

Peramalan Harga Tomat Menggunakan Metode High Order Fuzzy Times Series Multifactors

Darmawansyah Darmawansyah

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Gajah Putih

Rayuwati Rayuwati

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Gajah Putih

Husna Gemasih

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Gajah Putih

Abstract: *The daily needs of the people of Central Aceh cannot be separated from agricultural commodities such as tomatoes, shallots, garlic, and others. Some of these agricultural commodities have sharp price fluctuations, such as tomatoes. When the supply of tomatoes in the market is reduced, the price can be much higher than the normal price. Conversely, when the supply of tomatoes is excessive, the price will fall far below the normal price. This is influenced by various factors such as the harvest season, the amount of production, the amount of public consumption and others. Based on these problems, we need a method to be able to estimate the price of tomatoes so that it can be used to support decision making related to price issues. Forecasting is one of the solutions to be able to estimate the movement of tomato commodity prices. The method used for forecasting tomato prices is High Order Fuzzy Times Series Multifactors. In this method, subinterval formation is carried out using Fuzzy C-means. To calculate the error rate of forecasting results in this study using the Mean Square Error (MSE). Based on the results of the tests carried out, the large values of the training and order data used in forecasting do not guarantee a low error rate.*

Keywords: *price of tomatoes, fuzzy C-means, fuzzy times series, forecasting.*

Abstrak: Kebutuhan sehari-hari masyarakat Aceh Tengah tidak lepas dari komoditas pertanian seperti tomat, bawang merah, bawang putih, dan lain-lain. Beberapa komoditas pertanian tersebut di antaranya memiliki fluktuasi harga yang tajam, seperti tomat. Ketika pasokan tomat di pasar berkurang, harganya dapat jauh melambung tinggi dari harga normal. Sebaliknya ketika pasokan tomat berlebihan, harganya akan turun jauh di bawah harga normal. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti musim panen, jumlah produksi, jumlah konsumsi masyarakat dan lain-lain. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan suatu metode untuk dapat memperkirakan harga tomat sehingga dapat digunakan untuk pendukung pembuatan keputusan terkait dengan permasalahan harga. Peramalan merupakan salah satu solusi untuk dapat memperkirakan pergerakan harga komoditas tomat. Metode yang digunakan untuk peramalan harga tomat adalah *High Order Fuzzy Times Series Multifactors*. Pada metode ini pembentukan subinterval dilakukan dengan menggunakan *Fuzzy C-means*. Untuk menghitung tingkat kesalahan hasil peramalan pada penelitian ini menggunakan *Mean Square Error* (MSE). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, besarnya nilai data *training* dan *order* yang digunakan dalam peramalan tidak menjamin menghasilkan tingkat kesalahan yang rendah.

Kata kunci: harga tomat, fuzzy C-means, fuzzy times series, peramalan.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditas pertanian memiliki peranan penting dalam menunjang perekonomian di Indonesia. Hal tersebut disebabkan komoditas pertanian merupakan mata pencaharian dan konsumsi utama masyarakat Indonesia. Kebutuhan sehari-hari masyarakat tidak lepas dari komoditas pertanian seperti Tomat, bawang merah, bawang putih, cabai dan lain-lain. Kebutuhan ini terkait dengan kebutuhan konsumsi seperti digunakan untuk masakan, bumbu

masakan dan lain–lain. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan dari komoditas pertanian tersebut dapat dikatakan sebagai kebutuhan primer bagi masyarakat.

Demikian halnya dalam produksi tomat pada Kabupaten Aceh Tengah. Ketika produksi tomat di pasar kurang, harganya dapat jauh melambung tinggi dari harga normal begitu juga sebaliknya, saat pasokan berlebihan, harganya akan turun jauh di bawah harga normal. Hal ini disebabkan karena para petani menanam pada waktu yang tidak menentu oleh karena itu pada masa panennya tomat dapat meledak di pasaran sehingga kalau pada masa panen melebihi dari permintaan pasar harga bisa jauh lebih rendah dari harga normal. Sehingga para petani banyak merasakan kerugian yang cukup besar.

Peramalan adalah salah satu bidang dalam ilmu pengetahuan yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan (*decision making*). Peramalan digunakan untuk melakukan prediksi suatu peristiwa yang akan terjadi di masa mendatang berdasarkan rekam jejak atau serangkaian peristiwa yang telah terjadi sebelumnya, seperti peramalan suhu, cuaca, saham, gempa bumi, dsb (Chen, et al., 2009). Berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh, kita dapat mencegah terjadinya kerugian atau mendapat keuntungan dari aktivitas peramalan yang telah dilakukan. Faktanya, sebuah peristiwa dalam kehidupan nyata dapat dipengaruhi oleh banyak faktor. Semakin banyak fakta yang dipertimbangkan, maka semakin tinggi tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan (Wang, et al., 2009).

Berdasarkan uraian tersebut dalam tugas akhir penulis akan mengambil judul **“Peramalan Harga Tomat menggunakan Metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors*”**. Penggunaan metode tersebut dalam peramalan diharapkan dapat membantu mengetahui perkiraan harga Tomat dengan lebih akurat.

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang telah ada sebelumnya, peramalan harga komoditas strategis pertanian cabai dilakukan dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*. Dalam penelitian tersebut peramalan harga cabai menggunakan parameter berupa jumlah produksi, jumlah permintaan, luas panen dan harga cabai pada periode sebelumnya. Metode *Backpropagation Network* yang digunakan dalam peramalan tersebut menghasilkan tingkat akurasi yang didapatkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yaitu sebesar 16,193%. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu, metode ini dapat diterapkan untuk peramalan harga komoditas strategis tanaman cabai dengan tingkat kesalahan yang cukup besar yaitu 16,193% (Rofiq, 2017).

Curah hujan di kota Samarinda juga menjadi objek penelitian selanjutnya. Inputan yang digunakan pada penelitian ini berupa data aktual bulanan curah hujan di kota Samarinda. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fuzzy Times Series Chen*. Pada penelitian ini permalan curah hujan terbaik yaitu dengan menggunakan data sebanyak 29 data dengan menghasilkan tingkat nilai kesalahan terkecil yaitu dengan metode *Root Mean of Squared Error* (RMSE) sebesar 73,68 dan metode *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 53,9. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa data sebanyak 29 data memiliki tingkat kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan data dengan jumlah sampel yang lebih banyak (Fauziah, et al., 2016).

