

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Non Statistik

2.1.1 Pupuk Pertanian

Keberhasilan dalam memproduksi berbagai jenis tanaman seperti padi, umbi-umbian dan sayuran tidak lepas dari penggunaan pupuk petani untuk menghasilkan tanaman yang unggul. Secara umum terdapat dua jenis pupuk antara lain:

2.1.2 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik yang diurai (dirombak) oleh mikroba, yang hasil akhirnya dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bahan-bahan yang termasuk dalam pupuk organik, antara lain pupuk kandang, kascing, sekam padi, kompos, limbah kota dan lain sebagainya. Pupuk organik juga sangat penting artinya sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan, serta sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Manfaat utama pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik, biologis tanah, selain sebagai sumber hara bagi tanaman. Kelemahan dari sistem pertanian organik sebagai berikut: (1) Membutuhkan pengelolaan lahan yang cukup rumit; (2) Diawal penerapan sistem pertanian organik seringkali dijumpai banyak permasalahan yang membuat petani putus asa; (3) Membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasil yang

lebih maksimal, karena harus melalui tahap konversi terlebih dahulu; (4) Apabila diterapkan pada skala usaha yang besar akan memakan biaya yang tinggi terutama pada biaya tenaga kerja pada saat ekosistem lingkungan belum terbangun.

Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik atau disebut juga sebagai pupuk kimia adalah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik. Fungsi utama pupuk anorganik adalah sebagai penambah unsur hara atau nutrisi tanaman. Beberapa manfaat dan keunggulan pupuk anorganik antara lain: mampu menyediakan hara dalam waktu relatif lebih cepat, menghasilkan nutrisi tersedia yang siap diserap tanaman, kandungan jumlah nutrisi lebih banyak, tidak berbau menyengat, praktis dan mudah diaplikasikan. Sedangkan kelemahan dari pupuk anorganik adalah harga relatif mahal dan mudah larut dan mudah hilang, menimbulkan polusi pada tanah apabila diberikan dalam dosis yang tinggi. Unsur yang paling dominan dijumpai dalam pupuk anorganik adalah unsur N, P, dan K. Penggunaan pupuk anorganik yang tak terkendali menjadi salah satu penyebab penurunan kualitas kesuburan fisik dan kimia tanah. Keadaan ini semakin diperparah oleh kegiatan pertanian secara terus menerus, sedang pengembalian ke tanah pertanian hanya berupa pupuk kimia. Hal ini mengakibatkan terdegradasinya daya dukung dan kualitas tanah pertanian sehingga produktivitas lahan semakin menurun. Pupuk anorganik mempunyai kelemahan, yaitu selain hanya mempunyai unsur makro, pupuk anorganik ini sangat sedikit atau pun hampir tidak mengandung unsur hara mikro. Kandungan hara dalam pupuk anorganik terdiri atas unsur hara makro utama yaitu nitrogen,

fosfor, kalium; hara makro sekunder yaitu: sulfur, kalsium, magnesium; dan hara mikro yaitu: tembaga, seng, mangan, molibden, dan kobal.

Adapun jenis-jenis pupuk anorganik: (a) Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_4 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea juga dikenal dengan nama *carbamide* yang terutama digunakan di kawasan Eropa. Nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide resin*, *isouera*, *carbonyl diamide* dan *carbonyldiamine*. Senyawa ini adalah senyawa organik sintesis yang berhasil dibuat dari senyawa anorganik; (b) Phoska merupakan pupuk majemuk NPK dengan beberapa kandungan unsur hara makro, yaitu Nitrogen(N), Fosfat(P), Kalium(K), dan juga Sulfur(S); (c) Kalium Klorida (KCL) adalah pupuk kimia yang mempunyai kandungan kalium yang melimpah, kadar K_2O yang tersimpan di dalamnya mencapai 60 persen. Setiap 100 kilogram pupuk KCL mengandung K_2O sebanyak 60 kilogram. Pupuk ini sangat bagus untuk mendukung proses terjadinya pembungaan dan pematangan pada tanaman.

Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Blora

Pertanian merupakan suatu jenis kegiatan produksi yang berlandaskan proses pertumbuhan dari tumbuh-tumbuhan dan hewan (Soetrisno, 2017). Jenis tanah di Kabupaten Blora terdiri dari 20 persen jenis tanah mediteran dan 80 persen gromosol, tanah jenis ini adalah jenis tanah yang cocok digunakan sebagai pertanian.

Pertanian dalam arti sempit yaitu segala aspek biofisik yang berkaitan dengan usaha penyempurnaan budidaya tanaman untuk memperoleh produksi fisik yang maksimum. Dinas pertanian yang berada di jalan Raya Blora – Rembang KM.

03, Jawa Tengah 58382. Merupakan Dinas yang bergerak dalam bidang pertanian. Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan mempunyai tugas pokok melaksanakan peraturan pemerintah daerah berdasarkan asas otonomi daerah dan tugas pembantuan di bidang pertanian dan ketahanan pangan. Dalam melaksanakan tugas pokok sebagaimana dimaksud dalam pasal 2, Dinas Pertanian mempunyai fungsi (a) perumusan kebijakan teknis dibidang pertanian dan perkebunan; (b) pemberian dukungan atas penyelenggaraan pemerintahan daerah dibidang pertanian dan perkebunan; (c) pembinaan dan pelaksanaan bidang pertanian dan perkebunan; (d) pengembangan tanaman pangan dan hortikultura; (e) pengembangan perkebunan; (f) pengembangan dan pengelolaan lahan dan air irigasi; (g) pemberian rekomendasi perijinan dibidang pertanian dan perkebunan; (h) pengendalian dan pengawasan perijinan dibidang pertanian dan perkebunan; (i) pelaksanaan dan tugas lain yang diberikan oleh Bupati sesuai tugas pokok dan fungsinya.

Tinjauan Statistik

Penelitian terdahulu sangat penting bagi penulis sebagai kajian untuk mengetahui keterkaitan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan, untuk menghindari terjadinya duplikasi yang dilakukan oleh penulis. Penelitian tentang Teknik peramalan menggunakan Metode Fuzzy Time Series sudah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Berikut beberapa ulasan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya berkenaan dengan data dan metode yang digunakan. Beberapa jurnal dan penelitian yang penulis jadikan sebagai acuan.

Pengertian Analisis Deskriptif

Analisis Deskriptif merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan, mengolah, menyederhanakan, menyajikan serta menganalisis data kuantitatif secara deskriptif agar bertujuan memberikan gambaran yang teratur tentang suatu peristiwa ke dalam bentuk tabel, grafik atau diagram yang sesuai (Makridakis, 1999). Sedangkan pengertian lain menjelaskan bahwa Statistika deskriptif merupakan metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Dalam penelitian kali ini analisis deskriptif yang digunakan meliputi tabel, grafik atau diagram serta beberapa uji statistik yang bertujuan untuk menjelaskan gambaran data secara detail dan mudah dipahami.

Peramalan

Definisi dari peramalan adalah memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan metode statistika. (Munawaroh, 2010). Biasanya peramalan digunakan untuk mengambil keputusan dan kebijakan yang akan diambil karena ketidakpastian sesuatu dimasa yang akan datang. Terdapat dua pendekatan untuk melakukan peramalan, yaitu dengan pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif.

- 1) Metode peramalan kualitatif yang menggabungkan faktor-faktor seperti intuisi pengambilan keputusan, emosi, pengalaman pribadi
- 2) Metode peramalan kuantitatif yang menggunakan satu atau lebih model matematis dengan data masa lalu dan variabel sebab akibat untuk

meramalkan permintaan. Pada dasarnya metode peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua, yaitu model deret waktu (time series), dan model kausal.

Metode peramalan kuantitatif juga dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

1) Model deret waktu/time series

Pada model ini, suatu variabel diramalkan berdasarkan nilai variabel itu sendiri di periode sebelumnya

2) Model kausal/explanatory

Pada model ini, suatu variabel diramalkan berdasarkan nilai dari satu atau lebih variabel lain yang berpengaruh. Atau dengan kata lain model kausal adalah memasukkan dan menguji variabel-variabel yang diduga akan mempengaruhi variabel dependen. Model ini biasanya menggunakan analisis regresi untuk menentukan mana variabel yang signifikan mempengaruhi variabel dependen.

