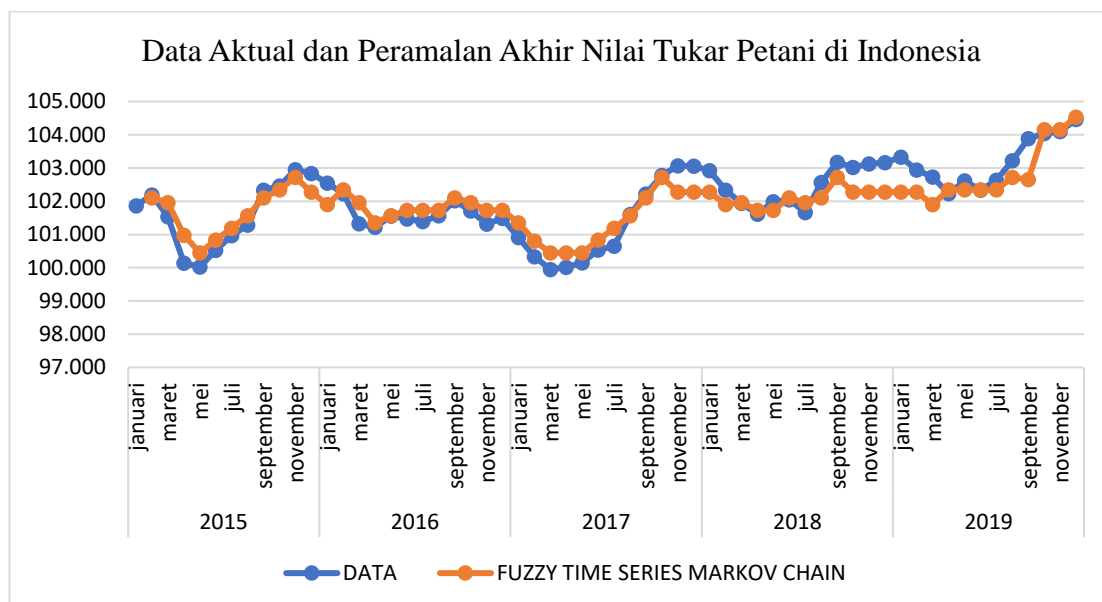
Misalkan untuk bulan Februari 2015 *current state* A_4 dan *next state* A_3 , karena A_4 bertransisi terhadap *state* A_3 dan *state* A_4 *communicate* dengan *state* A_3 . Maka diperoleh $D_{t2} = -\left(\frac{0.754}{2}\right)1 = -0.377$. Nilai penyesuaian pada setiap data aktual ditunjukkan pada lampiran 7.

8. Menentukan hasil peramalan akhir

Hasil penyesuaian yang telah diperoleh selanjutnya untuk menentukan peramalan akhir, hasil peramalan akhir adalah hasil dari peramalan awal dijumlahkan dengan nilai penyesuaian. Misalkan, menghitung hasil peramalan akhir pada bulan Februari 2015, yang mana *state* A_4 bertransisi ke *state* A_3 . Perhitungan untuk nilai peramalan akhir dengan menggunakan persamaan (2.26) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F'_t &= F_t \pm D_{t1} \\ &= 101.828 + 0.377 \\ &= 102.205 \end{aligned}$$

Tabel dari hasil peramalan akhir pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada lampiran 8. Perbandingan antara data aktual dengan hasil peramalan akhir menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* disajikan dalam bentuk grafik seperti sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Data aktual dan peramalan akhir Nilai Tukar Petani

