

MODEL LEE METODE FUZZY TIME SERIES UNTUK PERAMALAN PENJUALAN OBAT ANTIBIOTIK

Shelina Listyaning Pangestu^{1*}, Usep Rahmat²

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

*e-mail: shelinapangestu108@gmail.com

Abstrak

Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede menghadapi tantangan dalam manajemen persediaan obat antibiotik, termasuk kekurangan stok yang mengganggu pelayanan kesehatan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode FUZZY TIME SERIES (FTS) Model Lee untuk peramalan penjualan obat, guna mendukung pengelolaan persediaan yang efisien. Menggunakan pendekatan kuantitatif, data historis penggunaan obat dari Juli 2021 hingga Juni 2024 dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan tren. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Model Lee dalam FTS meningkatkan akurasi peramalan stok obat, mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok, dan memastikan ketersediaan obat bagi pasien. Penelitian ini memberikan solusi praktis bagi RSKIA dan menyumbangkan pemahaman lebih mendalam tentang penerapan metode peramalan dalam layanan kesehatan, serta dapat menjadi referensi bagi rumah sakit lain dalam pengelolaan persediaan obat.

Kata kunci: Fuzzy Time Series; Model Lee; obat; penjualan; antibiotik.

Abstract

The PKU Muhammadiyah Kotagede Special Hospital for Mothers and Children (RSKIA) is facing challenges in managing antibiotic drug supplies, including stock shortages that are disrupting health services. This research aims to implement the FUZZY TIME SERIES (FTS) Lee Model method for forecasting drug sales, to support efficient inventory management. Using a quantitative approach, historical data on drug use from July 2021 to June 2024 was analyzed to identify patterns and trends. The research results show that the application of the Lee Model in FTS increases the accuracy of drug stock forecasting, reduces the risk of stock shortages or excesses, and ensures drug availability for patients. This research provides practical solutions for RSKIA and contributes a deeper understanding of the application of forecasting methods in health services, and can be a reference for other hospitals in managing drug supplies.

Keyword: Fuzzy Time Series; Lee Models; drug; sale; antibiotics.

Article History

Received: Agustus 2024

Reviewed: Agustus 2024

Published: Agustus 2024

Plagiarism Checker No 223

DOI : 10.8734/Trigo.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Trigonometri



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. Pendahuluan

Di tengah Kota Yogyakarta, ada sebuah rumah sakit ternama bernama Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah. Rumah Sakit ini berdiri sejak tahun 1928 yang dikelola langsung oleh Pimpinan Pusat Muhammadiyah Sebagai salah satu fasilitas kesehatan terkemuka di Yogyakarta, rumah sakit ini memiliki peran penting dalam memberikan layanan kesehatan kepada ibu dan anak. Namun, meskipun memiliki sejarah panjang dan reputasi yang baik, RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede menghadapi masalah signifikan dalam manajemen persediaan obat, khususnya antibiotik. Salah satu tantangan

utama yang dihadapi rumah sakit ini adalah kekurangan stok obat antibiotik yang sering terjadi. Kekurangan stok ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengobatan pasien, meningkatkan risiko infeksi, dan berdampak negatif pada kualitas pelayanan kesehatan. Masalah ini juga dapat mengakibatkan ketidakpastian dalam perencanaan dan pengelolaan persediaan, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi biaya operasional dan efektivitas pengelolaan obat di rumah sakit.

Untuk mengatasi tantangan ini, perlu diterapkan solusi yang dapat meningkatkan akurasi dalam peramalan kebutuhan stok antibiotik. Peramalan yang tepat dapat membantu rumah sakit dalam merencanakan dan mengelola persediaan obat secara lebih efisien, mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok, serta memastikan ketersediaan obat yang diperlukan untuk pasien. Dalam konteks ini, peramalan penjualan obat antibiotik yang akurat menjadi sangat penting untuk menghindari kekurangan stok yang dapat mengganggu pelayanan kesehatan [1]. Dalam rangka meningkatkan keakuratan peramalan penjualan obat antibiotik di rumah sakit RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede, penelitian ini akan mengusulkan implementasi Model Lee pada metode Fuzzy Time Series Model Lee, sebagai salah satu metode yang digunakan dalam Fuzzy Time Series, memiliki potensi untuk meningkatkan keakuratan peramalan dengan memperhitungkan ketidakpastian dan fluktuasi dalam data penjualan obat generik [2]. Dengan mengimplementasikan Model Lee pada metode Fuzzy Time Series, penelitian ini dapat memberikan aspek positif yang signifikan. Pertama, peramalan yang lebih akurat dapat meningkatkan efisiensi dalam manajemen persediaan obat antibiotik di rumah sakit. Ini memungkinkan pengoptimalan pengeluaran dengan menghindari kelebihan stok atau kekurangan stok yang signifikan. Kedua, dengan peramalan yang lebih baik, rumah sakit dapat memastikan ketersediaan obat yang tepat pada waktu yang tepat, meningkatkan pelayanan kepada pasien, dan meminimalkan risiko kekurangan obat yang dapat mempengaruhi perawatan pasien.

