

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peramalan (Forecasting) merupakan salah satu aspek penting dalam bidang matematika terapan, khususnya dalam analisis data deret waktu (Time Series). Peramalan digunakan untuk memperkirakan nilai suatu variabel di masa depan berdasarkan data historis yang telah tersedia. Dalam dunia nyata, data deret waktu sering kali tidak bersifat deterministik atau linier, melainkan mengandung unsur ketidakpastian, fluktuatif, dan kompleks. Karakteristik ini menyebabkan banyak metode peramalan klasik, seperti Regresi Linier, ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*), atau metode Eksponensial, tidak mampu memberikan hasil yang optimal dalam kondisi data yang tidak pasti.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, para peneliti mulai mengembangkan pendekatan peramalan yang dapat mengakomodasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam data. Salah satu pendekatan yang cukup efektif adalah penggunaan Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*), yang diperkenalkan pertama kali oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965. Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika klasik (biner), di mana suatu elemen tidak hanya memiliki nilai benar atau salah (1 atau 0), melainkan dapat memiliki derajat keanggotaan dalam suatu himpunan fuzzy yang nilainya berada di antara 0 dan 1. Konsep ini sangat berguna dalam menangani data yang bersifat linguistik atau ambigu.

Dalam konteks peramalan, logika fuzzy kemudian dikembangkan menjadi metode *Fuzzy Time Series (FTS)*. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Mereka menggunakan pendekatan himpunan fuzzy dalam menganalisis deret waktu, di mana data historis difuzzifikasi ke dalam himpunan linguistik, kemudian dibentuk relasi logis fuzzy antar data tersebut untuk membentuk model peramalan. Namun, model awal ini masih memiliki kelemahan dari segi kompleksitas komputasi dan ketelitian hasil.

Perkembangan signifikan terjadi ketika Chen (1996) menyederhanakan metode FTS yang dikembangkan oleh Song dan Chissom. Model yang dikenal dengan *Fuzzy Time Series Chen* mengurangi kerumitan proses dengan memanfaatkan relasi Fuzzy tingkat pertama (*first-order fuzzy logical relationships*) serta menetapkan batasan yang lebih praktis dalam proses *fuzzifikasi*. Dalam metode ini, domain data dibagi menjadi beberapa interval, kemudian dibentuk himpunan fuzzy berdasarkan interval tersebut. Relasi fuzzy kemudian dibentuk dari pola transisi nilai antar tahun, dan hasil peramalan diperoleh dari relasi-relasi ini melalui proses defuzzifikasi.

Dengan kata lain, metode ini tidak hanya melibatkan analisis numerik, tetapi juga analisis simbolik dan logis. Penerapan FTS Chen merupakan representasi nyata dari bagaimana teori matematika abstrak dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan praktis yang kompleks.

Penerapan metode ini menjadi sangat relevan ketika digunakan pada data ekspor dan impor. Sebagai contoh kasus yang dipilih dalam penelitian ini, Data Nilai Ekspor dan Impor Provinsi Sumatera Utara merupakan data deret waktu tahunan yang bersifat fluktuatif dan tidak pasti. Nilai-nilai ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti kondisi pasar global, perubahan harga komoditas, nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing, serta perubahan kebijakan perdagangan nasional dan internasional. Ketidakpastian inilah yang membuat data ekspor dan impor menjadi kasus ideal untuk diuji menggunakan metode Fuzzy Time Series Chen.