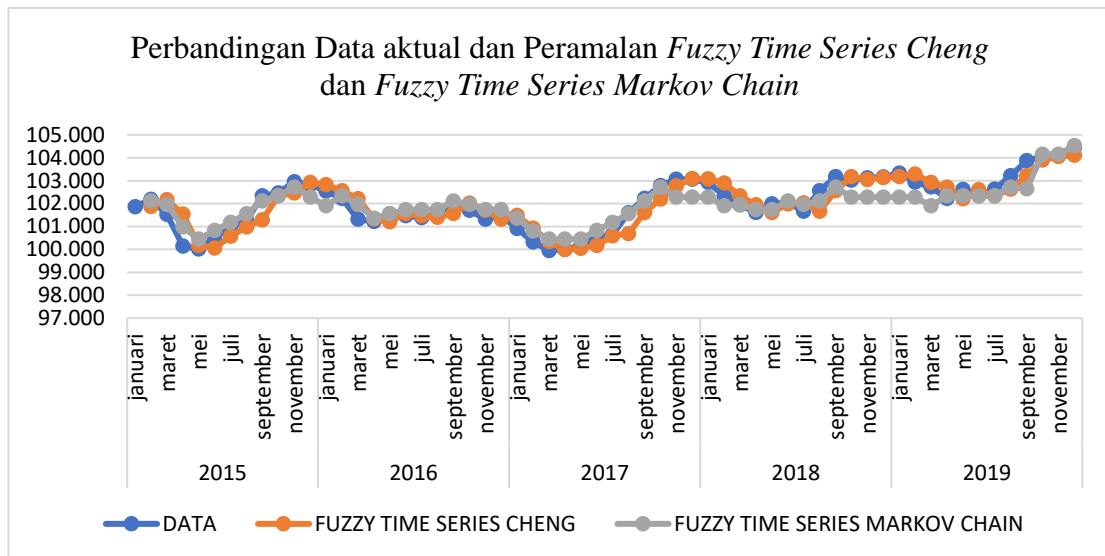
4.3 Perbandingan Hasil Peramalan

Nilai peramalan yang sudah didapat tersebut diletakkan pada masing-masing himpunan *fuzzy* serta menghitung nilai *error* atau kesalahan yang dihasilkan menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Nilai keakuratan dihitung dengan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) pada persamaan (2.27) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada persamaan (2.28). Sehingga hasil perhitungan tingkat akurasi pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 11 Perhitungan tingkat akurasi

	<i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	<i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>
MSE	20.499	22.565
MAPE	0.357%	0.376%

Tabel tersebut menunjukkan nilai MSE untuk metode *Fuzzy Time Series Cheng* yaitu 20.499, dan berdasarkan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yaitu 22.565. Nilai MAPE untuk metode *Fuzzy Time Series Cheng* yaitu 0.357%, sehingga berdasarkan persamaan (2.29) tingkat akurasi mencapai 99,643% dari data aktual. Sedangkan nilai MAPE untuk metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yaitu 0.376%, sehingga tingkat akurasi mencapai 99,636% dari data aktual. Sehingga hasil berdasarkan nilai MAPE, peramalan menggunakan kedua metode tersebut memiliki nilai yang sangat baik yaitu $< 10\%$. Perbandingan antara data aktual dengan hasil peramalan akhir menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* disajikan dalam bentuk grafik seperti sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Perbandingan data aktual, hasil peramalan *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Markov Chain*

4.4 Kajian Peramalan dalam Al-Quran

Peramalan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi di masa yang akan datang. Salah satu ayat di dalam al-Quran yang secara tidak langsung membahas tentang prediksi adalah al-Quran surat al-Hasyr ayat 18. Menurut Shiddieqy (2003), dalam firman Allah Swt. yang artinya “Dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok” menganjurkan umat manusia untuk memperhatikan apa yang telah dikerjakan untuk akhirat dapat memberi manfaat pada hari *hisab* (perhitungan amal) dan pembalasan. Hendaklah masing-masing diri memperhitungkan semua perbuatannya sebelum Allah Swt. memperhitungkannya. Ayat ini menganjurkan umat manusia untuk senantiasa memperhatikan masa yang akan datang, dengan melakukan hal-hal yang berguna untuk masa yang akan datang.

Penjelasan tersebut menganjurkan umat manusia untuk mempersiapkan segala hal yang mungkin akan terjadi paa masa yang akan datang. Salah satu cara untuk mempersiapkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang adalah dengan melakukan peramalan. Peramalan merupakan alat bantu dalam merencanakan apa yang akan dikerjakan di masa depan. Peramalan dilakukan untuk mengurangi kesalahan yang akan terjadi dalam pengambilan keputusan. Sehingga peramalan sangat penting digunakan dalam berbagai bidang, misalnya bidang pertanian, ekonomi, kesehatan, pemerintah, pendidikan, pemasaran, dan bidang

yang lainnya. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat Yusuf ayat 47-48. Pada ayat tersebut, nabi Yusuf As. berkata kepada temannya, hendaklah menanam gandum selama tujuh tahun berturun-turut, tetapi mereka hendaklah menyimpan semua hasil panennya, kecuali sedikit yang diperlukan bagi kebutuhan pribadi mereka. Dengan cara yang jelas dan seksama, nabi Yusuf As. menjelaskan strategi mempersiapkan diri menghadapi bencana kekeringan yang akan datang dengan program yang pasti berupa pemberian jatah makan dan penyimpanan berlebihan produksi bahan makanan. Ini menunjukkan bahwa dia bukan saja seorang yang ahli dalam menafsirkan mimpi, tetapi juga seorang otoritas dalam perencanaan ekonomi dan administrasi (Imani, 2005).

