

Penerapan Logika Fuzzy Untuk Peramalan Penjualan Cumi–Cumi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng

Chaterine Agustina*, Sriani

Fakultas Sains Dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}Chaterineagustinaa@gmail.com, ²sriani@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: chaterineagustinaa@email.com

Abstrak—Pemanfaatan dari sumber daya perikanan, terutama laut sampai sekarang didominasi oleh usaha perikanan masyarakat yang biasanya mempunyai skala kecil. Salah satu sumber daya tersebut adalah cumi-cumi. Penjualan cumi-cumi kadang kali mengalami naik turun, dimana naik turunnya penjualan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah cuaca buruk. Karena itu stok di pasaran juga semakin sedikit dan harga yang tinggi juga membuat pembeli menjadi berkurang. Kebutuhan penjualan cumi cumi yang tidak menentu pada setiap bulannya menyebabkan sulitnya menentukan jumlah cumi cumi yang akan di datangkan setiap bulannya. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk meningkatkan akurasi peramalan penjualan cumi-cumi dan membantu pemilik gudang dalam mengatur produksi sesuai dengan kebutuhan pasar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang tren penjualan cumi-cumi di masa depan, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan bisnis yang lebih baik. *Fuzzy time series* merupakan metode peramalan data yang menggunakan prinsip - prinsip fuzzy sebagai dasarnya. Pada Penelitian ini seluruh data berjumlah 59 data perhari selama 3 bulan. Penelitian dilakukan dengan *software* MATLAB dan menggunakan bahasa pemrograman R untuk melakukan proses peramalan. Dibandingkan dengan sebelumnya, penjualan selanjutnya mengalami kenaikan karena diperoleh peramalan dengan keakuratan yang cukup pesat. Proses peramalan penjualan cumi selanjutnya berdasarkan dataset yang dimiliki adalah sebesar 403 Kg. Dengan menggunakan teknik MAPE, maka diketahui bahwa proses prediksi yang dilakukan memiliki akurasi sebesar 82.3%.

Kata Kunci : Sumber Daya; Cumi – Cumi; Fuzzy Time Series; Peramalan;MAPE

Abstract—The utilization of fishery resources, especially marine, is currently dominated by community fisheries businesses that usually have a small scale. One of these resources is squid. Squid sales sometimes experience ups and downs, where the ups and downs of sales are influenced by several factors, one of which is bad weather. Therefore, the stock on the market is also getting smaller and the high price also makes buyers decrease. The uncertain need for squid sales every month makes it difficult to determine the amount of squid that will be brought in each month. The main objective of this study is to improve the accuracy of squid sales forecasting and to assist warehouse owners in managing production according to market needs. The results of this study are expected to provide a more accurate picture of squid sales trends in the future, so that they can help in making better business decisions. Fuzzy time series is a data forecasting method that uses fuzzy principles as its basis. In this study, all data amounted to 59 data per day for 3 months. The study was conducted using MATLAB software and using the R programming language to carry out the forecasting process. Compared to the previous one, the next sales increased because the forecast was obtained with a fairly rapid increase. The next squid sales forecasting process based on the dataset owned was 403 Kg. By using the MAPE technique, it is known that the prediction process carried out has an accuracy of 82.3%.

Keywords: Resources; Squid; Fuzzy Time Series; Forecasting; MAPE

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara dengan banyak pulau yang mempunyai kekayaan SDA melimpah ruah. Sebagian besar luas wilayah indonesia dikelilingi oleh perairan. Kekayaan alam tersebut menjadi pengaruh penting dalam pembangunan bangsa Indonesia. Pemanfaatan dari sumber daya perikanan, terutama laut sampai sekarang didominasi oleh usaha perikanan masyarakat yang biasanya mempunyai skala kecil. Sumber daya perikanan terdiri dari 2 jenis sumber daya, yaitu ikan dan non-ikan. Salah satu sumber daya non-ikan adalah cumi-cumi [1].

Para pelaku usaha (*stakeholders*) dalam rantai pasokan hasil cumi-cumi di perairan meliputi nelayan, pengusaha (pemilik gudang cumi-cumi), eksportir ataupun pengepul. Cumi-cumi diperjualbelikan dalam kondisi segar kepada pengusaha dan pengepul. Peran dari pelaku usaha dan pengepul sangat penting karena modal yang digunakan oleh nelayan dalam proses penangkapan cumi-cumi berasal dari mereka [2]. Gudang Aseng adalah sebuah industri di sektor perikanan yang berperan sebagai pemasok (*supplier*) untuk beberapa industri manufaktur yang mengolah ikan laut dan cumi-cumi. Seiring dengan meningkatnya permintaan, Gudang Aseng perlu melakukan perencanaan produksi untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dengan cara melakukan peramalan berdasarkan data penjualan cumi-cumi dari periode sebelumnya.