Langkah dalam menggunakan metode Fuzzy Time Series adalah mengumpulkan data historis penggunaan obat antibiotik, termasuk jumlah obat yang digunakan, tanggal penggunaan, dan jenis obat selama beberapa tahun terakhir. Data ini kemudian diolah untuk membentuk fuzzy sets, yang melibatkan pengelompokan data ke dalam kategori berdasarkan rentang nilai tertentu, seperti rendah, sedang, dan tinggi. Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode peramalan yang menggunakan himpunan fuzzy sebagai dasar pemodelan prediktif. Dalam FTS, peramalan dilakukan dengan menganalisis pola data masa lalu dan menggunakan informasi tersebut untuk memprediksi data masa depan. Keunggulan utama dari FTS adalah kemampuannya untuk bekerja dengan dataset yang relatif kecil, tidak memerlukan data historis dalam jumlah besar seperti metode peramalan tradisional lainnya. Fuzzy Time Series dapat menangani data dengan ketidakpastian, yang seringkali ditemukan dalam permintaan dan pasokan obat yang tidak teratur [3]. Selain itu, FTS juga tidak bergantung pada asumsi tertentu saat melakukan prediksi, sehingga lebih fleksibel dalam menghadapi variasi dan dinamika dalam data, sehingga dapat diterapkan dalam berbagai situasi [4]. Metode ini juga menunjukkan kinerja yang baik dalam meramalkan data dengan ukuran kecil hingga menengah, yang sangat berguna ketika data historis terbatas, seperti data penjualan antibiotik di rumah sakit [5]. Kemampuan untuk mengelola pola musiman dan tren dalam data time series juga merupakan keunggulan penting, memungkinkan prediksi yang lebih akurat untuk stok obat yang dipengaruhi oleh faktor musiman atau tren jangka panjang [6]. Hal ini membuat FTS menjadi pilihan yang menarik dalam berbagai aplikasi peramalan, terutama di bidang di mana data yang tersedia terbatas atau tidak stabil.

FTS Lee merupakan salah satu model Fuzzy Time Series yang merupakan evolusi dari model Song dan Chissom, serta Cheng dan Chen, untuk memprediksi nilai masa depan [7]. Model ini mengembangkan konsep dan teknik dari model-model sebelumnya untuk meningkatkan akurasi dan efektivitas dalam meramalkan data. Dengan demikian, FTS Lee mewarisi prinsip-prinsip dasar dari model-model pendahulunya sambil menambahkan inovasi dan perbaikan untuk meningkatkan kinerja peramalan. Penerapan model Lee ini akan peneliti gunakan sebagai meramalkan stok obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede. Sumber dan data yang relevan termasuk data historis penjualan obat antibiotik dari Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede, studi terdahulu tentang

peramalan penjualan obat antibiotik atau peramalan menggunakan metode Fuzzy Time Series dan Model Lee. Salah satunya Penelitian yang dilakukan oleh Handayani & Anggriani terkait peramalan harga emas menggunakan Metode FTS Lee menunjukkan hasil yang lebih baik daripada Metode FTS Chen. Temuan serupa juga diungkapkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Tamrin terkait peramalan jumlah ikan, di mana Metode FTS Lee juga lebih unggul daripada Metode FTS Chen [8].

Selain itu, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah mengenai peramalan Nilai Tukar Petani (NTP), yang menemukan bahwa Metode ARIMA memberikan hasil yang lebih baik daripada Metode Exponential Smoothing [9]. Temuan terakhir terkait peramalan NTP juga dilakukan oleh Desvina & Meijer, yang menunjukkan bahwa Metode ARCH memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan Metode GARCH [10]. Dari rangkaian penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa Metode FTS Lee memiliki keunggulan dalam beberapa konteks peramalan, seperti harga emas dan jumlah ikan, dibandingkan dengan Metode FTS Chen. Namun, dalam konteks peramalan NTP, Metode ARIMA dan Metode ARCH juga telah terbukti memberikan hasil yang lebih baik daripada Metode lainnya, seperti Exponential Smoothing dan GARCH.

Di sisi lain, ada juga beberapa aspek negatif yang perlu diperhatikan. Pertama, kompleksitas data penjualan obat antibiotik yang tidak terstruktur dan tidak linier dapat menjadi tantangan dalam pengimplementasian metode Fuzzy Time Series dan Model Lee [11]. Hal ini membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang metode tersebut dan keterampilan analisis data yang kuat. Kedua, ketidakpastian dalam peramalan dapat timbul akibat pengaruh faktor-faktor eksternal yang sulit diperhitungkan, seperti perubahan kebijakan kesehatan atau tren pasar [12]. Selain itu, keterbatasan data yang tersedia atau kualitas data yang buruk juga dapat mempengaruhi akurasi peramalan. Dalam penelitian ini, penting untuk mengidentifikasi secara lebih spesifik masalah-masalah yang ada, serta merumuskan aspek positif dan negatif yang relevan dengan konteks penelitian ini di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede.

Sementara mengakui kompleksitas dan tantangan yang terkait dengan penggunaan metode peramalan, terutama dalam konteks stok obat generik di rumah sakit, peneliti tetap termotivasi untuk menjalankan penelitian ini. Meskipun ada beberapa aspek negatif yang perlu diperhatikan. Dengan demikian, penelitian ini di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede diharapkan tidak hanya memberikan solusi bagi permasalahan praktis dalam pengelolaan stok obat, tetapi juga menyumbangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana metode peramalan dapat diterapkan dengan lebih efisien dalam konteks kesehatan. Pada penelitian ini, peneliti tertarik untuk melakukan peramalan stok obat antibiotik di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah dengan menggunakan data historis sebelumnya dari bulan Juli 2021 hingga Juni 2024. Latar belakang ini dipengaruhi oleh pentingnya ketersediaan stok obat generik dalam penyediaan pelayanan kesehatan di rumah sakit, serta kebutuhan untuk mengelola stok dengan efisien untuk memastikan ketersediaan obat yang memadai bagi pasien.