Pada penelitian selanjutnya objek penelitian yang diramalkan adalah harga emas harian. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *High Order Fuzzy Times Series Model*. Hasil pada penelitian ini, berdasarkan penggunaan metode evaluasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dapat diperoleh nilai *error* terkecil sebesar 0,443%. Nilai *error* yang lebih kecil dari 10% ini menunjukkan bahwa metode ini sangat baik digunakan untuk peramalan harga emas dengan mempertimbangkan banyak faktor yang memengaruhinya (Wardhani, 2015).

Penelitian selanjutnya menggunakan objek berupa daging sapi. Dalam melakukan peramalan metode yang digunakan yaitu *Multifactors High Order Fuzzy Times Series Model*. Dalam penelitian ini diperoleh nilai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) sebesar 6,648% yang menunjukkan bahwa nilai *error* yang semakin kecil berarti tingkat akurasi semakin baik (Nugraha, 2017).

Dengan menggunakan metode *Fuzzy Times Series*, peramalan juga dilakukan untuk melakukan prediksi curah hujan (Irsyad, et al., 2013). Metode yang digunakan penelitian ini adalah *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Times Series*. Pada penelitian ini metode *Automatic Clustering* digunakan untuk membangun interval dan *High Order Fuzzy Times Series* untuk melakukan peramalan curah hujan. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu, metode ini dapat diterapkan untuk peramalan curah hujan dan hasil evaluasi menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari beberapa percobaan dapat diperoleh nilai kesalahan sebesar 4,37 % (Irsyad, et al., 2013).

Beberapa penelitian yang terkait ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

No	Judul	Objek	Metode	Perbedaan Skripsi Peneliti
1	Peramalan Komoditas Strategis Pertanian Cabai Menggunakan Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> (Rofiq, 2017)	Peramalan Strategis Pertanian Cabai	<i>Backpropagation Neural Network</i>	Objek yang diteliti adalah peramalan harga tomat, metode yang digunakan adalah <i>High Order Fuzzy Times Series Multifactors</i>
2	Peramalan Menggunakan <i>Fuzzy Time Series Chen</i> (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda) (Fauziah, et al., 2016)	Curah Hujan Kota Samarinda	<i>Fuzzy Times Series Chen</i>	Objek yang diteliti adalah peramalan harga tomat, metode yang digunakan adalah <i>High Order Fuzzy Times Series Multifactors</i>
3	Implementasi Metode <i>Multi-factors High order Fuzzy Time Series Model</i> untuk Prediksi Harga Saham (Wardhani, 2015)	Prediksi Harga Emas	<i>Multi-factors High order Fuzzy Times Series Model</i>	Objek yang diteliti adalah peramalan harga tomat, metode yang digunakan adalah <i>High Order Fuzzy Times Series Multifactors</i>
4	Peramalan Permintaan Daging Sapi Nasional Menggunakan Metode <i>Multifactors High Order Fuzzy Time Series Model</i> (Nugraha, 2017)	Peramalan Permintaan Daging Sapi Nasional	<i>Multifactors High Order Fuzzy Times Series Model</i>	Objek yang diteliti adalah peramalan harga tomat, metode yang digunakan adalah <i>High Order Fuzzy Times Series Multifactors</i>
5	Penerapan Metode <i>Automatic Clustering dan High Order Fuzzy Time Series</i> Pada Peramalan Curah Hujan (Irsvad, et al., 2013)	Peramalan Curah Hujan	<i>High Order Fuzzy Times Series dan Automatic Clustering.</i>	Objek yang diteliti adalah peramalan harga tomat, metode yang digunakan adalah <i>High Order Fuzzy Times Series Multifactors</i>

2.2 Data Mining

Data mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan penemuan pengetahuan di dalam *database*. *Data mining* adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai *database* besar. (Turban, dkk. 2005).

2.3 Peramalan

Terdapat beberapa definisi tentang peramalan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu:

- Peramalan merupakan prediksi, rencana atau estimasi kejadian masa depan yang tidak pasti (KBBI).
- Peramalan adalah sebagai penggunaan teknik–teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka–angka yang terjadi pada masa lalu (Buffa, et al., 1996).
- Peramalan adalah bagian internal dari pengambilan keputusan manajemen (Makridakis, et al., 1999).

2.4 Deret Waktu (*Time Series*)

Dalam ilmu statistik, deret waktu (*time series*) adalah rangkaian data dari nilai pengamatan yang direkam dalam kurun waktu tertentu. Analisis deret waktu merupakan metode yang mempelajari deret waktu dari segi teori maupun diterapkan untuk membuat prediksi atau peramalan. Prediksi atau peramalan deret waktu adalah penggunaan model untuk

memprediksi nilai di waktu mendatang berdasarkan rangkauan data historis (Siagian, et al., 2002).

2.5 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing* yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 dengan didasari teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, derajat keanggotaan berperan sangat penting sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan, derajat keanggotaan atau *membership function* tersebutlah yang menjadi ciri utama dari penalaran menggunakan logika *fuzzy* (Kusumadewi, et al., 2013).

2.5.1 Himpunan Fuzzy

Pada teori himpunan klasik, nilai keanggotaan suatu entitas dalam suatu himpunan berdasarkan pada konsep fundamental dari sebuah himpunan yang mana sebuah individu merupakan anggota atau bukan anggota. Sebuah perbedaan yang jelas, tegas dan tidak ambigu terdapat pada anggota maupun bukan anggota dari sebuah himpunan yang didefinisikan dengan baik dalam teori ini, dan juga terdapat batasan yang sangat tepat dan jelas untuk menunjukkan bahwa suatu entitas terdapat pada suatu himpunan (Chen, et al., 2009).

2.6 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-means (FCM) pertama kali diperkenalkan oleh Dunn dan dikembangkan oleh Bezdek yang banyak digunakan dalam pengenalan pola. Metode ini merupakan pengembangan dari metode non-hierarkhi *K-Means Cluster*, selanjutnya dilakukan iterasi sampai mendapatkan keanggotaan kelompok tersebut.

FCM merupakan salah satu algoritma *fuzzy clustering* dan juga teknik klasterisasi dimana tiap data ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Tujuan penggunaan algoritma FCM yaitu untuk menemukan pusat *cluster* atau *centroid* dengan meminimumkan fungsi objektif. Ouput dari FCM bukan merupakan *fuzzy inference system*, melainkan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk setiap titik data. Hasil *output* ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system*. Berikut adalah langkah-langkah dari FCM (Kusumadewi, et al., 2013).