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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam meramalkan data NTP diperoleh hasil pembentukan semesta adalah $U = [99.750; 104.960]$ dengan banyak dan panjang intervalnya masing-masing 13 dan 0.754, kemudian membentuk himpunan fuzzy dari interval tersebut yang didapatkan FLR dan menghasilkan FLRG dari pengelompokan setiap data yang akhirnya memberikan nilai defuzzifikasi, untuk memperoleh peramalan terbaik maka memodifikasi menggunakan peramalan adaptif ($\hat{y}(t)$) dengan $h = 0.1$. Sehingga diperoleh pola data peramalan yang mendekati atau mengikuti pola dari data aktual.
2. Penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam memprediksi data NTP diperoleh hasil pembentukan semesta adalah $U = [99.750; 104.960]$ dengan banyak dan panjang intervalnya masing-masing 7 dan 0.754, kemudian membentuk himpunan fuzzy dari interval tersebut yang didapatkan FLR dan menghasilkan FLRG dari pengelompokan setiap data yang akhirnya memberikan nilai defuzzifikasi, untuk mengurangi besarnya penyimpangan hasil peramalan maka dilakukan perhitungan nilai penyesuaian sehingga diperoleh pola data peramalan yang cenderung berbeda dengan pola dari data aktual.
3. Metode *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Diperoleh nilai MAPE untuk metode *Fuzzy Time Series Cheng* yaitu 0.357% dan nilai MSE sebesar 20.499. Sedangkan nilai MAPE untuk metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yaitu 0.364% dan nilai MSE sebesar 21.940.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yang antara lain adalah sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode peramalan *fuzzy* lainnya sebagai metode pembandingan atau menambah tingkat akurasi.
2. Perlu adanya pembuatan program agar mempermudah memperoleh hasil peramalan secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdianti, L., Suparti, & Sudarno. (2015). Perbandingan Metode Runtut Waktu Fuzzy-Chen dan Fuzzy-Markov Chain untuk Meramalkan Data Inflasi di Indonesia. *Gaussian*, 917-926.
- Aswi, & Sukarna. (2006). Analisis Deret Waktu . *Andira Publisher*.
- BPS. (2018). Hasil Survei Pertanian Antar Sensus (SUTAS).
- BPS. (2020). Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan II- 2020.
- Handayani, L., & Anggriani, D. (2015). Perbandingan Model Chen dan Model Lee pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Emas. *Pseudocode*, 28-36.
- Hanke, J., & Wichers, D. (2005). *Business Forecasting Eight Edition* . New Jersey: Pearson Prentice Hal.
- Haris, M. S. (2010). Implementasi Metode Fuzzy Time Series dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan.
- Imani, A. (2005). *Tafsir Nurul Quran*. Jakarta: Al-Huda.
- Jamaludin, A. (2017). Peramalan Jumlah Pinjaman Menggunakan Metode Fuzzy Time SeriesCheng. *SYNTAX Jurnal Informatika*, 69-77.
- Jatipaningrum, M. T. (2016). *Peramalan Data Produk Domestik Bruto Dengan Fuzzy Time Series Markov Chain*. *Teknologi*, 31-38.
- Keumala, C. M., & Zainuddin, Z. (2018). Indikator KesejahteraanPetani melalui Nilai Tukar Petani(NTP)dan Pembiayaan Syariah sebagai Solus. *Economica: Jurnal Ekonomi Islam*, 129-149.

- Kusumadewi, S., & dkk. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Yogyakarta: Gaha Ilmu.
- Makridakis, Wheelwright, & McGee. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Naba, A. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Prastowo, B. (2007). Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan PenPotensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan. 84-92.
- Rachman, R. (2018). Penerapan Metode Moving Average dan Exponential Ssmoothing pada Peramalan Produksi Industri Garment. *Informatika*, 211-220.
- Rachmat, M. (2013). Nilai Tukar Petani: Konsep, Pengukuran dan Relevansinya Sebagai Indikator Kkesejahteraan Petani. 111-122.
- Shiddieqy, N. (2003). *Tafsir Al-Quranul majid An-Nur*. Semarang: Pustaka Rizki putra.
- Sumartini, d. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time SeriesCheng. *eksponensial*, 51-56.
- Tauryawati, M. L., & Irawan, M. I. (2014). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Sains dan Seni POMITS*, 34-39.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Nilai tukar Petani di Indonesia bulan Januari 2015 sampai Desember 2019

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual
1	Januari-15	101.860	31	Juli-17	100.650
2	Februari-15	102.190	32	Agustus-17	101.600
3	Maret-15	101.530	33	September-17	102.220
4	April-15	100.140	34	Oktober-17	102.780
5	Mei-15	100.020	35	November-17	103.070
6	Juni-15	100.520	36	Desember-17	103.060
7	Juli-15	100.970	37	Januari-18	102.920
8	Agustus-15	101.280	38	Februari-18	102.330
9	September-15	102.330	39	Maret-18	101.940
10	Oktober-15	102.460	40	April-18	101.610
11	November-15	102.950	41	Mei-18	101.990
12	Desember-15	102.830	42	Juni-18	102.040
13	Januari-16	102.550	43	Juli-18	101.660
14	Februari-16	102.230	44	Agustus-18	102.560
15	Maret-16	101.320	45	September-18	103.170
16	April-16	101.220	46	Oktober-18	103.020
17	Mei-16	101.550	47	November-18	103.120
18	Juni-16	101.470	48	Desember-18	103.160
19	Juli-16	101.390	49	Januari-19	103.330
20	Agustus-16	101.560	50	Februari-19	102.940
21	September-16	102.020	51	Maret-19	102.730
22	Oktober-16	101.710	52	April-19	102.230
23	November-16	101.310	53	Mei-19	102.610
24	Desember-16	101.490	54	Juni-19	102.330
25	Januari-17	100.910	55	Juli-19	102.630
26	Februari-17	100.330	56	Agustus-19	103.220
27	Maret-17	99.950	57	September-19	103.880
28	April-17	100.010	58	Oktober-19	104.040
29	Mei-17	100.150	59	November-19	104.100
30	Juni-17	100.530	60	Desember-19	104.460