Metode fuzzy time series merupakan suatu penyelesaian yang menggunakan data time series dengan menerapkan metode fuzzy dalam suatu peramalan. Metode peramalan data yang memakai syarat - syarat fuzzy sebagai dasarnya disebut fuzzy time series. Agar bisa digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang, metode fuzzy time series harus bisa menentukan pola dari data sebelum - sebelumnya (Song and Chissom, 1993). Pengubahan suatu pernyataan linguistik menjadi numerik ataupun sebaliknya merupakan cara yang telah disediakan oleh Logika Fuzzy (Synaptic, 2006). Himpunan Fuzzy bisa didefinisikan sebagai batasan samar pada suatu kelas bilangan. Angka - angka yang digunakan pada metode Fuzzy Time Series yaitu Himpunan Fuzzy dari bilangan Real berdasarkan Himpunan Semesta yang telah ditentukan. Kegunaan Himpunan Fuzzy dapat menggantikan data se-

belumnya yang akan diramalkan. Dalam proses peramalan dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series, panjang interval harus ditentukan di awal proses peramalan karena penentuan panjang interval dan pembentukan Fuzzy Relationship sangat berpengaruh sehingga akan memberikan perbedaan pada hasil perhitungan peramalan (Eha and Suwanda, 2023).

Selain itu, Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi penting di Indonesia dalam hal aktivitas Ekspor dan Impor, terutama pada sektor pertanian, perkebunan, dan industri pengolahan. Menganalisis pola perdagangan luar negeri Sumatera Utara dari sudut pandang matematis memungkinkan tidak hanya pemahaman terhadap tren data, tetapi juga membangun sistem peramalan yang dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan.

Penelitian ini juga menjadi bentuk kontribusi dalam mengembangkan aplikasi matematika di bidang lain, dalam hal ini perdagangan dan ekonomi daerah. Meski demikian, fokus utama dari penelitian ini bukan pada analisis ekonomi secara mendalam, melainkan pada aspek matematis dan algoritmik dari metode *Fuzzy Time Series*, mulai dari penyusunan data, konstruksi model, hingga evaluasi hasil peramalan.

Pada tahun 2002, CHEN memperkenalkan *Fuzzy Time Series* orde tinggi dengan melakukan perkembangan pada langkah penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dengan melibatkan dua atau lebih data historis. Biasanya untuk melihat ketepatan hasil peramalan terhadap data dilihat dengan menghitung tingkat akurasi atau ukuran ketepatan, misalnya dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE). *Mean squared error* (MSE) merupakan metode untuk mengevaluasi metode peramalan, dimana masing - masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. *Mean absolute percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan absolut pada tiap - tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Mape merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan peramalan (Pakaja, 2012). Sedangkan tingkat akurasi dengan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) merupakan hasil nilai absolut dari selisih antara nilai peramalan dengan data sebenarnya tanpa menghiraukan tanda positif maupun

negatif (Indriyo and Najmudin, 2000). Penerapan metode *Fuzzy Time Series* telah dilakukan oleh beberapa peneliti pada penelitian sebelumnya yang telah digunakan pada skripsi Adika (2016). Skripsi tersebut menggunakan *Fuzzy Time Series* untuk peramalan data seasonal yang di aplikasikan pada data jumlah omset koperasi mahasiswa padang bulan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang tahun 2010 - 2015 yang dapat menunjukkan penerapan *Metode Fuzzy Time Series* pada peramalan data seasonal, tingkat akurasi dan efektivitas metode *Fuzzy Time Series* pada data seasonal dan hasil peramalan data seasonal dengan Metode *Fuzzy Time Series* terbaik. Berdasarkan skripsi tersebut, penulis akan mengganti objek dan metode dengan menggunakan data seasonal (variasi musiman).