1. Langkah pertama, menentukan jumlah *cluster* ($c \geq 2$), pembobot ($\infty > w > 1$), maksimum iterasi (*maxIter*), *error* minimum yang diharapkan yaitu nilai positif yang sangat kecil (ξ), fungsi objektif awal ($P_0 = 0$), iterasi awal dideklarasikan 1.
2. Langkah kedua, memasukkan data X yang akan diklasterisasi berupa matriks berukuran $m \times n$ (m = jumlah sampel data, n = attribut setiap data). Contoh: X_{ij} = data sampel ke- i ($i = 1,2,3,4,\dots,m$), attribut ke- j ($j = 1,2,3,4,\dots,n$).

3. Langkah ketiga, yaitu dengan membuat bilangan random μ_{ik} ; $i = 1,2,3,4,\dots,n$ dan $k = 1,2,3,\dots,c$ ($n =$ jumlah sampel pada data, $c =$ jumlah *cluster* yang akan dibentuk) sebagai elemen-elemen matriks partisi awal. Untuk bilangan penyusun matriks partisi awal dihitung jumlahny setiap kolom yang ditunjukkan pada pada Persamaan 2.1.

$$Q_k = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$Q_k =$ jumlah bilangan pada kolom k ,

$\mu_{ik} =$ bilangan random pada baris i , kolom k ,

$c =$ jumlah kolom.

Selanjutnya untuk menghitung derajat keanggotaan awal dengan melakukan normalisasi pada matiks partisi, pada normalisasi dilakukan menggunakan Persamaan 2.2.

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_k} \quad (2.2)$$

4. Langkah keempat, melakukan perhitungan *cluster* ke- k : V_{kj} , dengan $k = 1,2,3,4,\dots,c$ dan $j = 1,2,3,4,\dots,m$. Perhitungan pusat *cluster* ditunjukkan pada Persamaan 2.3.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((u_{ik})^w \times X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (u_{ik})^w} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$V_{kj} =$ pusat *cluster* pada *cluster* ke- k dan atribut ke- j ,

$\mu_{ik} =$ derajat keanggotaan pada data ke- i , *cluster* ke- k ,

$X_{ij} =$ data sampel pada data ke- i , atribut ke- j ,

$w =$ pembobot.

5. Langkah kelima, melakukan perhitungan fungsi objektif pada iterasi ke- t : P_t . Perhitungan fungsi objektif ditunjukkan pada Persamaan 2.4.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \quad (2.4)$$

Keterangan:

$P_t =$ fungsi objektif,

$X_{ij} =$ data sampel ke- i , atribut ke- j ,

$V_{kj} =$ pusat *cluster* pada *cluster* ke- k dan atribut ke- j .

6. Langkah keenam, melakukan perhitungan normalisasi matriks partisi yang telah ditunjukkan Persamaan 2.5.

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

X_{ij} = data sampel ke-i, atribut ke-j,

V_{kj} = pusat *cluster* pada *cluster* ke-k dan atribut ke-j,

W = pembobot.

7. Langkah ketujuh, yaitu melakukan pemeriksaan kondisi berhenti dengan kondisi sebagai berikut:

- a. Jika $(|Pt - Pt-1| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti,
- b. Jika tidak memenuhi: $t = t + 1$, ulangi mulai dari langkah ke-4.

2.7 Fuzzy Times Series

Konsep *fuzzy times series* dikenalkan oleh Song dan Chissom pertama kali pada tahun 1993, yang mana nilai-nilainya direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* (Wang, et al., 2009). Sebuah himpunan *fuzzy* A dari semesta pembicaraan (*universe of discourse*) U , dalam hal ini $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, didefinisikan pada Persamaan 2.6.

$$A = \frac{f_A(u_1)}{u_1} + \frac{f_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_n} \quad (2.6)$$

dimana f_A merupakan fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A pada Persamaan 2.7,

$$f_A: U \rightarrow [0,1] \quad (2.7)$$

menunjukkan derajat keanggotaan dari u_i dalam himpunan *fuzzy*, dan $1 \leq i \leq n$.

Jika $Y(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$ dianggap menjadi semesta pembicaraan yang mana himpunan *fuzzy* pada Persamaan 2.6 didefinisikan, lalu $F(t)$ merupakan kumpulan dari $f_i(t) (i = 1, 2, \dots)$, maka $F(t)$ disebut sebagai *fuzzy times series* pada Persamaan 2.8.

$$(t) (i = 1, 2, \dots) \quad (2.8)$$

$$(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots) \quad (2.9)$$

Jika terdapat relasi *fuzzy* $(t, t-1)$ di antara $(t-1)$ dan (t) , sebagaimana Persamaan 2.10.

$$(t) = (t-1) \circ R(t, t-1), \quad (2.10)$$

Yang mana “ \circ ” adalah operator komposisi Max–Min, maka (t) dianggap disebabkan oleh $(t-1)$, dimana (t) dan $(t-1)$ merupakan himpunan *fuzzy*.

Jika (t) dianggap sebagai sebuah *fuzzy times series*, lalu (t) digambarkan pada Persamaan 2.11.

$$(t-1), (t-2), \dots, F(t-n), \quad (2.11)$$

Sehingga *Fuzzy Logical Relationship* dapat direpresentasikan dengan sebuah *High- Order Fuzzy Logical Relationship* yang dinotasikan pada Persamaan 2.12.

$$(t-n), \dots, F(t-1) \rightarrow F(t), \tag{2.12}$$

$$(t-n), \dots, F(t-2), F(t-1), F(t) \tag{2.13}$$

Persamaan 2.13 merupakan himpunan *fuzzy*, dan disebut sebagai *model th-order fuzzy times series*. Jika $F1(t)$ dan $F2(t)$ dianggap sebagai dua buah *fuzzy times series*, lalu Persamaan 2.14 disebabkan oleh Persamaan 2.15.

$$(F1(t), F2(t)) \tag{2.14}$$

$$(F1(t-1), F2(t-1)), (F1(t-2), F2(t-2)), \dots, (F1(t-n), F2(t-n)) \tag{2.15}$$

maka *fuzzy logical relationship* dapat direpresentasikan dengan Persamaan 2.16.

$$(F1(t-n), F2(t-n)), \dots, (F1(t-1), F2(t-1)) \rightarrow (F1(t), F2(t)) \tag{2.16}$$

dan disebut sebagai model *two-factor th-order fuzzy times series*, dimana $F1(t)$ dan $F2(t)$ disebut sebagai *fuzzy times series “main factor”* dan *“second factor”*, masing-masing ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$) (Wang & Chen, 2009).