Lampiran 2. FLR pada Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Fuzzifikasi	FLR
1	Januari-15	101.860	A_5	-
2	Februari-15	102.190	A_6	$A_5 \Rightarrow A_6$
3	Maret-15	101.530	A_4	$A_6 \Rightarrow A_4$
4	April-15	100.140	A_1	$A_4 \Rightarrow A_1$
5	Mei-15	100.020	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Fuzzifikasi	FLR
6	Juni-15	100.520	A_2	$A_1 \Rightarrow A_2$
7	Juli-15	100.970	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
8	Agustus-15	101.280	A_3	$A_2 \Rightarrow A_3$
9	September-15	102.330	A_7	$A_3 \Rightarrow A_7$
10	Oktober-15	102.460	A_7	$A_7 \Rightarrow A_7$
11	November-15	102.950	A_9	$A_7 \Rightarrow A_9$
12	Desember-15	102.830	A_9	$A_9 \Rightarrow A_9$
13	Januari-16	102.550	A_8	$A_9 \Rightarrow A_8$
14	Februari-16	102.230	A_6	$A_8 \Rightarrow A_6$
15	Maret-16	101.320	A_3	$A_6 \Rightarrow A_3$
16	April-16	101.220	A_2	$A_3 \Rightarrow A_2$
17	Mei-16	101.550	A_4	$A_2 \Rightarrow A_4$
18	Juni-16	101.470	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
19	Juli-16	101.390	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
20	Agustus-16	101.560	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
21	September-16	102.020	A_6	$A_4 \Rightarrow A_6$
22	Oktober-16	101.710	A_4	$A_6 \Rightarrow A_4$
23	November-16	101.310	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
24	Desember-16	101.490	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
25	Januari-17	100.910	A_2	$A_3 \Rightarrow A_2$
26	Februari-17	100.330	A_1	$A_2 \Rightarrow A_1$
27	Maret-17	99.950	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
28	April-17	100.010	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
29	Mei-17	100.150	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
30	Juni-17	100.530	A_2	$A_1 \Rightarrow A_2$
31	Juli-17	100.650	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
32	Agustus-17	101.600	A_4	$A_2 \Rightarrow A_4$
33	September-17	102.220	A_6	$A_4 \Rightarrow A_6$
34	Oktober-17	102.780	A_9	$A_6 \Rightarrow A_9$
35	November-17	103.070	A_{10}	$A_9 \Rightarrow A_{10}$
36	Desember-17	103.060	A_{10}	$A_{10} \Rightarrow A_{10}$
37	Januari-18	102.920	A_9	$A_{10} \Rightarrow A_9$
38	Februari-18	102.330	A_7	$A_9 \Rightarrow A_7$
39	Maret-18	101.940	A_5	$A_7 \Rightarrow A_5$
40	April-18	101.610	A_4	$A_5 \Rightarrow A_4$
41	Mei-18	101.990	A_5	$A_4 \Rightarrow A_5$
42	Juni-18	102.040	A_6	$A_5 \Rightarrow A_6$
43	Juli-18	101.660	A_4	$A_6 \Rightarrow A_4$
44	Agustus-18	102.560	A_8	$A_4 \Rightarrow A_8$
45	September-18	103.170	A_{10}	$A_8 \Rightarrow A_{10}$
46	Oktober-18	103.020	A_{10}	$A_{10} \Rightarrow A_{10}$
47	November-18	103.120	A_{10}	$A_{10} \Rightarrow A_{10}$
48	Desember-18	103.160	A_{10}	$A_{10} \Rightarrow A_{10}$
49	Januari-19	103.330	A_{11}	$A_{10} \Rightarrow A_{11}$