Metode yang dipilih untuk peramalan adalah Fuzzy Time Series (FTS) Lee. Hal ini didasarkan pada keunggulan FTS Lee dalam meramalkan berbagai variabel, seperti yang terbukti dalam penelitian sebelumnya. Dengan menggunakan FTS Lee, diharapkan peneliti dapat memberikan prediksi yang akurat terkait stok obat antibiotik di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede untuk periode yang ditentukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berguna bagi manajemen rumah sakit dan pihak terkait dalam mengelola persediaan obat antibiotik. Dengan memahami tren dan pola perubahan stok obat antibiotik, diharapkan dapat diambil langkah-langkah yang tepat untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan stok, mengurangi risiko kekurangan stok, dan memastikan ketersediaan obat bagi pasien yang membutuhkannya di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak (RSKIA) PKU Muhammadiyah Kotagede.

2. Tinjauan Pustaka

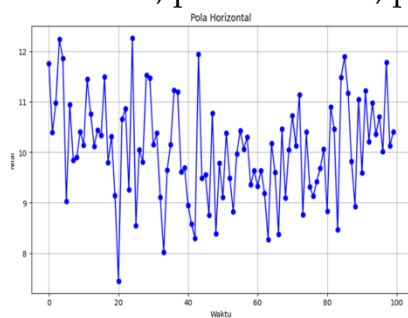
2.1. Antibiotik

Antibiotik adalah obat yang digunakan untuk melawan infeksi bakteri pada manusia dan hewan. Antibiotik bisa dihasilkan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, atau

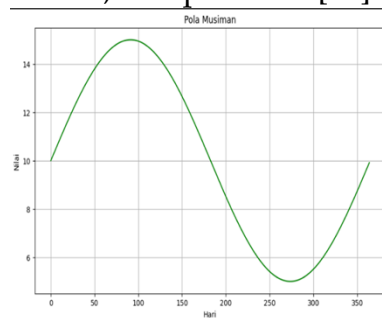
dibuat secara sintetis di laboratorium. Cara kerja antibiotik adalah dengan membunuh bakteri atau menghentikan pertumbuhannya, sehingga infeksi bisa diatasi [13]. Antibiotik merupakan jenis obat yang digunakan untuk melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Antibiotik bekerja dengan cara membunuh bakteri atau menghentikan pertumbuhannya, sehingga tubuh dapat melawan infeksi dengan lebih efektif. Antibiotik sangat penting dalam pengobatan berbagai penyakit, seperti pneumonia, infeksi saluran kemih, infeksi kulit, dan infeksi telinga. Namun, penggunaan antibiotik harus dilakukan dengan bijak dan sesuai dengan resep dokter, karena penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat menyebabkan resistensi bakteri, yaitu kondisi di mana bakteri menjadi kebal terhadap antibiotik. Resistensi bakteri merupakan masalah kesehatan global yang serius, karena dapat membuat infeksi lebih sulit diobati dan meningkatkan risiko kematian. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan antibiotik secara bertanggung jawab dan hanya ketika benar-benar diperlukan.

2.2. Bentuk Pola Data

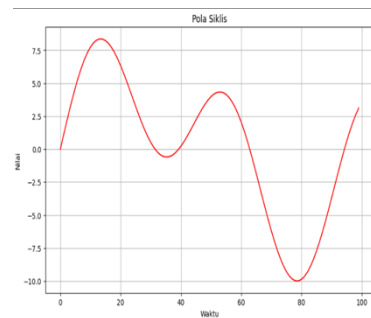
Hal-hal penting dalam metode Deret Berkala termasuk identifikasi jenis pola data historis. Data historis biasanya dapat dikategorikan ke dalam empat pola utama: pola horizontal, pola musiman, pola siklis, dan pola tren [14].



Gambar 2.1 Pola Horizontal



Gambar 2.2 Pola Musiman



Gambar 2.3 Pola Siklis

2.3. Data Time Series

Data time series merujuk pada kumpulan data yang dicatat dan diukur dalam urutan waktu tertentu, dengan setiap nilai data dikaitkan dengan titik waktu yang spesifik. Karakteristik utama dari data time series adalah urutannya yang teratur, yang memungkinkan analisis untuk mengidentifikasi pola, tren, dan fluktuasi dari waktu ke waktu. Dalam analisis data time series, beberapa komponen penting perlu diperhatikan. Tren menggambarkan arah jangka panjang pergerakan data, apakah meningkat atau menurun. Musiman merujuk pada pola fluktuasi yang terjadi pada interval waktu tetap, seperti kenaikan permintaan produk selama musim liburan. Siklus menunjukkan fluktuasi yang terkait dengan siklus ekonomi atau bisnis yang tidak memiliki interval tetap. Sedangkan horizontal adalah variasi yang tidak terduga dan tidak dapat diprediksi yang disebabkan oleh faktor eksternal [15].