2.8 Peramalan dengan High Order Fuzzy Times Series Multifactors

Metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* adalah metode *fuzzy times series* yang melibatkan beberapa faktor yang memengaruhi peramalan dengan berdasarkan beberapa periode waktu sebelum periode yang akan diramalkan dalam proses pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). Hasil peramalan dengan banyak faktor yang memengaruhi dinilai lebih baik daripada dengan hanya satu faktor yang memengaruhi (Lin, et al., 2009). Pada metode ini pembentukan subinterval yang berfungsi dalam pendefinisian *fuzzy set* dilakukan dengan menggunakan teknik *Fuzzy C-means*. Berikut adalah langkah-langkah Metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* (Lin, et al., 2009).

Langkah 1: Menentukan semesta pembicaraan (*Universe of discourse*).

Sebelum menghitung nilai U, terlebih dulu menghitung nilai *mean* (rata-rata) sampel kemudian menghitung nilai simpangan baku (σ). *Mean* merupakan perhitungan jumlah dari semua nilai dalam kumpulan data kemudian dibagi dengan jumlah total data. Untuk menghitung nilai mean ditunjukkan pada Persamaan 2.17. Sedangkan simpangan baku merupakan akar kuadrat dari *varians*, dan juga merupakan ukuran keragaman data statistik untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel. Untuk menghitung nilai simpangan baku (σ) ditunjukkan pada Persamaan 2.18. Perhitungan U ditunjukkan pada Persamaan 2.19.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{2.17}$$

Keterangan:

\bar{x} = *mean* (rata-rata),

x_i = nilai data ke- i ,

N = banyak data.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.18)$$

Keterangan:

σ = Simpangan baku data.

$$U = [D_{min} - \sigma, D_{max} + \sigma] \quad (2.19)$$

Keterangan:

U = *Universe Of Discourse*,

D_{min} = nilai minimum dari data sampel,

D_{max} = nilai maksimum dari data sampel.

Langkah 2: Menentukan jumlah *cluster* data.

Proses klusterisasi bertujuan untuk membagi U ke dalam beberapa subinterval. Hasil perhitungan banyaknya *cluster* apabila bernilai pecahan maka harus dibulatkan menjadi bilangan bulat. Perhitungan banyaknya *cluster* ditunjukkan pada Persamaan 2.20.

$$k = \left\lceil |D_{min} - D_{max}| / \frac{\sum_{t=1}^n |X(t) - X(t-1)|}{n-1} \right\rceil \quad (2.20)$$

Keterangan:

k = banyaknya / jumlah *cluster*,

D_{min} = nilai minimum dari data sampel,

D_{max} = nilai maksimum dari data sampel,

N = banyaknya data sampel,

(t) = data pada waktu ke- t .

Langkah 3: Melakukan pembentukan pusat *cluster*.

Pada metode ini proses klusterisasi ditentukan untuk mendapatkan pusat *cluster* sebanyak k . Tahapannya, U dibagi kedalam k subinterval (D_{min}, d_1) , (d_1, d_2) , (d_2, d_3) , ..., (d_{k-1}, D_{max}) , yang mana di $(i = 1, 2, 3, \dots, k-1)$ merupakan titik tengah antara dua pusat *cluster*. k subinterval didefinisikan sebagai $u_1, u_2, u_3, \dots, u_k$. Sehingga dalam hal ini subinterval dengan panjang berbeda dapat menggambarkan struktur data kompleks dengan baik dan dapat meningkatkan peramalan dibandingkan menggunakan subinterval dengan panjang yang sama.

Langkah 4: Melakukan pembentukan himpunan *fuzzy* atau *fuzzy set*.

Pada langkah ini *fuzzy set* direpresentasikan dengan kurva bahu. Pembentukan *fuzzy set* ditunjukkan pada Persamaan 2.21.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{f_{11}}{u_1} + \frac{f_{12}}{u_2} + \frac{f_{13}}{u_3} + \dots + \frac{f_{1k}}{u_k} \\
 \dots &= \dots + \dots + \dots + \dots + \dots \\
 A_k &= \frac{f_{k1}}{u_1} + \frac{f_{k2}}{u_2} + \frac{f_{k3}}{u_3} + \dots + \frac{f_{kk}}{u_k}
 \end{aligned}
 \tag{2.21}$$

Langkah 5: proses fuzzifikasi.

Proses fuzzifikasi bertujuan untuk mengubah data sampel yang masih berupa bilangan crisp sehingga menjadi bilangan *fuzzy*. Masing–masing data dihitung derajat keanggotaannya terhadap *fuzzy set* yang sudah terbentuk, selanjutnya derajat keanggotaan dihitung berdasarkan kurva bahu dan derajat keanggotaan tertinggi menunjukkan hasil fuzzifikasi data tersebut. Contohnya $\{A(t)\}$, $\{B(t)\}$, $\{C(t)\}$, dan $\{D(t)\}$ dimana $t = 1,2,3,\dots,n$ merupakan *time series* dari faktor yang memengaruhi serta n merupakan banyaknya data. Berdasarkan pembagian subinterval masing–masing, *time series* ini difuzzifikasikan. Misalkan hasil dari Persamaan 2.22 yaitu menghitung banyak *cluster* dari k_1, k_2, k_3, k_4 . Jadi *time series* difuzzifikasikan menjadi empat *fuzzy times series* yaitu:

$$\begin{aligned}
 \{A(t,i)\}, & \text{ dimana } i = 1,2,3,4,\dots,k_1, \\
 \{B(t,j)\}, & \text{ dimana } j = 1,2,3,4,\dots,k_2, \\
 \{C(t,p)\}, & \text{ dimana } p = 1,2,3,4,\dots,k_3, \\
 \{D(t,q)\}, & \text{ dimana } q = 1,2,3,4,\dots,k_4, t = 1,2,3,\dots,n.
 \end{aligned}
 \tag{2.22}$$

Langkah 6: Melakukan pembentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*.

Data sampel sebanyak n periode dipilih sebagai data *training* untuk membentuk *fuzzy times series* model. Misalkan t merupakan periode waktu yang akan diramal dengan menggunakan *order*–3, maka tiga periode sebelum periode t adalah $t-3, t-2$, dan $t-1$ dimana $t = 4,5,6,\dots,n$. Maka FLR yang dihasilkan ditunjukkan pada Persamaan 2.23 dan berdasarkan persamaan tersebut maka akan membentuk sebuah kumpulan FLR dari data *training*.

$$\begin{aligned}
 &((t-3,3), B(t-3,j_3), C(t-3,p_3), D(t-3,q_3)), \\
 &((t-2,2), B(t-2,j_2), C(t-2,p_2), D(t-2,q_2)), \\
 &((t-1,1), B(t-1,j_1), C(t-1,p_1), D(t-1,q_1)) \rightarrow (t,4)
 \end{aligned}
 \tag{2.23}$$

Langkah 7: Proses Defuzzifikasi.