Penelitian - penelitian terkait metode *Fuzzy Time Series Chen* menunjukkan variasi tingkat akurasi berdasarkan konteks data. Pada Penelitian yang dilakukan oleh Rizalma et al. (2022) menguji Tiga sampel data Ekspor Indonesia (2016–2022) dan menemukan sampel pertama sebagai yang terbaik, meski tidak menyebut nilai MAPE secara Eksplisit. Sukarni (2024) meramalkan Nilai Ekspor dengan MAPE 11,45% (kategori Baik), menunjukkan efektivitas metode Chen dalam Analisis Data BPS. Pada produksi tebu di Kabupaten Langkat, metode Chen menghasilkan MAPE 18,63% (masuk kategori Baik) untuk prediksi tahun 2023 (Andini and Muliani, 2024). Studi Komparatif Chen, Cheng, dan Singh mencatat MAPE Chen 7,2181%, lebih tinggi dari Cheng 5,7505% tetapi tetap relevan untuk data Trend (Monica and Suhaedi, 2024). Sementara itu, Penerapan Chen pada harga Emas mencapai MAPE 0,605% (kategori Sangat Baik), Membuktikan keunggulannya dalam Data Volatil (Sofiyanti et al., 2024). Secara umum, akurasi metode Chen bervariasi tergantung kompleksitas data, dengan performa optimal pada data dengan fluktuasi terbatas.

Dengan demikian, penelitian berjudul "*Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen dalam peramalan Nilai Ekspor dan Impor Sumatera Utara*" ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode FTS Chen pada data riil, sekaligus mengevaluasi efektivitas model dalam menghasilkan peramalan yang akurat dan relevan. Penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman tentang bagaimana teori fuzzy logic dan deret waktu fuzzy bekerja secara matematis, serta menunjukkan penerapannya dalam konteks dunia nyata.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan sebelumnya, diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Nilai ekspor dan impor Sumatera Utara dari tahun ke tahun menunjukkan pola yang tidak pasti, bersifat nonlinier, serta dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal yang sulit dimodelkan secara deterministik.
2. Metode peramalan tradisional seperti regresi linier atau ARIMA sering kali mensyaratkan asumsi distribusi tertentu atau kestasioneran data, yang belum tentu terpenuhi pada data ekspor dan impor tersebut.
3. Meskipun Fuzzy Time Series telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, penerapannya untuk data perdagangan luar negeri khususnya di wilayah Sumatera Utara masih terbatas.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini berfokus pada wilayah Sumatera Utara dengan menggunakan data sekunder nilai Ekspor dan Impor yang diperoleh dari sumber resmi seperti Badan Pusat Statistik (BPS).

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil peramalan nilai ekspor dan impor Provinsi Sumatera Utara berdasarkan data historis yang tersedia?
2. Bagaimana proses penerapan metode Fuzzy Time Series Chen dalam meramalkan nilai ekspor dan impor Provinsi Sumatera Utara?
3. Sejauh mana tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan oleh metode Fuzzy Time Series Chen dalam konteks data ekspor dan impor tersebut?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, Rumusan Masalah maka menjadi tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mendeksripsikan hasil peramalan nilai ekspor dan impor Provinsi Sumatera Utara
2. Mendeksripsikan metode Fuzzy Time Series Chen dalam meramalkan nilai ekspor dan impor Provinsi Sumatera Utara.
3. Mengevaluasi performa metode Fuzzy Time Series Chen dalam konteks data yang mengandung ketidakpastian dan fluktuasi, melalui pengukuran akurasi hasil peramalan.

1.6 Batasan Masalah

Berdasarkan Rumusan Masalah dan Tujuan diatas, Maka pembatas dari penelitian ini adalah :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder nilai Ekspor dan Impor Sumatera Utara dari Januari 2013 sampai dengan April 2024 yang diperoleh dari website resmi Badan Pusat Statistik (BPS)Indonesia.
2. Metode dalam penelitian ini menggunakan analisis deksriptif dan teknik peramalan atau forecasting dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series model Chen.
3. Menggunakan Bantuan Software.

1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat di peroleh dari peramalan Metode Time Series Chen yaitu :

1. Memperluas wawasan tentang fuzzy time series chen baik bagi penulis maupun para pembaca.

2. Meningkatkan pengetahuan pembaca mengenai teknik - teknik peramalan .
3. Sebagai literatur penunjang khususnya bagi mahasiswa matematika.
4. Sebagai literatur dan bahan pengambilan keputusan bagi perusahaan dan pemerintah setempat.