Penjualan menjadi faktor penentu dalam upaya perusahaan untuk memperoleh laba, dengan fokus pada pemenuhan kebutuhan dan keinginan pelanggan, sehingga diharapkan perusahaan dapat menghasilkan produk yang sesuai [3]. Penjualan cumi cumi kadang kali mengalami naik turun, dimana naik turunnya penjualan disebabkan banyak faktor saluh satunya cuaca buruk. Cuaca buruk yang sering terjadi di sekitar perairan menyebabkan para nelayan yang biasanya menangkap cumi tidak bisa turun kelaut, sehingga stok di pasaran juga semakin sedikit dan harga yang tinggi juga membuat pembeli menjadi berkurang. Kebutuhan penjualan cumi cumi yang tidak tetap untuk setiap bulannya mengakibatkan sulitnya dalam penentuan kuantitas cumi cumi yang akan di disediakan. Peramalan penjualan cumi-cumi merupakan hal yang penting bagi pengusaha cumi-cumi untuk membuat keputusan bisnis yang lebih baik dan meningkatkan keuntungan. Memilih metode peramalan yang tepat dan menggunakan data yang akurat sangat penting untuk mendapatkan hasil yang optimal [4]. *Fuzzy time series* merupakan algoritma prediksi yang didasarkan pada prinsip-prinsip logika fuzzy. Sistem prediksi ini memperoleh pola melalui data sebelumnya dan menggunakannya untuk

memberikan gambaran data masa depan [5]. Algoritma fuzzy ini memiliki kelebihan dalam hal perhitungan yang relatif tidak kompleks, sehingga lebih mudah untuk dikembangkan dan efektif dalam menyelesaikan masalah peramalan data. Metode ini memanfaatkan data historis penjualan cumi-cumi dari bulan-bulan sebelumnya. Untuk mendukung proses peramalan ini, digunakan *toolbox* logika fuzzy yang tersedia di MATLAB.

Peramalan merupakan suatu proses yang melibatkan penggunaan data historis dan teknik statistik untuk memprediksi kejadian di masa depan. Tujuan utama dari peramalan adalah untuk mengurangi ketidakpastian dan memberikan dasar yang kuat dalam pengambilan keputusan [6]. Dalam dunia bisnis, misalnya, peramalan digunakan untuk memprediksi permintaan produk, sehingga perusahaan dapat mengatur produksi dan persediaan dengan lebih efisien. Selain itu, peramalan juga digunakan dalam bidang ekonomi untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi, inflasi, dan tingkat pengangguran [7]. Dengan demikian, peramalan menjadi alat yang sangat penting bagi organisasi untuk mencapai tujuannya. Peramalan merupakan langkah awal dalam proses penentuan tindakan yang akan dilakukan. Sebelum proses peramalan, penting untuk memahami terlebih masalah yang sebenarnya dalam proses penentuan keputusan [8]. Time series, merupakan kumpulan data yang diobservasi secara berurutan dalam waktu. Prediksi pada data berurutan merupakan salah satu jenis prediksi yang dilakukan pada data yang diperoleh berdasarkan urutan waktu pada periode tertentu. Maka, penelitian yang dilakukan menerapkan Fuzzy Time Series yang berbentuk data historis [9]. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dibutuhkan suatu tindakan dalam menemukan cara untuk membantu peramalan penjualan cumi – cumi didesa Pagurawan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu prediksi untuk memberikan gambaran jumlah penjualan cumi cumi, sehingga dapat memberikan wawasan atau pengetahuan mengenai jumlah penjualan cumi cumi kepada pemilik gudang untuk menyiapkannya. untuk persiapan ketersediaan barang serta melakukan pembaruan dan strategi pemasaran penjualan yang baik [10].

Berdasarkan hal tersebut beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian di bidang tersebut salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Tri Vlandari., dkk, penelitian ini menggabungkan faktor-faktor yang mempengaruhi penjualan kelapa, dimana pada penelitian ini peramalan harga pada tingkat produsen menggunakan data kebutuhan kelapa yang telah tercatat pada UD Bambang Kelapa Pasar Nusukan pada kurun waktu 2 tahun yang lampau. Hasil penelitian ini Uji fungsional sistem dengan menggunakan metode *Black Box Testing* dengan hasil seluruh komponen sistem telah sesuai kriteria yang direncanakan maka dapat disimpulkan sistem ini dapat digunakan oleh UD Bambang Kelapa untuk memprediksi kebutuhan penjualan kelapa ditahun yang akan datang [11]. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh M. Ridho Ramadhan dan kawan kawan (2020), penelitian ini menggunakan *fuzzy time series* untuk memprediksi jumlah penjualan rumah hingga saat ini belum ada berdasarkan pencarian pada garuda.ristekbrin.go.id sehingga data ini tidak dapat dibandingkan dengan penelitian lain yang tidak *apple to apple*. Penelitian menghasilkan prediksi jumlah penjualan rumah hingga satu bulan menggunakan data terakhir yaitu bulan Januari 2019. Pada bulan Januari 2019 diprediksi jumlah penjualan rumah adalah sebanyak 20unit sedangkan data aktualnya adalah sebanyak 18 unit, sehingga menghasilkan error sebesar 11,11% dan akurasi sebesar 88,89% [12].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Penelitian

Untuk memastikan suatu penelitian berjalan dengan terorganisir dan efektif, maka disusunlah kerangka kerja penelitian. Kerangka kerja ini berfungsi sebagai *blueprint* atau peta jalan yang mengarahkan seluruh proses penelitian, mulai dari perumusan masalah hingga pengambilan kesimpulan. Dengan adanya kerangka kerja, diharapkan hasil penelitian dapat dicapai secara optimal.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Identifikasi masalah dan tujuan penelitian adalah proses mendefinisikan apa yang ingin kita teliti melalui penelitian tersebut. Pengumpulan data merupakan kegiatan pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian. Pengolahan data bertujuan untuk membersihkan dan menyusun data yang telah dikumpulkan agar siap untuk dianalisis. *Fuzzy Time Series* digunakan dalam meramal nilai-nilai mendatang berdasarkan data sebelumnya [13]. Pengujian data bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam hasil yang kita dapat. Setelah semua tahapan telah dilakukan maka diperoleh hasil.