Berdasarkan langkah sebelumnya maka dapat diambil hasil *fuzzy* ke- H yaitu yang digunakan sebagai data *testing* atau data uji seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.24.

$$((H-3,3), B(H-3,j_3), C(H-3,p_3), D(H-3,q_3)),$$

$$\begin{aligned} &((H-2,2), B(H-2,j2), C(H-2,p2), D(H-2,q2)), \\ &((H-1,1), B(H-1,j1), C(H-1,p1), D(H-1,q1)) \rightarrow (H,4) \end{aligned} \quad (2.24)$$

2.9 Akurasi

Dalam melakukan perencanaan kegiatan peramalan tentu menginginkan hasil ramalan yang tepat atau paling tidak hampir mendekati nilai aktualnya. Sehingga rencana yang dibuat menjadi rencana yang realistis. Keakuratan atau ketepatan merupakan yang menjadi kriteria *performance* suatu metode peramalan.

Mean Square Error (MSE) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung nilai akurasi atau keakuratan dari metode yang digunakan sebagai peramalan atau prediksi. MSE merupakan perhitungan pangkat dua dari selisih antara nilai data hasil peramalan dengan nilai data aktual dan kemudian dibagi dengan banyaknya data yang telah diramalkan. Pada penentuan nilai evaluasi memilih menggunakan metode MSE karena metode ini dapat menunjukkan hasil skala kemiripan antara hasil data peramalan dengan data aktual. Berikut merupakan metode *Mean Square Error* (MSE) yang ditunjukkan pada Persamaan 2.26. (Wang, et al., 2009).

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (F_t - A_t)^2}{n} \quad (2.25)$$

Keterangan:

MSE = nilai *Mean Square Error Rate*,

A_t = nilai aktual pada data ke-t,

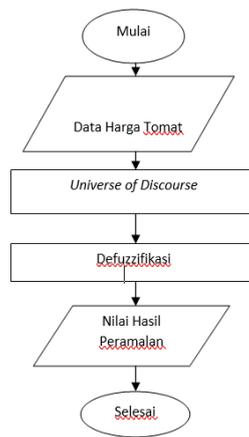
F_t = nilai hasil peramalan untuk data ke-t,

n = banyaknya data.

ANALISA MASALAH DAN RANCANGAN PROGRAM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem merupakan gambaran sistem secara keseluruhan dalam penelitian peramalan harga tomat menggunakan metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors*. Gambaran umum sistem peramalan harga tomat menggunakan metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* ditunjukkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir metode *high order fuzzy times series multifactors*

3.2 Pengumpulan Data

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data sebagai bahan utama penulisan laporan. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu studi dokumentasi. Studi dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang tidak langsung ditujukan kepada subjek penelitian, melainkan kepada dokumen-dokumen tertentu. Terdapat dua macam sumber data yang digunakan dalam teknik studi dokumentasi.

Data yang akan digunakan oleh penulis dalam penelitian ini berupa data sekunder. Sumber data sekunder ini terkait dengan harga dan faktor-faktor yang memengaruhi harga komoditas tomat. Data yang digunakan merupakan data pada tahun 2018. Data-data yang dikumpulkan adalah data berikut:

- a. Harga konsumen tingkat eceran tomat

Berupa data harga tomat konsumen di Kabupaten Aceh Tengah pada tingkat eceran selama tahun 2018 dengan satuan rupiah.

3.3 Peralatan Pendukung

Untuk menunjang penelitian peramalan harga tomat menggunakan metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* Peralatan pendukung dalam penelitian diperlukan beberapa komponen perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat yang digunakan dalam pembuatan dan penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Perangkat Keras

Perangkat keras minimum yang digunakan dalam mengembangkan sistem ini antara lain:

- a. Notebook dengan spesifikasi Core Duo
- b. GPU AMD Radeon™ / Intel Inside
- c. RAM DDR3 2 GB
- d. Harddisk 250 GB.

3.3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak minimum yang digunakan dalam mengembangkan sistem ini antara lain:

- Sistem Operasi Windows 7 X86, 64-bit,
- Netbeans IDE 8.0 sebagai editor bahasa pemrograman Java,
- Mozilla Firefox versi 59.0.1 sebagai website browser,
- Microsoft Word 2007 sebagai editor untuk menyusun dokumen penelitian

3.4 Jadwal Penelitian

Dalam pengerjaan penelitian penulis membutuhkan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mendukung kegiatan penelitian. Serangkaian kegiatan yang dilakukan tersebut digambarkan dalam bentuk rencana jadwal penelitian. Adapun rencana jadwal penelitian dijelaskan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Waktu penelitian

No	Kegiatan	Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember		
1	Pembuatan proposal	■	■	■															
2	Pembuatan Data dan Studi Pustaka				■	■	■												
3	Seminar Proposal							■											
4	Analisa Data							■	■	■									
5	Desain Sistem									■	■								
6	Pembuatan Program											■	■	■					
7	Testing Program													■	■				
8	Implementasi Program																■	■	
9	Sidang Skripsi																		■

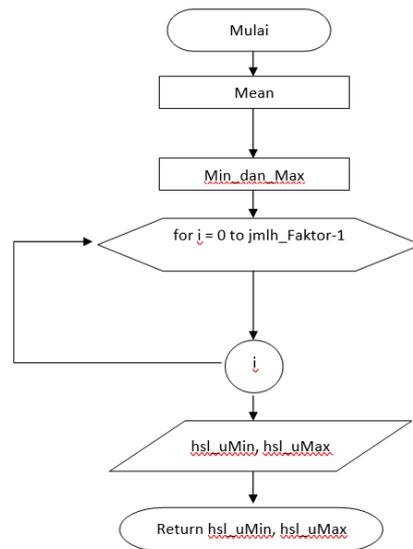
3.5 Perancangan Proses

Pada perancangan proses berisi tahapan–tahapan dari metode yang digunakan pada penelitian ini, yaitu metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors*. Penelitian ini melibatkan faktor–faktor yang memengaruhi harga tomat, yaitu harga pada periode sebelumnya, jumlah produksi, dan jumlah konsumsi. Data time series dari harga tomat merupakan faktor utama dalam proses peramalan pada penelitian ini. *Order* yang digunakan pada metode ini lebih dari satu atau disebut dengan *High Order*. *Order* yaitu urutan jumlah dari data time series pada periode waktu yang memengaruhi nilai data.