2.4. Peramalan

Peramalan adalah proses memprediksi nilai masa depan dari data historis dengan menganalisis pola dan tren yang teramati. Tujuan utama peramalan adalah untuk membuat estimasi yang akurat mengenai perilaku variabel di masa depan, yang sangat berguna dalam berbagai bidang seperti bisnis, ekonomi, cuaca, dan kesehatan. Dalam peramalan time series, metode seperti ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) dan exponential smoothing digunakan untuk menganalisis pola data historis dan mengidentifikasi tren atau fluktuasi musiman yang dapat digunakan untuk memproyeksikan nilai mendatang [15]. Selain itu, model Fuzzy Time Series, seperti yang diperkenalkan oleh Lee, mengintegrasikan teori himpunan fuzzy dengan analisis deret waktu untuk menangani ketidakpastian dalam data, memberikan keunggulan dalam situasi di mana data mungkin tidak mengikuti pola linier atau jelas [15]. Penggunaan peramalan yang tepat membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih baik, memastikan bahwa sumber daya dikelola secara efektif dan risiko diminimalkan.

2.5. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah jenis logika yang dikembangkan oleh Zadeh untuk menangani situasi di mana nilai kebenaran tidak hanya hitam atau putih, tetapi bisa berada di antara 0 dan 1 [16]. Ini berarti bahwa dalam logika fuzzy, suatu pernyataan dapat memiliki tingkat kebenaran yang berbeda. Misalnya, seseorang yang dianggap "tinggi" mungkin memiliki nilai kebenaran 0.7, sementara orang lain mungkin dianggap "sedikit tinggi" dengan nilai 0.4 [16]. Dengan pendekatan ini, logika fuzzy lebih mampu merepresentasikan kenyataan yang kompleks dan tidak pasti.

2.6. FUZZY TIME SERIES Model Lee.

Fuzzy Time Series merupakan sebuah model peramalan yang menggunakan konsep himpunan fuzzy sebagai dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan metode Fuzzy Time Series memanfaatkan pola dari data historis untuk memprediksi data yang akan datang. Perbedaan utama antara Fuzzy Time Series dan time series konvensional lainnya terletak pada penggunaan angka dalam proses estimasi, di mana angka tersebut merupakan himpunan fuzzy dari bilangan real terhadap himpunan semesta.

2.7. Mean Absolut Presentage Error (MAPE).

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengukur keakuratan model peramalan. MAPE menghitung rata-rata kesalahan absolut sebagai persentase dari nilai aktual, memberikan indikasi seberapa besar kesalahan peramalan dalam bentuk persentase. Metode ini sangat berguna karena menghasilkan nilai yang mudah dipahami dan dapat digunakan untuk membandingkan kinerja berbagai model peramalan [17]. Berikut rumusnya :

$$MAPE = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|D_t - \hat{y}_t^{(m)}|}{D_t} \right) \times 100\%$$

Dimana :

MAPE : Mean Absolute Percentage Error

N : jumlah sampel

D_t : data waktu ke-t

$\hat{y}_t^{(m)}$: nilai peramalan orde ke-m period eke-t

3. Metodologi

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan termasuk dalam jenis penelitian deskriptif. Pendekatan kuantitatif difokuskan pada analisis data numerik untuk meramalkan stok penjualan obat di Rumah Sakit. Sementara itu, penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan karakteristik fenomena tanpa manipulasi variable [18].

3.2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian survei dengan metode studi observasional. Data penjualan obat akan dikumpulkan dari Rumah Sakit dalam periode waktu tertentu tanpa campur tangan langsung. Penelitian ini akan mengamati dan menganalisis data historis penjualan obat untuk membuat peramalan menggunakan metode Fuzzy Time Series [18].

3.3. Instrumen Penelitian

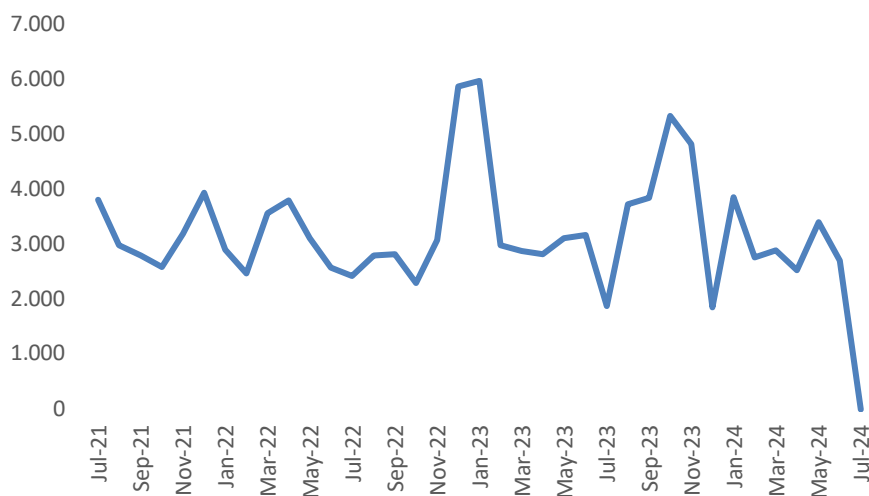
Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dokumentasi, dimana data diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada seperti laporan tahunan, catatan medis, arsip, atau database [18]. Untuk pengumpulan data penjualan obat antibiotik perbulan dari RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta, akan digunakan data dari periode Juli 2021 hingga Juni 2024.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil

4.1. Deskriptif Data

Analisis deskriptif data untuk melihat grafik pola data yang terbentuk dari bulan Juli 2021 sampai Juni 2024, serta untuk mengetahui rata-rata penjualan setiap bulannya. Pada penelitian ini data yang dipakai merupakan data stock penjualan obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta.