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Fuzzifikasi	FLR
50	Februari-19	102.940	A_9	$A_{11} \Rightarrow A_9$
51	Maret-19	102.730	A_8	$A_9 \Rightarrow A_8$
52	April-19	102.230	A_6	$A_8 \Rightarrow A_6$
53	Mei-19	102.610	A_8	$A_6 \Rightarrow A_8$
54	Juni-19	102.330	A_7	$A_8 \Rightarrow A_7$
55	Juli-19	102.630	A_8	$A_7 \Rightarrow A_8$
56	Agustus-19	103.220	A_{10}	$A_8 \Rightarrow A_{10}$
57	September-19	103.880	A_{12}	$A_{10} \Rightarrow A_{12}$
58	Oktober-19	104.040	A_{12}	$A_{12} \Rightarrow A_{12}$
59	November-19	104.100	A_{12}	$A_{12} \Rightarrow A_{12}$
60	Desember-19	104.460	A_{13}	$A_{12} \Rightarrow A_{13}$

Lampiran 3. Nilai peramalan awal pada Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan
1	Januari-15	101.860	-
2	Februari-15	102.190	101.971
3	Maret-15	101.530	101.971
4	April-15	100.140	101.672
5	Mei-15	100.020	100.379
6	Juni-15	100.520	100.379
7	Juli-15	100.970	101.091
8	Agustus-15	101.280	101.091
9	September-15	102.330	101.426
10	Oktober-15	102.460	102.453
11	November-15	102.950	102.453
12	Desember-15	102.830	102.742
13	Januari-16	102.550	102.742
14	Februari-16	102.230	102.591
15	Maret-16	101.320	101.971
16	April-16	101.220	101.426
17	Mei-16	101.550	101.091
18	Juni-16	101.470	101.672
19	Juli-16	101.390	101.426
20	Agustus-16	101.560	101.426
21	September-16	102.020	101.672
22	Oktober-16	101.710	101.971
23	November-16	101.310	101.672
24	Desember-16	101.490	101.426
25	Januari-17	100.910	101.426
26	Februari-17	100.330	101.091
27	Maret-17	99.950	100.379
28	April-17	100.010	100.379
29	Mei-17	100.150	100.379

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan
30	Juni-17	100.530	100.379
31	Juli-17	100.650	101.091
32	Agustus-17	101.600	101.091
33	September-17	102.220	101.672
34	Oktober-17	102.780	101.971
35	November-17	103.070	102.742
36	Desember-17	103.060	103.252
37	Januari-18	102.920	103.252
38	Februari-18	102.330	102.742
39	Maret-18	101.940	102.453
40	April-18	101.610	101.971
41	Mei-18	101.990	101.672
42	Juni-18	102.040	101.971
43	Juli-18	101.660	101.971
44	Agustus-18	102.560	101.672
45	September-18	103.170	102.591
46	Oktober-18	103.020	103.252
47	November-18	103.120	103.252
48	Desember-18	103.160	103.252
49	Januari-19	103.330	103.252
50	Februari-19	102.940	102.893
51	Maret-19	102.730	102.742
52	April-19	102.230	102.591
53	Mei-19	102.610	101.971
54	Juni-19	102.330	102.591
55	Juli-19	102.630	102.453
56	Agustus-19	103.220	102.591
57	September-19	103.880	103.252
58	Oktober-19	104.040	104.150
59	November-19	104.100	104.150
60	Desember-19	104.460	104.150

Lampiran 4. Perhitungan peramalan adaptif pada Metode *Fuzzy Time Series Cheng*

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan Adaptif
1	Januari-15	101.860	-
2	Februari-15	102.190	101.871
3	Maret-15	101.530	102.168
4	April-15	100.140	101.544
5	Mei-15	100.020	100.164
6	Juni-15	100.520	100.056
7	Juli-15	100.970	100.577
8	Agustus-15	101.280	100.982
9	September-15	102.330	101.295

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan Adaptif
10	Oktober-15	102.460	102.342
11	November-15	102.950	102.459
12	Desember-15	102.830	102.929
13	Januari-16	102.550	102.821
14	Februari-16	102.230	102.554
15	Maret-16	101.320	102.204
16	April-16	101.220	101.331
17	Mei-16	101.550	101.207
18	Juni-16	101.470	101.562
19	Juli-16	101.390	101.466
20	Agustus-16	101.560	101.394
21	September-16	102.020	101.571
22	Oktober-16	101.710	102.015
23	November-16	101.310	101.706
24	Desember-16	101.490	101.322
25	Januari-17	100.910	101.484
26	Februari-17	100.330	100.928
27	Maret-17	99.950	100.335
28	April-17	100.010	99.993
29	Mei-17	100.150	100.047
30	Juni-17	100.530	100.173
31	Juli-17	100.650	100.586
32	Agustus-17	101.600	100.694
33	September-17	102.220	101.607
34	Oktober-17	102.780	102.195
35	November-17	103.070	102.776
36	Desember-17	103.060	103.088
37	Januari-18	102.920	103.079
38	Februari-18	102.330	102.902
39	Maret-18	101.940	102.342
40	April-18	101.610	101.943
41	Mei-18	101.990	101.616
42	Juni-18	102.040	101.988
43	Juli-18	101.660	102.033
44	Agustus-18	102.560	101.661
45	September-18	103.170	102.563
46	Oktober-18	103.020	103.178
47	November-18	103.120	103.043
48	Desember-18	103.160	103.133
49	Januari-19	103.330	103.169
50	Februari-19	102.940	103.286
51	Maret-19	102.730	102.920
52	April-19	102.230	102.716
53	Mei-19	102.610	102.204