2.2 Model Peramalan penjualan

Fuzzy Time Series adalah teknik peramalan yang memanfaatkan logika fuzzy untuk memprediksi nilai masa depan berdasarkan data historis. Adapun model peramalan terbagi menjadi 2 yaitu:

- a. Peramalan Kualitatif yaitu Prediksi adalah hasil dari gabungan berbagai penyebab, seperti intuisi dalam penentuan keputusan, emosi, serta sistem penilaian.
- b. Peramalan Kuantitatif merupakan prediksi yang melibatkan satu bahkan lebih dari model matematis dengan menggunakan data historis dan variabel sebab - akibat dalam memperkirakan permintaan. Ada lima metode utama dalam peramalan kuantitatif, yaitu pendekatan yang sederhana, *moving average*, *eksponensial smoothing*, *trend smoothing*, dan regresi linier. Pada hakikatnya peramalan hanya hanya sebuah gambaran, tetapi dengan memanfaatkan teknik - teknik tertentu oleh karena itu peramalan menjadi lebih dari sekedar gambaran [14].

Pada proses peramalan dengan model *Fuzzy Time Series Cheng* dilakukan tahap-tahap berikut:

1. Persamaan untuk penentuan himpunan semesta (U):

$$U = [d_{\min}, d_{\max}] \quad (1)$$

Dengan d_{\min} adalah data paling kecil; d_{\max} adalah data paling tinggi.

2. Penentuan panjang rentang dilakukan dengan memanfaatkan distribusi kuantitas, melalui tahap-tahap dibawah ini:

- a) Menentukan interval menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = d_{\max} - d_{\min} \quad (2)$$

Dengan R merupakan interval; d_{\max} merupakan data maksimum; d_{\min} merupakan data minimum.

- b) Menentukan jumlah rentang kelas dengan memanfaatkan Persamaan *Sturges*

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

- c) Menentukan panjang rentang Persamaan yang digunakan:

$$K = \frac{\text{Range data } (R)}{1} \quad (4)$$

- d) Menentukan median dengan persamaan :

$$mi = \frac{(\text{Batas pada Bawah} + \text{Batas pada Atas})}{2} \quad (5)$$

3. Himpunan fuzzy dapat dibentuk dengan mempertimbangkan berbagai nilai kuantitas. Langkah pertama adalah membagi frekuensi terbanyak menjadi h rentang yang sama. Kemudian, frekuensi ke-2 terbanyak dibagi menjadi $h-1$ rentang yang sama, frekuensi terbanyak ke-3 dibagi menjadi $h-2$ rentang, dan seterusnya, hingga frekuensinya tidak dapat dibagi lagi [15].
4. Membuat himpunan fuzzy A_i serta proses fuzzifikasi terhadap data sebenarnya yang diamati. Misalnya A_1, A_2, \dots, A_p adalah fuzzy yang memiliki nilai linguistik, di mana ($i=1, 2, \dots, p$) merupakan anggota dari himpunan semesta (U) dan bilangan yang diberi simbol “/” mendefinisikan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap A_i ($i=1, 2, \dots, p$) yang nilainya adalah 0, 0,5 ataupun 1 [16].
5. Menentukan tabel FLR berdasarkan pada data sebenarnya. FLR dapat disimbolkan sebagai $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i disebut dengan *state* sekarang sementara A_j dikatakan dengan *state* selanjutnya
6. Menentukan bobot relasi FLR untuk membentuk FLRG melibatkan proses memasukkan seluruh hubungan yang ada serta memberikan bobot dengan acuan urutan serta frekuensi kemunculan yang serupa.
7. Menentukan nilai defuzzifikasi untuk peramalan dilakukan dengan mengalikan matriks pembobot yang telah distandarisasi (W^*) dengan . Median (mi) pada rentang himpunan fuzzy bisa dihitung dengan Persamaan (6): [17].

$$Fi = Wi1 * (m1) + Wi2 * (m2) + \dots + Wip * (mp) \quad (6)$$

Dimana Fi merupakan hasil prediksi :

$$Wij = \frac{Wij}{\sum_{i=1}^p Wij} \quad (7)$$

2.3 Akurasi Peramalan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dimanfaatkan dalam penilaian sejauh mana akurasi prediksi. Semakin rendah nilai MAPE, semakin tinggi akurasi peramalan. Berikut adalah rumusan MAPE:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan: Jumlah (n) menunjukkan jumlah data yang digunakan, sedangkan "Data Aktual" (At) merujuk pada data yang sebenarnya atau data yang telah terjadi. "Hasil Peramalan" (Ft) adalah prediksi atau proyeksi yang dibuat berdasarkan data yang ada, dengan tujuan memperkirakan apa yang akan terjadi di masa depan [18].

$$\text{Ketepatan peramalan atau prediksi} = 100\% - \text{MAPE} \quad (9)$$

Analisis hasil merupakan proses evaluasi terhadap data yang telah dikumpulkan dalam suatu penelitian. Tujuan utama dari analisis hasil adalah untuk menguji hipotesis penelitian, mengidentifikasi pola atau tren yang muncul, serta menilai tingkat ketepatan atau akurasi hasil yang diperoleh. Perhatikan tabel 1 berikut adalah kategori MAPE:

Tabel 1. Kategori MAPE

Nilai	Keterangan
Dibawah 10%	Sangat Baik
Antara 10% sampai 20%	Baik
Antara 20% sampai 50%	Cukup Baik
Diatas 50%	Buruk