Gambar 4.1 Time Series Plot Data Penjualan Obat Antibiotik

Dari Gambar 4.1, terlihat bahwa sumbu horizontal mewakili periode waktu atau data ke- t , sementara sumbu vertikal menggambarkan penjualan obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede. Analisis dari gambar menunjukkan bahwa penjualan obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede bersifat seasonal. Karena mempunyai pola setia bulannya, hal ini dapat dilihat dari naik turunnya grafik. Titik terendah terjadi pada bulan Juli 2023, sedangkan titik tertingginya terjadi pada bulan Januari 2023

4.2. Menentukan Himpunan Semesta Pembicara

Data penjualan obat antibiotik pada bulan Juli 2021 sampai dengan Juni 2024 memiliki penjualan obat antibiotik terendah sebesar 1.857, nilai ini dijadikan sebagai D_{min} dan penjualan obat antibiotik tertinggi sebesar 5.984, sebagai nilai D_{max} . Berdasarkan Persamaan (2.1), nilai Z_1 dan Z_2 adalah sembarang bilangan positif. Peneliti menentukan Z_1 1 dan Z_2 3. Berdasarkan Persamaan (2.1), himpunan semesta pembicaraan (U) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - Z_1, D_{max} + Z_2] \\ &= [1.857-1, 5.984+3] \\ &= [1.856, 5.987] \end{aligned}$$

4.3. Menentukan Banyak Himpunan Fuzzy

Dalam langkah-langkah penentuan banyaknya himpunan Fuzzy Time Series, pertama dilakukan perhitungan rata-rata selisih absolut antara data historis dari bulan ke- $t+1$ dan bulan ke- t . Dalam contoh kasus ini, data penjualan obat antibiotik dari bulan Juli 2021 hingga Juni 2024 dengan total selisih absolut sebesar 31.018. Selanjutnya, nilai rata-rata selisih absolut per data dihitung dengan membagi total selisih absolut tersebut dengan jumlah data dikurangi 1, menghasilkan nilai rata-rata sebesar 886. Langkah kedua adalah menentukan basis interval, yang merupakan setengah dari nilai rata-rata selisih absolut, yaitu 443.1142, yang dibulatkan menjadi 443. Basis interval ini digunakan untuk menentukan panjang interval, yang dihitung sebagai selisih antara nilai maksimum data (D_{max}) dengan nilai minimum data (D_{min}) ditambah dengan dua kali nilai basis interval, menghasilkan panjang interval sebesar 4.129. Dengan langkah-langkah tersebut, penelitian ini dapat menentukan banyaknya himpunan Fuzzy Time Series yang sesuai untuk analisis data penjualan obat antibiotik dengan metode Fuzzy Time Series model Lee.

4.4 Menentukan Banyaknya Himpunan Fuzzy

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan 2.5, didapatkan banyaknya himpunan fuzzy sebanyak 10 himpunan dengan panjang interval 443. Dengan demikian, rentang nilai $U = [1.857, 5.984]$ dipartisi menjadi 10 himpunan fuzzy yang sama panjang, yang dinotasikan sebagai u_i dimana $i = 1, 2, 3, \dots, 10$. Himpunan fuzzy yang terbentuk dari partisi interval ini adalah sebagai berikut: $u_1 = [1.857, 2.300)$, $u_2 = [2.300, 2.743)$, $u_3 = [2.743, 3.186)$, $u_4 = [3.186, 3.629)$, $u_5 = [3.629, 4.073)$, $u_6 = [4.073, 4.516)$, $u_7 = [4.516, 4.959)$, $u_8 = [4.959, 5.402)$, $u_9 = [5.402, 5.845)$, dan $u_{10} = [5.845, 6.288)$. Dengan adanya partisi interval ini, penelitian dapat melanjutkan analisis data penjualan obat antibiotik dengan metode Fuzzy Time Series model Lee menggunakan 10 himpunan fuzzy yang telah ditentukan.

4.5. Perhitungan Nilai Tengah Himpunan Fuzzy

Dalam langkah selanjutnya dalam penelitian ini, peneliti berhasil menentukan nilai tengah dari setiap himpunan fuzzy u_1 hingga u_{10} dengan menggunakan persamaan 2.6. Nilai tengah ini dihitung sebagai rata-rata dari batas bawah dan batas atas setiap himpunan fuzzy. Hasil perhitungan menunjukkan nilai tengah masing-masing himpunan fuzzy sebagai berikut: $m_1 = 2.079$, $m_2 = 2.522$, $m_3 = 2.965$, $m_4 = 3.408$, $m_5 = 3.851$, $m_6 = 4.294$, $m_7 = 4.737$, $m_8 = 5.180$, $m_9 = 5.623$, dan $m_{10} = 6.067$. Data ini disajikan dalam Tabel 4.4 sebagai nilai tengah dari masing-masing himpunan fuzzy. Dengan penentuan nilai tengah ini, peneliti dapat melanjutkan analisis data penjualan obat antibiotik dengan metode Fuzzy Time Series model Lee menggunakan nilai-nilai tengah dari himpunan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya.