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan Adaptif
54	Juni-19	102.330	102.608
55	Juli-19	102.630	102.342
56	Agustus-19	103.220	102.626
57	September-19	103.880	103.223
58	Oktober-19	104.040	103.907
59	November-19	104.100	104.051
60	Desember-19	104.460	104.105

Lampiran 5. FLR pada Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Fuzzifikasi	Relasi
1	Januari-15	101.860	A_3	-
2	Februari-15	102.190	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
3	Maret-15	101.530	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
4	April-15	100.140	A_1	$A_3 \Rightarrow A_1$
5	Mei-15	100.020	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
6	Juni-15	100.520	A_2	$A_1 \Rightarrow A_2$
7	Juli-15	100.970	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
8	Agustus-15	101.280	A_3	$A_2 \Rightarrow A_3$
9	September-15	102.330	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
10	Oktober-15	102.460	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
11	November-15	102.950	A_5	$A_4 \Rightarrow A_5$
12	Desember-15	102.830	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
13	Januari-16	102.550	A_4	$A_5 \Rightarrow A_4$
14	Februari-16	102.230	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
15	Maret-16	101.320	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
16	April-16	101.220	A_2	$A_3 \Rightarrow A_2$
17	Mei-16	101.550	A_3	$A_2 \Rightarrow A_3$
18	Juni-16	101.470	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
19	Juli-16	101.390	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
20	Agustus-16	101.560	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
21	September-16	102.020	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
22	Oktober-16	101.710	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
23	November-16	101.310	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
24	Desember-16	101.490	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
25	Januari-17	100.910	A_2	$A_3 \Rightarrow A_2$
26	Februari-17	100.330	A_1	$A_2 \Rightarrow A_1$
27	Maret-17	99.950	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
28	April-17	100.010	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
29	Mei-17	100.150	A_1	$A_1 \Rightarrow A_1$
30	Juni-17	100.530	A_2	$A_1 \Rightarrow A_2$
31	Juli-17	100.650	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
32	Agustus-17	101.600	A_3	$A_2 \Rightarrow A_3$
33	September-17	102.220	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Fuzzifikasi	Relasi
34	Oktober-17	102.780	A_5	$A_4 \Rightarrow A_5$
35	November-17	103.070	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
36	Desember-17	103.060	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
37	Januari-18	102.920	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
38	Februari-18	102.330	A_4	$A_5 \Rightarrow A_4$
39	Maret-18	101.940	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
40	April-18	101.610	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
41	Mei-18	101.990	A_3	$A_3 \Rightarrow A_3$
42	Juni-18	102.040	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
43	Juli-18	101.660	A_3	$A_4 \Rightarrow A_3$
44	Agustus-18	102.560	A_4	$A_3 \Rightarrow A_4$
45	September-18	103.170	A_5	$A_4 \Rightarrow A_5$
46	Oktober-18	103.020	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
47	November-18	103.120	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
48	Desember-18	103.160	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
49	Januari-19	103.330	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
50	Februari-19	102.940	A_5	$A_5 \Rightarrow A_5$
51	Maret-19	102.730	A_4	$A_5 \Rightarrow A_4$
52	April-19	102.230	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
53	Mei-19	102.610	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
54	Juni-19	102.330	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
55	Juli-19	102.630	A_4	$A_4 \Rightarrow A_4$
56	Agustus-19	103.220	A_5	$A_4 \Rightarrow A_5$
57	September-19	103.880	A_6	$A_5 \Rightarrow A_6$
58	Oktober-19	104.040	A_6	$A_6 \Rightarrow A_6$
59	November-19	104.100	A_6	$A_6 \Rightarrow A_6$
60	Desember-19	104.460	A_7	$A_6 \Rightarrow A_7$

Lampiran 6. Nilai peramalan awal pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan
1	Januari-15	101.860	-
2	Februari-15	102.190	101.828
3	Maret-15	101.530	102.260
4	April-15	100.140	101.684
5	Mei-15	100.020	100.458
6	Juni-15	100.520	100.389
7	Juli-15	100.970	101.111
8	Agustus-15	101.280	101.201
9	September-15	102.330	101.574
10	Oktober-15	102.460	102.316
11	November-15	102.950	102.368
12	Desember-15	102.830	102.259
13	Januari-16	102.550	102.250