2.4 Matlab

MATLAB adalah merupakan *text editor* pemrograman dengan kinerja tinggi yang dirancang dalam mengatasi masalah teknik. Pemrograman dalam MATLAB menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu platform dengan *user-friendly*, di mana masalah dan solusinya diungkapkan dengan notasi matematika yang umum [19]. Fitur-fitur MATLAB telah berkembang pesat dan sering disebut sebagai *toolbox*. *Toolbox* ini adalah kumpulan fungsi MATLAB (*M-files*) yang telah dikembangkan untuk digunakan dalam lingkungan MATLAB guna menyelesaikan masalah dalam kategori tertentu [20].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Pada penelitian peramalan penjualan cumi-cumi dengan algoritma Fuzzy Time Series Cheng, analisis data memegang peranan penting. Tujuan dari proses analisis data adalah untuk memahami dan menginterpretasikan pola, tren, serta karakteristik utama dari data penjualan yang tersedia. Data yang diperoleh sebanyak 59 data selama 3 bulan. Tahap ini melibatkan serangkaian langkah kritis yang dirancang untuk memastikan bahwa data yang digunakan valid, akurat, dan siap untuk dianalisis secara mendalam. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan cermat dan komprehensif untuk memastikan bahwa model peramalan yang dihasilkan adalah akurat dan dapat diandalkan. Pendekatan yang sistematis dan berbasis data ini memungkinkan pedagang untuk pembuatan keputusan lebih baik serta lebih informasional dalam mengelola penjualan cumi-cumi

Pertama-tama, data yang diperoleh dari berbagai sumber dikompilasi untuk memberikan basis yang komprehensif untuk analisis. Proses awal ini melibatkan pembersihan dan penyaringan data untuk menghapus inkonsistensi, data yang hilang, dan *outliers* yang mungkin mengganggu hasil analisis. Algoritma *Fuzzy Time Series Cheng* kemudian diterapkan untuk membangun model prediksi berdasarkan data yang telah dianalisis. Metode ini memungkinkan pengelompokan data ke dalam set fuzzy, yang membantu dalam menangkap ketidakpastian dan variabilitas dalam data penjualan. Relasi logis fuzzy dibentuk untuk mengidentifikasi hubungan antara periode waktu yang berbeda, yang kemudian digunakan untuk meramalkan nilai penjualan di masa depan. Tabel 2 berikut adalah data mentah yang telah dikumpulkan.

Tabel 2. Data Mentah Penjualan

Penjualan	Jumlah Terjual (Kg)	Harga (Ribu)	Total (Rp)
1	300	60	18000000
2	210	60	12600000
3	175	60	10500000
4	165	60	9900000
5	255	60	15300000
6	333	60	19980000
7	323	60	19380000
8	221	65	14365000
9	150	65	9750000
10	354	65	23010000

.....
58	314	80	25120000
59	415	80	33200000

3.2 Representasi Data

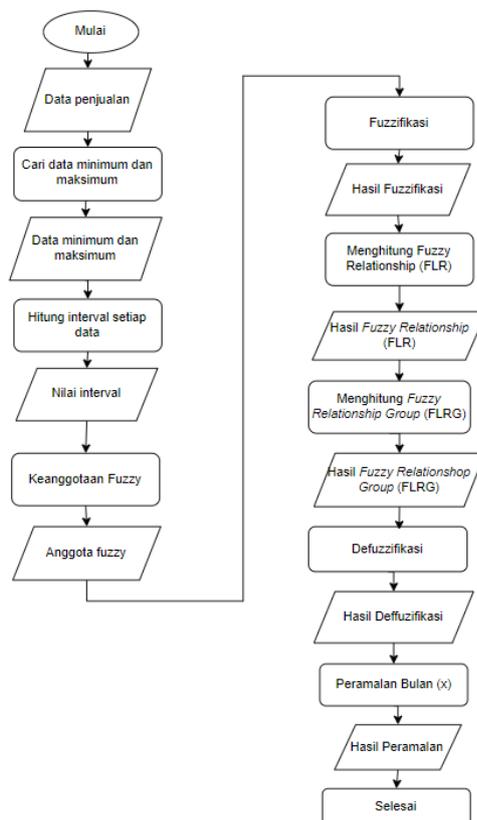
Representasi data adalah proses mengubah dan mengatur data mentah menjadi format yang lebih terstruktur dan mudah dipahami. Dalam konteks penelitian peramalan penjualan cumi-cumi menggunakan algoritma Fuzzy Time Series Cheng. Representasi data merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa data dapat dianalisis dengan tepat dan akurat. Karena menggunakan data deret waktu, data yang digunakan hanya mencakup jumlah penjualan (kg) dari setiap transaksi. Berikut pada Tabel 3 adalah model data yang akan digunakan.