4.6. Pendefinisian Derajat Keanggotaan Himpunan Fuzzy

Pendefinisian derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy adalah proses untuk menentukan seberapa besar suatu elemen memenuhi karakteristik yang didefinisikan oleh himpunan tersebut. Pada himpunan fuzzy, keanggotaan elemen dinyatakan dengan nilai kontinu antara 0 dan 1 melalui fungsi keanggotaan, biasanya ditulis sebagai $\mu_A(x)$. Nilai 0 menunjukkan bahwa elemen tidak termasuk dalam himpunan, sedangkan nilai 1 menunjukkan elemen sepenuhnya termasuk dalam himpunan. Bentuk fungsi keanggotaan dapat bervariasi, seperti linear, segitiga, trapezoidal, atau gauss, dan sering diilustrasikan dalam grafik. Derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy digunakan dalam berbagai aplikasi seperti kontrol fuzzy, pengambilan keputusan, dan pengenalan pola untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas yang tidak dapat ditangani oleh himpunan klasik. Dengan mendefinisikan derajat keanggotaan secara tepat, sistem fuzzy memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan realistis dalam berbagai situasi, sehingga menghasilkan solusi yang lebih adaptif terhadap kondisi nyata.

Dalam penelitian ini terdapat 10 himpunan yang terbentuk, sehingga akan dibentuk variable linguistic sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_3 &= \{0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_4 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_5 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_6 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_7 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7 + 0,5/u_8 + 0/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_8 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0,5/u_7 + 1/u_8 + 0,5/u_9 + 0/u_{10} \} \\ A_9 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0,5/u_8 + 1/u_9 + 0,5/u_{10} \} \\ A_{10} &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0,5/u_9 + 1/u_{10} \} \end{aligned}$$

4.7. Fuzzyfikasi Data

Fuzzyfikasi data merupakan proses penting dalam sistem fuzzy di mana data numerik atau kualitatif diubah menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh sistem. Dalam konteks penjualan obat antibiotik, proses fuzzyfikasi dilakukan dengan mencocokkan nilai penjualan obat dengan himpunan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya. Sebagai contoh, data penjualan obat pada bulan Juli 2021 sebesar 3.822 akan termasuk dalam kategori himpunan

fuzzy ke-5 (u_5) dengan interval $u_5 = [3.629, 4.073]$. Dengan demikian, data penjualan obat pada bulan Juli 2021 dinyatakan sebagai A5. Proses ini dilakukan untuk setiap bulan dari Juli 2021 hingga Juni 2024 sesuai dengan nilai penjualan obat yang tercatat. Hasil dari proses fuzzyfikasi ini disajikan dalam Tabel 4.5, di mana setiap entri menunjukkan bulan, nilai penjualan obat, dan kategori himpunan fuzzy yang sesuai. Dengan demikian, fuzzyfikasi data memungkinkan representasi data penjualan obat dalam bentuk yang dapat dipahami dan digunakan dalam analisis sistem fuzzy untuk peramalan dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

4.8. Menentukan FLR

FLR (Fuzzy Logic Relationships) digunakan untuk menggambarkan hubungan antar variabel dalam sistem fuzzy, khususnya dalam konteks prediksi berbasis Fuzzy Time Series. Hasil FLR hubungan antara nilai historis penjualan obat antibiotik dengan nilai masa depannya, diwakili dalam bentuk aturan hubungan fuzzy. Sebagai contoh, pada bulan Juli 2021 dengan nilai fuzzyfikasi A5 merupakan state saat ini (D_{t-1}), sedangkan bulan Agustus 2021 dengan nilai fuzzyfikasi A3 merupakan state berikutnya (D_t). Dengan demikian, FLR yang terbentuk adalah $A_5 \rightarrow A_3$, menunjukkan hubungan antara state saat ini dan state berikutnya. Proses ini dilakukan secara berkelanjutan untuk setiap pasangan state historis dan state berikutnya, memungkinkan pembentukan aturan hubungan fuzzy yang dapat digunakan untuk prediksi nilai masa depan berdasarkan data historis. Dengan adanya FLR yang terbentuk, sistem fuzzy dapat digunakan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dalam konteks penjualan obat antibiotik di Rumah Sakit.

4.9. Menentukan FLRG

FLRG (Fuzzy Logical Relationship Groups) merupakan metode dalam logika fuzzy yang digunakan untuk mengelompokkan beberapa hubungan logika fuzzy (FLR) yang memiliki current state yang sama. FLRG membantu dalam menganalisis pola dari data historis yang telah difuzzyfikasi dengan memperhatikan hubungan antara state saat ini dan state berikutnya. Berdasarkan hasil FLRG yang terdapat dalam Tabel 4.7, FLR. Misalnya, FLRG yang terbentuk pada group 5 menunjukkan hubungan antara $A_5 \rightarrow A_3$, $A_5 \rightarrow A_3$, $A_5 \rightarrow A_3$, $A_5 \rightarrow A_3$, $A_5 \rightarrow A_5$, dan $A_5 \rightarrow A_8$. Dengan pengelompokan ini, FLRG membantu dalam memahami bagaimana kondisi tertentu pada state saat ini dapat menghasilkan berbagai kemungkinan state berikutnya. Proses ini memudahkan analisis data historis dan memperkuat prediksi nilai masa depan berdasarkan pola hubungan fuzzy yang teridentifikasi. Selain itu, FLRG pada group berikutnya akan memiliki langkah yang serupa untuk setiap group FLRG yang terbentuk, memungkinkan pemetaan hubungan yang konsisten dan lebih terstruktur dalam pemodelan prediksi menggunakan metode Fuzzy Time Series.