3.5.1 Proses Perhitungan *Universe of Discourse*

Proses perhitungan *Universe of Discourse* digunakan ketika sudah dilakukan inputan data untuk memulai tahapan perhitungan.

Berikut merupakan diagram alir dari proses perhitungan *Universe of Discourse* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2

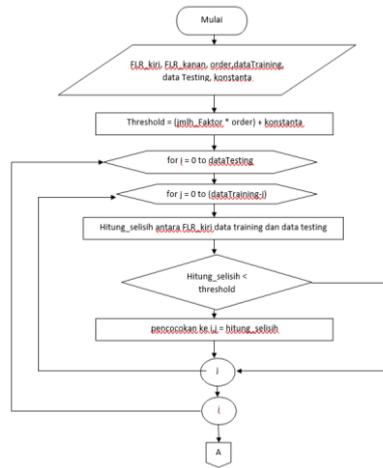


Gambar 3.2 Diagram alir proses perhitungan *universe of discourse*

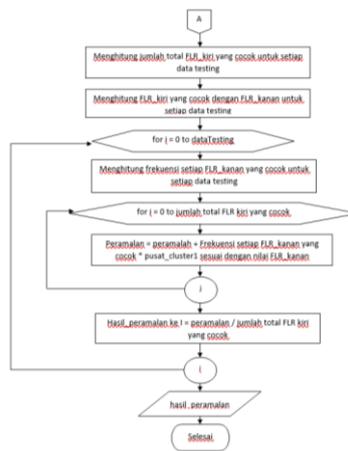
3.5.2 Proses Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan tahap akhir dimana *output* dari proses ini merupakan nilai hasil peramalan. Data yang diperlukan pada proses defuzzifikasi adalah hasil dari proses pembentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*, nilai *threshold* yang harus dideklarasikan sebelumnya, jumlah data *training*, dan jumlah data *testing*. Dalam proses ini dilakukan perhitungan selisih pada FLR antara data *testing* dan data *training*. FLR yang dihitung nilai selisihnya adalah FLR pangkat bawah yang terdapat pada ruas kiri. Setelah dilakukan perhitungan selisih dan total jumlah selisih lebih kecil dari nilai *threshold*, maka pada setiap FLR yang sesuai dengan kondisi tersebut dapat dikatakan cocok atau dapat dilakukan ke tahap perhitungan selanjutnya.

Setelah mendapatkan FLR yang cocok maka dilakukan pengelompokkan berdasarkan FLR ruas kanan. Pengelompokkan ini dihitung jumlah frekuensi yang sama sesuai dengan *fuzzy set* di ruas kanan. Langkah-langkah proses defuzzifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Diagram alir proses defuzzifikasi (bagian 1)



Gambar 3.4 Diagram alir proses defuzzifikasi (bagian 2)

3.6 Perhitungan Manual

Dalam perhitungan manual ini data sampel yang digunakan merupakan data *time series* harga tomat pada Kabupaten Aceh Tengah periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2018. Adapun data sampel ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data sampel perhitungan manual

No	Periode	Harga (A)
1	Januari 2018	6000,00
2	February 2018	5000,00
3	Maret 2018	4600,00
4	April 2018	4500,00
5	Mei 2018	5000,00
6	Juni 2018	4000,00
7	Juli 2018	6000,00
8	Agustus 2018	10000,00
9	September 2018	11000,00
10	Oktober 2018	6000,00
11	November 2018	7000,00
12	Desember 2018	8000,00

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2018)

3.6.1 Perhitungan *Universe of Discourse*

Untuk melakukan perhitungan *Universe of Discourse*, harus dicari terlebih dahulu nilai D_{min} , D_{max} , dan simpangan baku. D_{min} adalah nilai minimum atau nilai terkecil dari sampel data yang ada, sedangkan D_{max} adalah nilai maksimum atau nilai paling besar dari sampel data yang ada. Untuk mencari nilai simpangan baku harus menghitung nilai *mean* (rata-rata) terlebih dahulu sesuai dengan Persamaan 2.17. *Mean* dari data harga tomat (A) dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= (\text{data ke-1} + \text{data ke-2} + \text{data ke-3} + \dots + \text{data ke-10}) / 10 \\ &= (6000,00 + 5000,00 + 4600,00 + 4500,00 + 5000,00 + \\ &= 4000,00 + 6000,00 + 10000,00 + 11000,00 + 6000,00 + 7000,00 + 8000,00) / 12 \\ &= 77100,00 / 12 \\ &= 6425,00 \end{aligned}$$

3.6.2 Defuzzifikasi

Pada tahap ini, misalkan jumlah data yang digunakan untuk data uji atau data *testing* adalah dua yaitu, yang pertama data periode ke-11 dan yang kedua data periode ke-12. Sehingga yang digunakan data latih atau data *training* adalah data pada periode ke-1 sampai data periode ke-10. Pada data *testing* yang pertama melibatkan FLR ke-1 sampai FLR ke-5 untuk disesuaikan dengan FLR ke-6 Pada data *testing* yang kedua melibatkan FLR ke-1 sampai FLR ke-6 untuk disesuaikan dengan FLR ke-7.

Selanjutnya setiap ruas kiri FLR data *testing* dibandingkan dengan FLR data *training* yaitu, pada bilangan pangkat bawah *fuzzy set* dibandingkan sesuai dengan posisinya dan dihitung selisihnya. Hasil dari perhitungan selisih tersebut dijumlahkan, dan apabila jumlah selisihnya kurang dari *threshold* maka FLR tersebut dikatakan cocok. *Threshold* merupakan dari hasil mengalikan jumlah *order* dengan jumlah faktor kemudian dijumlahkan dengan dengan sebuah konstanta. Contoh perhitungan selisih nilai ruas kiri FLR pada data *testing* pertama adalah sebagai berikut.