<i>t</i>	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan
14	Februari-16	102.230	102.404
15	Maret-16	101.320	102.276
16	April-16	101.220	101.592
17	Mei-16	101.550	101.251
18	Juni-16	101.470	101.693
19	Juli-16	101.390	101.658
20	Agustus-16	101.560	101.623
21	September-16	102.020	101.697
22	Oktober-16	101.710	102.192
23	November-16	101.310	101.763
24	Desember-16	101.490	101.588
25	Januari-17	100.910	101.666
26	Februari-17	100.330	101.189
27	Maret-17	99.950	100.566
28	April-17	100.010	100.349
29	Mei-17	100.150	100.383
30	Juni-17	100.530	100.463
31	Juli-17	100.650	101.113
32	Agustus-17	101.600	101.137
33	September-17	102.220	101.714
34	Oktober-17	102.780	102.272
35	November-17	103.070	102.246
36	Desember-17	103.060	102.268
37	Januari-18	102.920	102.268
38	Februari-18	102.330	102.257
39	Maret-18	101.940	102.316
40	April-18	101.610	102.160
41	Mei-18	101.990	102.028
42	Juni-18	102.040	102.185
43	Juli-18	101.660	102.200
44	Agustus-18	102.560	102.160
45	September-18	103.170	102.229
46	Oktober-18	103.020	102.276
47	November-18	103.120	102.264
48	Desember-18	103.160	102.272
49	Januari-19	103.330	102.275
50	Februari-19	102.940	102.288
51	Maret-19	102.730	102.258
52	April-19	102.230	102.242
53	Mei-19	102.610	102.204
54	Juni-19	102.330	102.233
55	Juli-19	102.630	102.211
56	Agustus-19	103.220	102.234
57	September-19	103.880	102.280

t	Bulan/ Tahun	Data Aktual	Peramalan
58	Oktober-19	104.040	103.886
59	November-19	104.100	103.993
60	Desember-19	104.460	104.033

Lampiran 7. Nilai penyesuaian pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Bulan/ Tahun	Relasi	Nilai Penyesuaian
Januari-15	-	-
Februari-15	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
Maret-15	$A_4 \Rightarrow A_3$	-0.377
April-15	$A_3 \Rightarrow A_1$	-0.754
Mei-15	$A_1 \Rightarrow A_1$	0.000
Juni-15	$A_1 \Rightarrow A_2$	0.377
Juli-15	$A_2 \Rightarrow A_2$	0.000
Agustus-15	$A_2 \Rightarrow A_3$	0.377
September-15	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
Oktober-15	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
November-15	$A_4 \Rightarrow A_5$	0.377
Desember-15	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Januari-16	$A_5 \Rightarrow A_4$	-0.377
Februari-16	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
Maret-16	$A_4 \Rightarrow A_3$	-0.377
April-16	$A_3 \Rightarrow A_2$	-0.377
Mei-16	$A_2 \Rightarrow A_3$	0.377
Juni-16	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Juli-16	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Agustus-16	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
September-16	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
Oktober-16	$A_4 \Rightarrow A_3$	-0.377
November-16	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Desember-16	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Januari-17	$A_3 \Rightarrow A_2$	-0.377
Februari-17	$A_2 \Rightarrow A_1$	-0.377
Maret-17	$A_1 \Rightarrow A_1$	0.000
April-17	$A_1 \Rightarrow A_1$	0.000
Mei-17	$A_1 \Rightarrow A_1$	0.000
Juni-17	$A_1 \Rightarrow A_2$	0.377
Juli-17	$A_2 \Rightarrow A_2$	0.000
Agustus-17	$A_2 \Rightarrow A_3$	0.377
September-17	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
Oktober-17	$A_4 \Rightarrow A_5$	0.377
November-17	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Desember-17	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Januari-18	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000

Bulan/ Tahun	Relasi	Nilai Penyesuaian
Februari-18	$A_5 \Rightarrow A_4$	-0.377
Maret-18	$A_4 \Rightarrow A_3$	-0.377
April-18	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Mei-18	$A_3 \Rightarrow A_3$	0.000
Juni-18	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
Juli-18	$A_4 \Rightarrow A_3$	-0.377
Agustus-18	$A_3 \Rightarrow A_4$	0.377
September-18	$A_4 \Rightarrow A_5$	0.377
Oktober-18	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
November-18	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Desember-18	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Januari-19	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Februari-19	$A_5 \Rightarrow A_5$	0.000
Maret-19	$A_5 \Rightarrow A_4$	-0.377
April-19	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
Mei-19	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
Juni-19	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
Juli-19	$A_4 \Rightarrow A_4$	0.000
Agustus-19	$A_4 \Rightarrow A_5$	0.377
September-19	$A_5 \Rightarrow A_6$	0.377
Oktober-19	$A_6 \Rightarrow A_6$	0.000
November-19	$A_6 \Rightarrow A_6$	0.000
Desember-19	$A_6 \Rightarrow A_7$	0.377