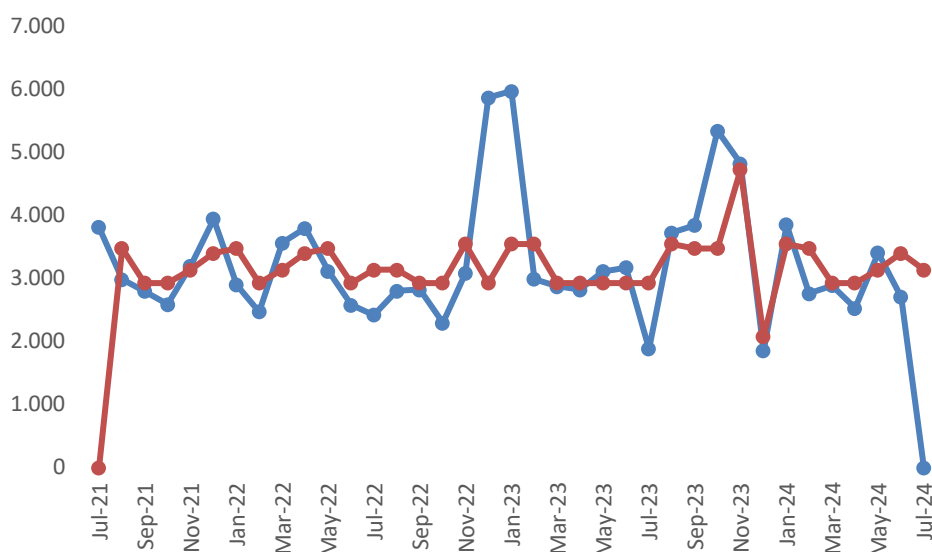
4.10. Melakukan Perhitungan Defuzzyfikasi dari Hasil Prediksi

Proses defuzzyfikasi adalah tahap akhir dalam sistem logika fuzzy di mana nilai fuzzifikasi yang diperoleh diubah menjadi nilai numerik yang dapat diinterpretasikan secara langsung, memungkinkan hasil prediksi yang praktis dan relevan. Dalam pembentukan FLRG (Fuzzy Logical Relationship Groups) peneliti berhasil mengelompokkan 8 group FLRG yang saling berhubungan. Hasil defuzzyfikasi dari masing-masing group. Contohnya, pada Group 1 ($A_1 \rightarrow A_3$, A5, A5) didapatkan nilai prediksi sebesar 3.556. Proses defuzzyfikasi ini memanfaatkan nilai tengah dari himpunan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, untuk Group 2 ($A_2 \rightarrow A_2$, A3, A4, A4, A4) dengan nilai prediksi sebesar 3.142, peneliti menggunakan persamaan tertentu untuk menghitung nilai prediksi berdasarkan aturan FLRG yang terbentuk. Penggunaan persamaan ini memungkinkan penentuan nilai prediksi yang akurat berdasarkan hubungan antara current state dan next stage yang telah didefinisikan sebelumnya. Dengan mempertimbangkan hasil defuzzyfikasi dari FLRG, peneliti dapat membuat prediksi nilai penjualan obat antibiotik untuk bulan-bulan tertentu. Hasil prediksi ini

terbukti memberikan nilai yang relevan, seperti pada prediksi penjualan obat antibiotik bulan Juli 2024 sebesar 3.142, yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam mengelola persediaan obat di Rumah Sakit.

4.11. Menentukan Nilai Mape

Penelitian ini menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagai metrik untuk menilai kinerja model peramalan penjualan obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta. Nilai MAPE dihitung dengan membandingkan nilai aktual penjualan dengan nilai prediksi yang dihasilkan oleh model. Rumus yang digunakan adalah $MAPE = (1/N \sum_{t=1}^N (|D_t - y_{tx(m)}| / D_t) \times 100\%$, di mana D_t adalah nilai aktual penjualan pada periode t , $y_{tx(m)}$ adalah nilai prediksi pada periode t , dan N adalah jumlah periode. Berdasarkan perhitungan, nilai MAPE yang diperoleh adalah 15,141%. Menurut Harun, nilai MAPE kurang dari 10% menunjukkan hasil peramalan yang sangat bagus, kurang dari 20% bagus, dan 20% hingga 50% cukup [19]. Dengan demikian, nilai MAPE 15,141% menunjukkan bahwa model peramalan dalam penelitian ini termasuk dalam kategori cukup baik. Meskipun nilai MAPE menunjukkan kinerja yang baik secara keseluruhan, analisis grafik perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi menunjukkan adanya ketidaksesuaian pada beberapa titik data. Hal ini mengindikasikan bahwa model peramalan mungkin tidak sepenuhnya menangkap pola fluktuasi data atau pola tertentu yang ada dalam data penjualan antibiotik. Meskipun MAPE memberikan gambaran umum tentang performa model, analisis grafik tetap penting untuk mengidentifikasi dan memahami kelemahan spesifik model agar dapat diperbaiki untuk meningkatkan akurasi dalam menghadapi variasi data yang lebih kompleks.



Gambar 4.2 Time Series Plot Hasil Prediksi dengan Data Aktual di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta

Pembahasan

Penelitian ini menganalisis data penjualan obat antibiotik di RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta dari bulan Juli 2021 hingga Juni 2024. Analisis deskriptif menunjukkan bahwa data penjualan memiliki pola musiman (seasonal), dengan titik terendah pada bulan Juli 2023 dan titik tertinggi pada bulan Januari 2023. Selanjutnya, peneliti menentukan himpunan semesta pembicaraan (U) berdasarkan nilai penjualan terendah (D_{min}) dan tertinggi (D_{max}) serta menentukan banyaknya himpunan fuzzy yang diperlukan untuk analisis data. Peneliti kemudian menentukan nilai tengah dari setiap himpunan fuzzy dan mendefinisikan derajat keanggotaan setiap elemen terhadap himpunan fuzzy [20]. Proses fuzzyfikasi data dilakukan dengan mencocokkan nilai penjualan obat dengan himpunan fuzzy yang telah ditentukan, menghasilkan data yang dapat dipahami oleh sistem fuzzy. Kemudian,

peneliti menentukan FLR (Fuzzy Logic Relationships) untuk menggambarkan hubungan antara nilai historis penjualan obat dengan nilai masa depannya.