Data *testing* =

$$(A(1,2)), (A(2,2)), (A(3,2)) \rightarrow A1$$

Data *training* =

1. $(A(1,2)), (A(2,1)), (A(3,1)) \rightarrow A1$
2. $(A(1,1)), (A(2,1)), (A(3,1)) \rightarrow A1$
3. $(A(1,1)), (A(2,1)), (A(3,1)) \rightarrow A2$
4. $(A(1,1)), (A(2,1)), (A(3,2)) \rightarrow A2$
5. $(A(1,1)), (A(2,2)), (A(3,2)) \rightarrow A2$

- a. Selisih data ke-1 = $|2-2|+|2-1|+|3-1|+|1-1|+|2-1|+|2-1|+|3-2|+|2-1|+|2-1|+|2-1|+|3-2|+|2-1| = 11$
- b. Selisih data ke-2 = $|2-1|+|2-1|+|3-2|+|1-1|+|2-1|+|2-1|+|3-2|+|2-1|+|2-1|+|2-1|+|3-3|+|2-1| = 10$
- c. Selisih data ke-3 = $|2-1|+|2-1|+|3-2|+|1-1|+|2-1|+|2-1|+|3-3|+|2-1|+|2-2|+|2-2|+|3-3|+|2-1| = 4$
- d. Selisih data ke-4 = $|2-1|+|2-1|+|3-3|+|1-1|+|2-1|+|2-1|+|3-3|+|2-1|+|2-2|+|2-2|+|3-3|+|2-1| = 6$
- e. Selisih data ke-5 = $|2-1|+|2-1|+|3-3|+|1-1|+|2-2|+|2-2|+|3-3|+|2-1|+|2-2|+|2-2|+|3-3|+|2-2| = 3$

Pada perhitungan selisih nilai ruas kiri FLR pada data *testing* juga dilakukan pada semua data *testing* yang sudah dideklarasikan sebelumnya. Dalam hal ini, agar dapat menemukan FLR yang cocok dengan data *testing*. Tahap selanjutnya adalah proses defuzzifikasi menggunakan *threshold* yang dimisalkan 18, sehingga FLR yang memiliki kecocokan dengan data *testing* pertama adalah semua FLR dari ke-1 sampai ke-5 karena memiliki hasil selisih kurang dari 18. Semua FLR yang cocok ditampung, dikelompokkan berdasarkan FLR pada ruas kanan yang sama kemudian dihitung frekuensinya. Berikut adalah frekuensi dan pusat *cluster* dari ruas kanan FLR yang cocok dengan data *testing* pertama dan kedua . dapat Diperoleh hasil peramalan harga tomat pada periode Bulan Desember 2018 adalah 8000,41. Perbandingan data aktual harga tomat dan hasil peramalan dengan metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan

No	Data Aktual	Hasil Peramalan
1	7000,00	6700,78
2	8000,00	8000,41

3.7 Perancangan Antar Muka

Perancangan antarmuka merupakan perancangan dari tampilan antarmuka atau *interface* yang nantinya akan diterapkan pada tahapan implementasi, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Perancangan Antar Muka

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Implementasi merupakan kegiatan akhir dari proses penerapan system baru yang telah dibuat atau dikembangkan sebelumnya. Dimana tahapan ini merupakan tahapan peletakkan system yang dibangun agar siap untuk dioperasikan. Dengan implementasi ini diharapkan system yang telah di buat dapat berjalan sesuai dengan harapan guna untuk mengatasi permasalahan yang sekarang.

4.1.1 Uji Coba Sistem dan Program

Uji coba ialah untuk mengetahui kesalahan dan kekurangan dari aplikasi yang di buat. Sedangkan uji coba system ialah untuk memeriksa apakah komponen-komponen pendukung aplikasi dan setiap form apakah berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan dan fungsi dari aplikasi yang di buat. Ada dua cara mengecek system berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan yaitu sebagai berikut:

1. Black Box Testing

Black box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari system aplikasi. Seperti pada *interface* program. Meskipun di design untuk menemukan kesalahan. Uji coba black box digunakan untuk mendemonstrasikan fungsi program yang dioperasikan. Apakah program sudah menerima inputan dengan benar dan output yang dihasilkan juga benar. Dan dari segi keamanan juga dapat dijaga seperti penggunaan form login. Pada hasil uji coba, semua interface dapat menerima inputan dengan benar dan menghasilkan output dengan benar.

2. White Box Testing

White box testing adalah pengujian yang didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan. Menggunakan struktur control desain program secara procedural untuk

membagi pengujian kedalam beberapa kasus pengujian. Pengujian whitebox testing dilakukan dengan melihat kedalam program. Seperti fungsi setiap file dari setiap program. Apabila belum lengkap dan harus ada yang ditambahkan. Maka program akan diperbaiki.

Pengujian ini dimulai dari memeriksa setiap fungsi dan kode program. Memperbaiki kesalahan – kesalahan dan kekurangan di perbaiki sehingga kinerja system akan menjadi lebih baik.

4.1.2 Manual Program

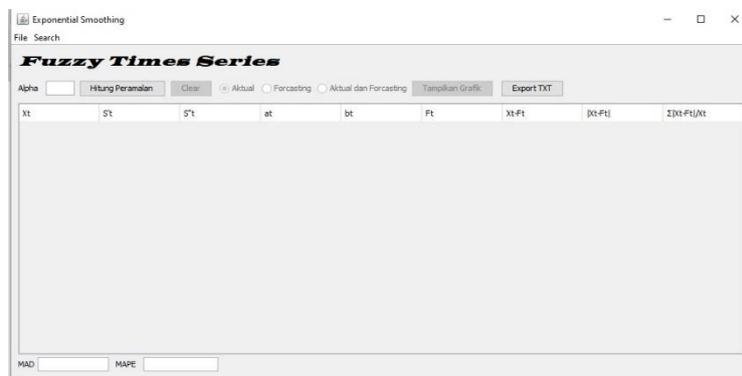
Tampilan utama saat aplikasi dijalankan adalah sebagai berikut:

1. Tampilan Interface Home



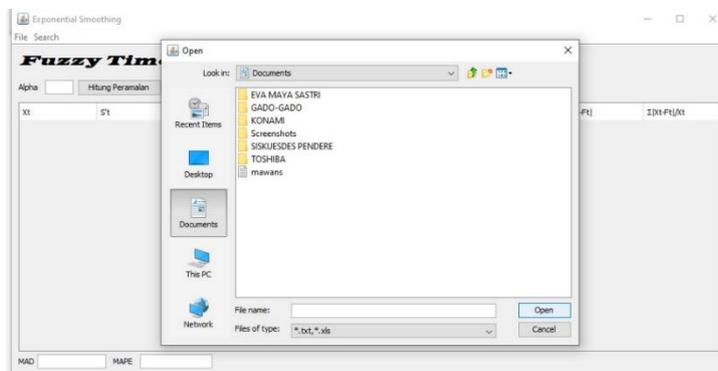
Gambar 4.1 Interface Home.