Lampiran 8. Hasil peramalan akhir menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Bulan/ Tahun	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Markov
Januari-15	-	-	-
Februari-15	101.828	0.377	102.205
Maret-15	102.260	-0.377	101.883
April-15	101.684	-0.754	100.930
Mei-15	100.458	0.000	100.458
Juni-15	100.389	0.377	100.766
Juli-15	101.111	0.000	101.111
Agustus-15	101.201	0.377	101.578
September-15	101.574	0.377	101.951
Oktober-15	102.316	0.000	102.316
November-15	102.368	0.377	102.745
Desember-15	102.259	0.000	102.259
Januari-16	102.250	-0.377	101.873
Februari-16	102.404	0.000	102.404
Maret-16	102.276	-0.377	101.899

Bulan/ Tahun	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Markov
April-16	101.592	-0.377	101.215
Mei-16	101.251	0.377	101.628
Juni-16	101.693	0.000	101.693
Juli-16	101.658	0.000	101.658
Agustus-16	101.623	0.000	101.623
September-16	101.697	0.377	102.074
Oktober-16	102.192	-0.377	101.815
November-16	101.763	0.000	101.763
Desember-16	101.588	0.000	101.588
Januari-17	101.666	-0.377	101.289
Februari-17	101.189	-0.377	100.812
Maret-17	100.566	0.000	100.566
April-17	100.349	0.000	100.349
Mei-17	100.383	0.000	100.383
Juni-17	100.463	0.377	100.840
Juli-17	101.113	0.000	101.113
Agustus-17	101.137	0.377	101.514
September-17	101.714	0.377	102.091
Oktober-17	102.272	0.377	102.649
November-17	102.246	0.000	102.246
Desember-17	102.268	0.000	102.268
Januari-18	102.268	0.000	102.268
Februari-18	102.257	-0.377	101.880
Maret-18	102.316	-0.377	101.939
April-18	102.160	0.000	102.160
Mei-18	102.028	0.000	102.028
Juni-18	102.185	0.377	102.562
Juli-18	102.200	-0.377	101.823
Agustus-18	102.160	0.377	102.537
September-18	102.229	0.377	102.606
Oktober-18	102.276	0.000	102.276
November-18	102.264	0.000	102.264
Desember-18	102.272	0.000	102.272
Januari-19	102.275	0.000	102.275
Februari-19	102.288	0.000	102.288
Maret-19	102.258	-0.375	101.883
April-19	102.242	0.000	102.242
Mei-19	102.204	0.000	102.204
Juni-19	102.233	0.000	102.233
Juli-19	102.211	0.000	102.211
Agustus-19	102.234	0.377	102.611
September-19	102.280	0.377	102.657
Oktober-19	103.886	0.000	103.886
November-19	103.993	0.000	103.993

Bulan/ Tahun	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Markov
Desember-19	104.033	0.377	104.410

RIWAYAT HIDUP



Lilik Nadya Mustika lahir di Kota Lamongan pada 10 Desember 1999. Memiliki nama panggilan Nadya. Alamatnya berada di Jalan Ronggo Hadi, Karang Wedoro, Turi, Lamongan. Merupakan anak pertama dari Bapak Nurkasan dan Ibu Mustamah.

Pendidikan yang pernah ditempuh yaitu TK Assa'adah. Kemudian melanjutkan sekolahnya di MI Islamiyah dan lulus pada tahun 2011. Menempuh pendidikan SMP di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Turi lulus pada tahun 2014. Melanjutkan pendidikan SMA di Madrasah Aliyah Matholiul Anwar Lamongan lulus pada tahun 2017.

Tahun 2017 melanjutkan studi ke jenjang pendidikan strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAUALANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Lilik Nadya Mustika
NIM : 17610075
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Cheng dan Markov Chain* pada Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia
Pembimbing I : Prof. Dr. H. Turmudi, Ph.D
Pembimbing II : Evawati Alisah, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	10 April 2021	Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III dan Bab IV	1.
2	20 April 2021	Konsultasi Kajian Keagamaan pada Bab I dan Bab II	2.
3	25 April 2021	Revisi Bab I, Bab II, Bab III dan Bab IV	3.
4	05 Mei 2021	Revisi Kajian Keagamaan pada Bab I dan Bab II	4.
5	10 Mei 2021	Konsultasi Bab III, Bab IV, Bab V	5.
6	20 Mei 2021	Konsultasi Kajian Keagamaan & Kependidikan pada Bab II	6.
7	01 Juni 2021	ACC Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V dan Kajian Keagamaan Bab I dan Bab II	7.
8	07 Juni 2021	Konsultasi Keseluruhan	8.
9	25 Juni 2021	Revisi Keseluruhan	9.
10	28 Juni 2021	ACC Keseluruhan	10.

Malang, 28 Juni 2021
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

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