Tabel 3. Representasi Data

Penjualan	Jumlah Terjual (Kg)
1	300
2	210
3	175
4	165
5	255
..	..
56	230
57	320
58	314
59	415

3.3 Penerapan Algoritma Fuzzy Time Series Cheng

Berikut tahapan Model *fuzzy time series* untuk prediksi penjualan cumi-cumi yang ditampilkan kedalam flowchart pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Tahapan Fuzzy Time Series Cheng

a. Penentuan himpunan semesta

Penentuan himpunan semesta merupakan langkah awal yang krusial dalam algoritma *Fuzzy Time Series Cheng*. Himpunan semesta ini digunakan untuk mengubah data menjadi himpunan fuzzy, yang menjadi dasar bagi analisis dan peramalan dalam metode ini. Dalam konteks *Fuzzy Time Series Cheng*, himpunan semesta mencakup rentang nilai yang meliputi seluruh data penjualan yang dianalisis. Himpunan semesta ini mencakup nilai terkecil dan tertinggi dari data

penjualan, serta rentang nilai di antara keduanya. Dengan menggunakan persamaan berikut, himpunan semesta dari data sebenarnya dapat ditentukan.

$$D = [d_{min} - 1, d_{max} + 1]$$

$$D = [150 - 1, 422 + 1]$$

$$D = [149, 423]$$

Himpunan semesta $D = [149, 423]$ berarti bahwa semua nilai yang mungkin muncul dalam time series akan berada dalam rentang ini. Himpunan semesta ini digunakan untuk mendefinisikan fuzzy sets yang mencakup seluruh rentang data, sehingga setiap data dalam time series dapat diwakili oleh salah satu dari fuzzy sets tersebut. Rentang yang diperluas ini juga memastikan bahwa tidak ada data yang berada di luar cakupan himpunan semesta.

b. Penentuan banyaknya interval

Penentuan jumlah interval salah satu langkah penting dalam algoritma Fuzzy Time Series Cheng yang mempengaruhi representasi data dan akurasi prediksi. Interval ini digunakan untuk membagi himpunan semesta data penjualan cumi-cumi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan dikelompokkan ke dalam set fuzzy. Untuk menentukan banyaknya interval data digunakan persamaan *sturgess*.

$$K = 1 + 3.3 * \log n$$

$$K = 1 + 3.3 * \log 58$$

$$K = 1 + 3.3 * 1.76 = 6.8$$

Hasil pencarian nilai K dengan menggunakan persamaan *sturgess* adalah 6.8. Namun, jumlah interval kelas harus berupa bilangan bulat karena interval yang setengah atau pecahan tidak dapat diterapkan dalam pembagian data. Penentuan panjang interval harus dibulatkan ke bilangan bulat terdekat, yaitu 7, untuk menetapkan banyaknya interval kelas. Hal ini penting untuk memastikan bahwa data dapat dibagi secara efektif ke dalam kelas-kelas interval yang sesuai. Jadi, meskipun hasil awal adalah 6.8, banyaknya interval yang akan digunakan dalam distribusi frekuensi adalah 7.

Penentuan panjang interval adalah proses menentukan ukuran setiap interval dalam himpunan semesta data pada metode Fuzzy Time Series. Panjang interval mempengaruhi bagaimana data penjualan dibagi dan direpresentasikan dalam bentuk fuzzy.

$$L = \frac{D}{K} = \frac{423 - 149}{7} = \frac{274}{7} = 39.14$$

c. Penentuan Fuzzy Set

Fuzzy set atau himpunan fuzzy merupakan langkah kunci yang memfasilitasi representasi dan analisis data dalam bentuk yang mampu menangkap ketidakpastian dan variabilitas. Dalam metode Fuzzy Time Series, data historis yang berbentuk deret waktu akan dibagi menjadi beberapa interval, dan setiap interval akan dikaitkan dengan sebuah Fuzzy Set. Setiap interval didefinisikan sebagai sebuah himpunan fuzzy. Definisi ini melibatkan pembuatan fungsi keanggotaan fuzzy. Hasil yang ditampilkan telah sesuai dengan program menggunakan matlab.

```

Command Window
>> Chaterine
Fuzzy Sets:
Fuzzy Set 1: [149.000000, 188.142857]
Fuzzy Set 2: [188.142857, 227.285714]
Fuzzy Set 3: [227.285714, 266.428571]
Fuzzy Set 4: [266.428571, 305.571429]
Fuzzy Set 5: [305.571429, 344.714286]
Fuzzy Set 6: [344.714286, 383.857143]
Fuzzy Set 7: [383.857143, 423.000000]
    
```

Gambar 3. Fuzzy set

Secara keseluruhan, Fuzzy Sets pada Gambar 3 diatas menunjukkan bagaimana rentang nilai dari data historis dikelompokkan dalam metode Fuzzy Time Series. Rentang ini kemudian digunakan untuk menganalisis dan memproses data lebih lanjut dalam proses peramalan.

d. Fuzzifikasi Data

Fuzzifikasi data adalah proses mengasosiasikan setiap nilai data dengan himpunan fuzzy yang relevan. Tabel 4 berikut adalah hasil fuzzifikasi dari data yang diberikan.

Tabel 4. Fuzzifikasi

Penjualan	Jumlah Terjual (Kg)	Fuzziset
1	300	4
2	210	2

3	175	1
4	165	1
5	255	3
6	333	5
7	323	5
8	221	2
9	150	1
10	354	6
....
58	314	5
59	415	7

Hasil fuzzifikasi pada ini mengonversi data penjualan numerik menjadi data fuzzy yang siap untuk digunakan dalam tahap peramalan lebih lanjut menggunakan metode Fuzzy Time Series Cheng di MATLAB.

f. Hubungan Logika Fuzzy Logical Relationships (FLR)