FLR kemudian dikelompokkan menjadi FLRG (Fuzzy Logical Relationship Groups) untuk menganalisis pola hubungan antara state saat ini dan state berikutnya. Proses defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah hasil fuzzy menjadi nilai numerik yang dapat diinterpretasikan secara langsung, menghasilkan prediksi penjualan obat antibiotik untuk bulan-bulan tertentu. Untuk menilai kinerja model peramalan, peneliti menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Nilai MAPE yang diperoleh adalah 15,141%, yang menunjukkan bahwa model peramalan termasuk dalam kategori cukup baik. Meskipun nilai MAPE menunjukkan kinerja yang baik secara keseluruhan, analisis grafik menunjukkan adanya ketidaksesuaian pada beberapa titik data, mengindikasikan bahwa model mungkin tidak sepenuhnya menangkap pola fluktuasi data atau pola tertentu yang ada dalam data penjualan antibiotik [21]. Analisis grafik tetap penting untuk mengidentifikasi dan memahami kelemahan spesifik model agar dapat diperbaiki untuk meningkatkan akurasi dalam menghadapi variasi data yang lebih kompleks.

5. Simpulan

Dari hasil penelitian menggunakan model Fuzzy Time Series (FTS) untuk analisis dan prediksi data deret waktu, dapat disimpulkan bahwa peramalan penjualan obat di Rumah Sakit RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede Yogyakarta untuk bulan Juli 2024 adalah sebesar 3.142. Selain itu, nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dari hasil peramalan menunjukkan angka sebesar 15,141%, yang mengindikasikan bahwa kinerja peramalan menggunakan metode Fuzzy Time Series model Lee ini tergolong baik. Hasil ini memberikan gambaran yang positif mengenai kemampuan model FTS dalam meramalkan data penjualan obat di rumah sakit tersebut, memberikan nilai peramalan yang mendekati angka aktual dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah.

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini. Pertama, dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan penerapan metode Fuzzy Time Series lainnya seperti Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur, Fuzzy Time Series Stevenson Porter, Chen, dan Song untuk memperluas cakupan analisis dan mendapatkan pembandingan yang lebih komprehensif. Kedua, disarankan untuk mengembangkan program visual yang memvisualisasikan metode Fuzzy Time Series model Lee guna mempermudah proses perhitungan dan interpretasi data. Ketiga, dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan pola data yang akan diuji terlebih dahulu dan memilih data dengan pola trend yang jelas untuk meningkatkan ketepatan dan akurasi peramalan. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan penelitian selanjutnya dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dan dapat dipertanggungjawabkan.

Daftar Referensi

- [1] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). Time series analysis: Forecasting and control. Wiley.
- [2] Chen, J., & Hsu, Y. C. (2005). Fuzzy Time Series for forecasting and decision making. *Journal of Information Science and Engineering*, 21(4), 623-638.
- [3] Fleming, A. (1929). Penicillin. *The Lancet*, 213(5503), 226.
- [4] Goodman, L. S., & Gilman, A. G. (2010). The pharmacological basis of therapeutics. McGraw-Hill.
- [5] Huang, C. D., & Hsu, Y. C. (2008). A new Fuzzy Time Series model for forecasting. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(18), 2391-2405.
- [6] Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: Principles and practice. OTexts.
- [7] Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679-688.
- [8] Jin, Y., Xie, W., & Wu, M. (2019). A review of forecasting methods for pharmaceutical inventory management. *International Journal of Production Economics*, 211, 51-62.
- [9] Katzung, B. G., Masters, S. B., & Trevor, A. J. (2012). Basic and clinical pharmacology. McGraw-Hill.

- [10] Lee, C. C. (1999). Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller - Part I and II. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 20(2), 383-390.
- [11] Lee, C. C. (2002). *Fuzzy Time Series: Theory and applications*. World Scientific Publishing Co.
- [12] Leekha, S., Terrell, C. L., & Edson, R. S. (2011). General principles of antimicrobial therapy. *Mayo Clinic Proceedings*, 86(2), 156-167.
- [13] Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., & Buckley, D. H. (2018). *Brock biology of microorganisms*. Pearson.
- [14] Mahadi, Muhammad. (2020). Penerapan Fuzzy Time Series Lee untuk peramalan nilai tukar petani subsektor peternakan di Kalimantan Timur.
- [15] Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., & Krieg, N. R. (2005). *Microbiology: Concepts and applications*. McGraw-Hill.
- [16] Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2008). *Microbiology*. McGraw-Hill.
- [17] Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277-283.
- [18] Walsh, C. (2003). *Antibiotics: Actions, origins, resistance*. ASM Press.
- [19] WHO. (2021). *Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report 2021*. World Health Organization.
- [20] Yosendra Evriyantino. (2019). *Prediksi permintaan semen dengan metode Fuzzy Time Series*.
- [21] Makridakis, S., & Wheelwright, S. C. (1989). *Forecasting methods for management*. John Wiley & Sons.