2. Tampilan Aplikasi Peramalan Harga Tomat



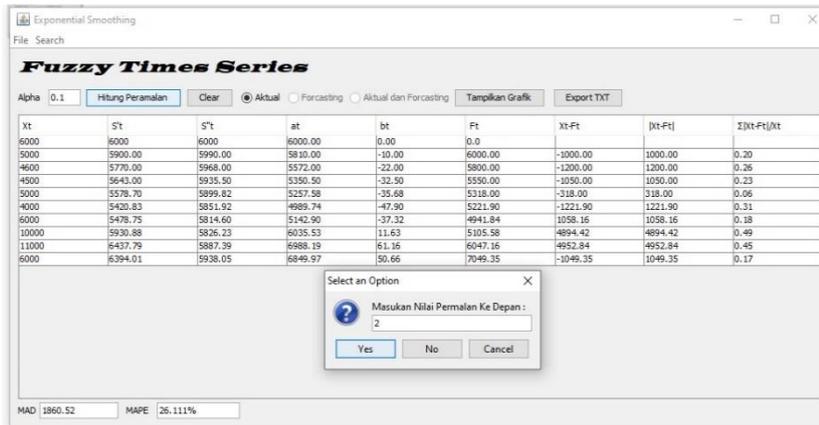
Gambar 4.2 Tampilan Awal

3. Halaman Menu Import



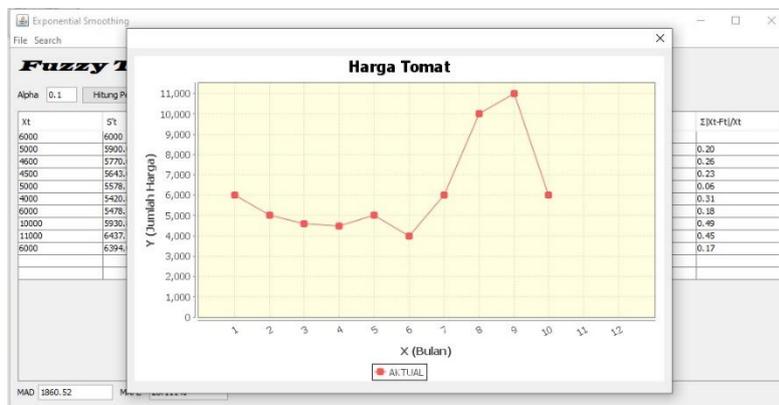
Gambar 4.3 Halaman Menu Import

4. Halaman Menu Hasil peramalan



Gambar 4.4 Halaman Menu Hasil Peramalan

5. Halaman Menu Hasil Grafik Aktual



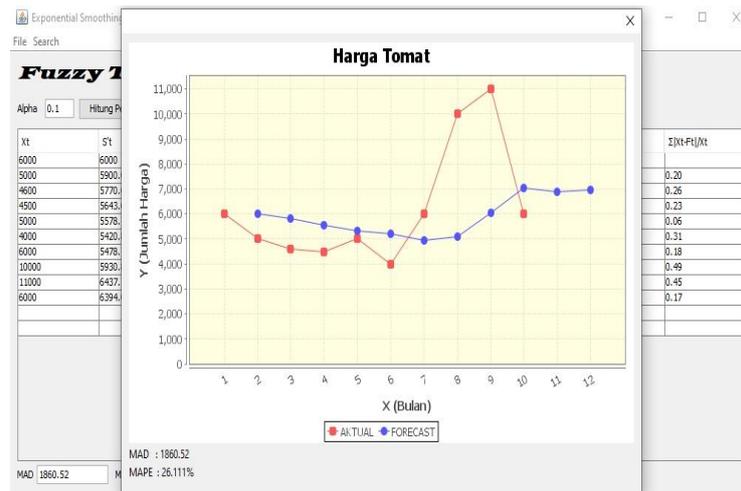
Gambar 4.5 Halaman Hasil Grafik Aktual

6. Halaman Hasil Grafik Peramalan



Gambar 4.6 Halaman Hasil Grafik Peramalan

7. Halaman Hasil Grafik Data Aktual dan Peramalan



Gambar 4.7 Halaman Hasil Grafik Data Aktual dan Peramalan

KESIMPULAN DAN SARAN

4.2 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis metode *High Order Fuzzy Times Series Multifactors* dalam melakukan peramalan harga tomat dilakukan dengan beberapa langkah yaitu langkah pertama perhitungan *Universe of Discourse*, langkah kedua yaitu proses fuzzifikasi, langkah keempat yaitu pembentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*, langkah kelima adalah defuzzifikasi yang hasil *output*-nya merupakan hasil peramalan harga tomat.

4.3 Saran

Pada penelitian ini dilakukan peramalan harga tomat dengan menggunakan faktor yang memengaruhi hasil peramalan yaitu harga. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya yakni dengan melakukan penambahan faktor yang memengaruhi tingkat harga tomat. Pada penelitian selanjutnya juga dipertimbangkan untuk menambahkan data yang lebih banyak serta bervariasi sehingga nilai hasil perhitungan akurasi peramalan yang dihasilkan dalam penelitian dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul kadir,2023, pengenalan Sistem Informasi, Andi, Yogyakarta
- Fauziah,Normalita,Wahyuningsih,Sri and Nasution,Yuki Novita, 2016 Peramalan menggunakan fuzzy Time Series (Studi kasus curah Jujan Kota Samarinda)
- Han& kamber 2006, Data Mining: Consepry Teknoquees, 2 ed
- Irsyad,et al., 2013, Penerapan Metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* Pada Peramalan Curah Hujan
- Kusumadewi,S and Purnomo H.2013Aplikasi Logika fuzzy untuk mendukung keputusan, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013

- Miles.M.B Huberman A.M 1984 Analisa Data Kuantitatif terjemahan oleh Tjetjen Rohan Rohadi 1992 jakarta penerbit Universitas Indonesia
- Nugraha, 2017, Peramalan Permintaan Daging Sapi Nasional Menggunakan Metode *Multifactors High Order Fuzzy Time Series Model*
- Raymod Micload, Ir 2001 Sistem Informasi Jilid 7, edisi 2, Jakarta*
- Wardhani,2015, *Multi-factors High order Fuzzy Time Series Model* untuk Prediksi Harga Saham
- Rofiq, 2017, Peramalan Komoditas Strategis Pertanian Cabai Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network*