Hubungan logika fuzzy dibentuk dengan mengamati urutan nilai data dalam deret waktu. Setiap nilai data dipetakan ke himpunan fuzzy dan variabel linguistik yang sesuai. Hubungan antara dua nilai data berurutan direpresentasikan sebagai aturan logika fuzzy. Hubungan logika fuzzy Logical Relationships (FLR) merepresentasikan transisi dari satu fuzzy set ke fuzzy set lainnya berdasarkan hasil fuzzifikasi. Misalnya, dari Fuzzy Set 4 ke Fuzzy Set 2, dari Fuzzy Set 2 ke Fuzzy Set 1, dan seterusnya. Gambar 4 berikut adalah hubungan logika fuzzy dari data yang dimiliki.

```

Command Window
Fuzzy Logical Relationships (FLR):
Fuzzy Set 1 transitions to: 1 3 6 1 1 1 1 1 3 5
Fuzzy Set 2 transitions to: 1 1 5 2 1
Fuzzy Set 3 transitions to: 5 5 5 3 7 2 7 5
Fuzzy Set 4 transitions to: 2 2 4 7
Fuzzy Set 5 transitions to: 5 2 5 3 3 3 6 5 3 5 7
Fuzzy Set 6 transitions to: 1 4 6 5 7 6 6 6 6 7
Fuzzy Set 7 transitions to: 6 7 6 7 7 6 4 7 7 3
    
```

Gambar 4. Fuzzy Logical Relationships

g. Matriks Frekuensi Transisi

Matriks frekuensi transisi salah satu representasi penting dari dinamika sistem dalam fuzzy time series. Dengan menganalisis matriks ini, bisa memahami frekuensi dan pola transisi antar keadaan, yang kemudian dapat digunakan untuk membuat prediksi atau model yang lebih akurat. Berdasarkan transisi di atas, kita menghitung frekuensi transisi dari satu fuzzy set ke fuzzy set lainnya. Matriks ini merepresentasikan jumlah transisi dari setiap fuzzy set ke fuzzy set lainnya. Berikut hasil yang telah diperoleh dari matlab ada pada Gambar 5.

```

Command Window
Transition Frequency Matrix:
6 0 2 0 1 1 0
3 1 0 0 1 0 0
0 1 1 0 4 0 2
0 2 0 1 0 0 1
0 1 4 0 4 1 1
1 0 0 1 1 5 2
0 0 1 1 0 3 5
    
```

Gambar 5. Matriks Frekuensi Transisi

Setelah memperoleh matriks frekuensi transisi kemudian dilakukan pencarian nilai matriks probabilitas.

h. Matriks probabilitas transisi

Menormalisasi matriks frekuensi transisi untuk memperoleh matriks probabilitas transisi untuk merepresentasikan kemungkinan transisi dari satu fuzzy set ke fuzzy set lainnya. Misalnya Fuzzyset 1 terhadap Fuzzyset 1 memiliki frekuensi sebanyak 6 dari total 10 hubungan logika fuzzy di Fuzzyset 1. Oleh karena itu akan diperoleh nilai probabilitas Fuzzyset 1 terhadap Fuzzyset 1 adalah 6/10 yang sama dengan 0.6.

Command Window						
Transition Probability Matrix:						
0.6000	0	0.2000	0	0.1000	0.1000	0
0.6000	0.2000	0	0	0.2000	0	0
0	0.1250	0.1250	0	0.5000	0	0.2500
0	0.5000	0	0.2500	0	0	0.2500
0	0.0909	0.3636	0	0.3636	0.0909	0.0909
0.1000	0	0	0.1000	0.1000	0.5000	0.2000
0	0	0.1000	0.1000	0	0.3000	0.5000

Gambar 6. Matriks Probabilitas Transisi

Setelah mengetahui probabilitas yang ditunjukkan pada Gambar 6 dari setiap fuzzzyset terhadap fuzzzyset lainnya, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai fuzzyfikasi dari data terakhir pada dataset. Diketahui data terakhir dari dataset adalah 415, apabila dilakukan fuzzyfikasi terhadap rentang pada tabel 4 maka data tersebut termasuk pada fuzzzyset 7 yang berada di rentang 383.85 hingga 423.

i. Defuzzifikasi

Berdasarkan matriks probabilitas transisi terakhir, dapat dilihat pada tabel 4.7 bahwa fuzzzyset 7 memiliki probabilitas terhadap fuzzzyset 3, fuzzzyset 4, fuzzzyset 6 dan fuzzzyset 7. Dimana nilai dari masing-masing probabilitas adalah sebagai berikut.

Fuzzzyset 7 terhadap Fuzzzyset 3 : 0.1

Fuzzzyset 7 terhadap Fuzzzyset 4 : 0.1

Fuzzzyset 7 terhadap Fuzzzyset 6 : 0.3

Fuzzzyset 7 terhadap Fuzzzyset 7 : 0.5

Dilihat dari probabilitas yang dimiliki, fuzzzyset 7 memiliki nilai probabilitas tertinggi terhadap fuzzzyset 7 juga. Oleh karena itu nilai prediksi untuk data selanjutnya dicari menggunakan persamaan berikut.

$$Prediksi = \frac{383.85 + 423}{2} = \frac{806}{2} = 403.425$$

Pada hasil perhitungan prediksi diperoleh nilai 403.425, dimana jika dibulatkan maka akan menjadi 403. Oleh karena itu prediksi jumlah penjualan cumi pada penjualan selanjutnya dari dataset yang digunakan adalah sebanyak 403 Kg.

Perhitungan nilai error MAPE dilakukan dengan menggunakan software MATLAB. Jika MAPE bernilai < 10% maka dapat dikatakan bahwa kemampuan model dalam melakukan peramalan sangat baik.

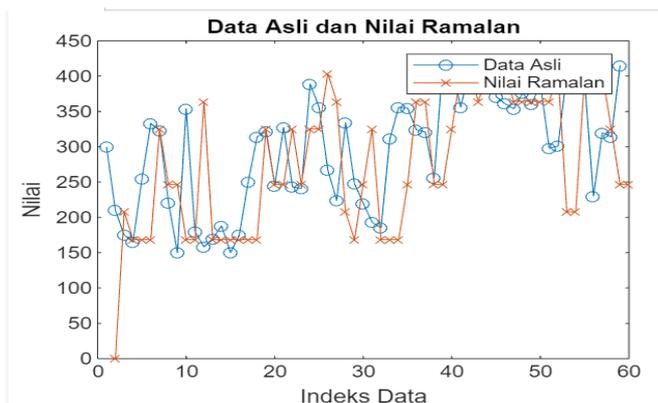
$$MAPE = \frac{\left(\frac{|210 - 207|}{210}\right) + \left(\frac{|175 - 168|}{175}\right) + \dots + \left(\frac{|415 - 403|}{415}\right)}{58} = \frac{1026}{58}$$

$$MAPE = 0.17 * 100\%$$

$$MAPE = 17.7\%$$

Proses prediksi dilakukan terhadap seluruh data dan kemudian hasil dari prediksi dibandingkan dengan keseluruhan data sehingga diketahui nilai error sebesar 17.7%. Maka dapat dikatakan bahwa akurasi dari proses prediksi adalah 82.3%. Ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang baik. Ini berarti bahwa rata-rata kesalahan prediksi relatif terhadap nilai aktual sangat kecil, dan model tersebut sangat akurat dalam memprediksi data yang diberikan. Hasil analisis data memberikan wawasan yang sangat berharga bagi pengambilan keputusan strategis.

Tren dan pola yang diidentifikasi dapat membantu dalam merencanakan strategi pemasaran, mengatur stok, dan merespons perubahan pasar dengan lebih efektif. Rekomendasi strategi berdasarkan hasil peramalan juga dapat membantu pedagang dalam peningkatan penjualan dan efisiensi operasional.



Gambar 7. Grafik Hasil Peramalan

Sebuah grafik yang menampilkan perbandingan antara data asli dan nilai ramalan dalam konteks peramalan deret waktu. Sumbu X merepresentasikan indeks data, yang bisa diartikan sebagai titik waktu atau urutan observasi dalam deret waktu. Setiap titik di sumbu X mewakili satu data observasi dalam urutan waktu. Sumbu Y menunjukkan nilai numerik dari data asli dan nilai ramalan. Ini bisa berupa jumlah penjualan, jumlah produksi, atau nilai lain yang diramalkan oleh model. Garis berwarna biru dengan penanda lingkaran kosong (o) menggambarkan data asli atau nilai aktual dari data historis yang digunakan dalam peramalan. Garis berwarna merah dengan penanda silang (x) menunjukkan nilai ramalan yang dihasilkan oleh model peramalan (dalam hal ini mungkin menggunakan metode Fuzzy Time Series Cheng atau metode lainnya). Grafik ini memperlihatkan bagaimana nilai ramalan dibandingkan dengan data asli. Ketika garis merah (nilai ramalan) mendekati atau berimpit dengan garis biru (data asli), berarti model peramalan memiliki akurasi yang baik. Sebaliknya, jika terdapat banyak deviasi antara keduanya, hal ini menunjukkan adanya kesalahan dalam peramalan. Grafik seperti ini sering digunakan untuk menilai kualitas atau akurasi model peramalan. Dengan mengamati seberapa baik garis ramalan mengikuti pola dari data asli, kita bisa mengukur seberapa efektif model yang digunakan dalam memprediksi nilai-nilai masa depan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Metode Fuzzy *time series* cheng dapat dilakukan untuk peramalan penjualan cumi dengan memanfaatkan data *time series* dari jumlah penjualan cumi - cumi. Penelitian dilakukan dengan *software* MATLAB dan menggunakan bahasa pemrograman R untuk melakukan proses peramalan penjualan. Metode Fuzzy Time Series Cheng memiliki kriteria kebaikan model MAPE dilakukan mengenai peramalan penjualan cumi-cumi menggunakan algoritma Fuzzy Time Series Cheng. Proses peramalan penjualan cumi selanjutnya berdasarkan dataset yang dimiliki adalah sebesar 403 Kg. Dengan menggunakan teknik MAPE, maka proses prediksi dilakukan terhadap seluruh data dan kemudian hasil dari prediksi dibandingkan dengan keseluruhan data sehingga diketahui nilai *error* sebesar 17.7%. Maka dapat dikatakan bahwa akurasi dari proses prediksi adalah 82.3%. Dengan nilai MAPE sebesar 17,7%, peramalan penjualan cumi-cumi dapat dianggap cukup akurat. Nilai MAPE di bawah 20% biasanya dianggap menunjukkan performa yang memadai, sehingga metode ini dapat diandalkan untuk melakukan peramalan penjualan cumi-cumi. Meskipun demikian, masih terdapat ruang untuk perbaikan dalam akurasi model, dan penyesuaian lebih lanjut pada parameter atau pada metode lain mungkin diperlukan untuk mencapai hasil yang lebih presisi. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mempertimbangkan untuk bereksperimen dengan jumlah interval yang berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap akurasi peramalan.

REFERENCES

- [1] R. Mubarak, T. Tursina, and E. E. Pratama, "Prediksi Hasil Tangkapan Ikan Menggunakan Fuzzy Time Series," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 8, no. 3, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i3.39831.
- [2] W. J. Aafini Harahap, Z. Zairion, M. Mukhlis Kamal, L. Adrianto, "Evaluasi Pengelolaan Perikanan Cumi-Cumi Skala Kecil Dengan Pendekatan Ekosistem Di Perairan Medan, Sumatera Utara", *jurnal teknologi dan manajemen perikanan laut*, vol. 14, no. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.v14i1.45714>
- [3] A. Dwi, Y. A. Saputra, F. Pranoto, and W. Santi, "IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES UNTUK PREDIKSI PENJUALAN BOX MOTOR BERBASIS WEB", *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 4 No. 1, 2020, doi : <https://doi.org/10.36040/jati.v4i1.2309>
- [4] I. Gaffar, A. Arisandi, A. Ridwan Makkulawu, "Perbandingan Akurasi Model Fuzzy Time Series dalam Peramalan Harga Cabai Rawit Merah di Kota Makassar", *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Comparison*, vol. 5, no. 2, 2024, doi: 10.33096/busiti.v5i2.2278.
- [5] V. Markus, D. Kusnandar, N. Debatara, "Metode Time Invariant Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Produksi Kelapa Sawit", *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, Vol. 12, No. 2, 2023.
- [6] O. Yusta, J. Gea, K. S. Zai, E. Telaumbanua, J. Berkat, and I. J. Gea, "ANALYSIS OF SALES FORECASTING IN RAW MATERIAL INVENTORY MANAGEMENT AT SUN CAFE", *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, VOL. 11 No. 4, 2023, doi : <https://doi.org/10.35794/emba.v11i4.51418>
- [7] R. Indra Perwira, D. Yudhiantoro, E. Wahyurini, "FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG UNTUK MERAMALKAN VOLUME HASIL PANEN PADA TANAMAN GARUT", *TELEMATIKA*, Vol. 17, No. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.31315/telematika.v17i1.3400>
- [8] G. A. N. Pongdatu, Egi Abinowi, Wahyuddin S, "PERAMALAN TRANSAKSI PENJUALAN SEPEDA MOTOR DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE HOLT-WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING DAN FUZZY TIME SERIES-CHEN BERBASIS RATA-RATA", *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, Vol. 6, No 3, 2021, doi: 10.33197/JITTER.VOL6.ISS3.2020.438
- [9] A. Widarma and Y. Handika Siregar, "Sistem Prediksi Harga Produsen Padi Menggunakan Fuzzy Time Series", *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.30743/infotekjar.v5i1.3135.
- [10] R. Zulfikar Nasution, "Fuzzy Time Series and Data Visualization for Forecasting Sales of Grocery Ingredients", *Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded And Logic*, vol. 11, no. 1, 2023, doi: 10.33558/piksel.
- [11] R. Tri Vulandari, S. Siswanti, D. Tri Laksono, "Penerapan Algoritma Fuzzy Time Series Average-Based untuk Memprediksi Penjualan Kelapa", *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences Education*, Vol. 2 No. 1, 2020, Doi: 10.35719/mass.v1i2.31
- [12] M. R. Ramadhan, T. Tursina, and H. Novriando, "Implementasi Fuzzy Time Series pada Prediksi Jumlah Penjualan Rumah," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 8, no. 4, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i4.40186.

- [13] D. Monica and D. Suhaedi, “Analisis Model Fuzzy Time Series Chen, Cheng dan Singh pada Data Trend A R T I C L E I N F O,” , Jurnal Riset Matematika, Vol. 4, No.1, 2024, doi: 10.29313/jrm.v4i1.3605.
- [14] D. Yanti, “Prediksi Harga Beras Belida Di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng,” Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT), vol. 2, no. 3, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.183>
- [15] A. S. Brata, A. Anhar, W. Lestari, Y. Trisanti, and F. Nisa, “Metode Fuzzy Time Series Logika Ruey Chyn Tsaur untuk Prediksi Pola Data Trend Naik,” Journal of Mathematics Education and Science, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.32665/james.v6i1.887.
- [16] R. Billiyani, M. Ghifari, S. Fitri, A. Ardhyandoko, and M. A. Yaqin, “Analisis dan Perancangan Software Pengukuran Matriks Skala dan Kompleksitas Kode Program”, Journal Automation Computer Information System, Vol.4, No.1, 2024, doi: 10.47134/jacis.v4i1.72
- [17] F. Fauzi et al., “EVALUASI METODE FUZZY TIME SERIES CHENG DAN RUEY CHYN TSAUR (Evaluation Of Cheng and Ruey Chyn Tsaur’s Fuzzy Time Series Method),” , journal of statistics and its applications, Vol. 3, No. 2, 2021, doi: 10.30598/variancevol3iss2page61-72.
- [18] S. Winda Utami et al., “Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Fuzzy Time Series Berbasis Algoritma Novel,” J Statistika, Vol. 15, No. 1, 2022, doi : 10.36456/jstat.vol15.no1.a5423
- [19] D. Arvie and M. A. I. Pakereng, “Peramalan Import Migas Dan Non-Migas Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Cheng” , Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, vol. 9, no. 4, 2022, doi : <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i4.2885>
- [20] E. W. Sari, A. P. Windarto, and R. A. Nasution, “Implementasi Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Dalam Memprediksi Penjualan Roti Kacang,” BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering, vol. 2, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.47065/bees.v2i3.1383.