Analisis Time Series

Menurut Makridakis dkk, 1999 Model Time Series dikenalkan oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins pada tahun 1970 melalui bukunya *Time Series Analysis: forecasting and control*. Analisis Time Series merupakan metode peramalan kuantitatif untuk menentukan pola data pada masa lampau yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu, yang disebut data Time Series. Langkah penting dalam memilih suatu metode runtun waktu (Time Series) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat

adalah dengan pola data tersebut data diuji (Sumihi, 2017). Tujuan analisis deret waktu antara lain:

- 1) Meramalkan kondisi dimasa yang akan datang.
- 2) Mengatahui hubungan antar peubah.
- 3) Kepentingan kontrol (untuk mengetahui apakah proses terkendali atau tidak).

Teori Himpunan Fuzzy

Teori himpunan *fuzzy* atau kabur diperkenalkan oleh Lotfi Asker Zadeh pada tahun 1965. Kemudian memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan kabur (*fuzzy set*) sehingga himpunan klasik (*crisp set*) merupakan kejadian khusus dari himpunan kabur. Kemudian mendefinisikan himpunan kabur dengan menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*) yang nilainya berada pada selang tertutup $[0,1]$.

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah, dengan kata lain nilai kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik yaitu, penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti pada suhu yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 60,75, dan 80.

Pada himpunan *fuzzy* terdapat nilai semesta pembicaraan yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Fuzzy Time Series

Fuzzy time series (FTS) adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *Fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Himpunan *fuzzy* dapat di artikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan *fuzzy time series* adalah himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang sudah ditentukan. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan.

Fuzzy Time Series Chen

Konsep Fuzzy Time Series yang diperkenalkan oleh Chen (1996), perbedaan antara Fuzzy Time Series (FTS) dengan konvensional time series terletak pada data yang digunakan dalam ramalan. Pada Fuzzy Time Series, nilai yang digunakan merupakan himpunan fuzzy dari bilangan real atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Langkah-langkah peramalan menggunakan *fuzzy time series Chen* adalah sebagai berikut:

1) Menentukan himpunan semesta (U)

Menentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) data histori yaitu:

$$U = [d_{min}, d_{max}] \quad (2.1)$$

Dimana, d_{min} adalah data terkecil, dan d_{max} adalah data terbesar.

2) Menentukan interval

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

- a) Menentukan rentang (*range*) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = [d_{max} - d_{min}] \quad (2.2)$$

Dimana R adalah rentang; d_{max} adalah data terbesar; d_{min} adalah data terkecil

- b) Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan Persamaan Sturges. Adapun rumusnya sebagai berikut

$$K = 1 + 3,322 \times \log (n) \quad (2.3)$$

n adalah jumlah data

- c) Menentukan lebar interval

$$i = \frac{\text{Range data } (R)}{\text{Banyaknya interval kelas } (K)} \quad (2.4)$$

- d) Menentukan lebar interval, adapun rumusnya sebagai berikut

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2} \quad (2.5)$$

dimana i adalah banyaknya himpunan fuzzy.

3) Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h - 1$ interval yang sama, h

adalah parameter tertimbang, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h - 2$ interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.

4) Fuzzyfikasi

Mendefinisikan fuzzifikasi Secara kasar himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika *universe of discourse* U adalah himpunan semesta $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$ maka suatu himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A = \mu_A(u_1)/u_1 + \dots + \mu_A(u_p)/u_p \quad (2.6)$$

Dimana A = nilai fuzzifikasi, $\mu_{A_i}(u_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq p$ (p merupakan banyak kelas). Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1 & \text{jika } = j \\ 0,5 & \text{jika } = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.7)$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini. Aturan 1: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j+1} , berarti dinyatakan nol. Aturan 2: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, untuk u_{j-1} dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j , u_{i-1} dan u_{i+1} berarti dinyatakan nol. Aturan 3: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan untuk u_{j-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j-1} berarti dinyatakan nol. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p

merupakan himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_p \\
 A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_p \\
 A_3 &= 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + \dots + 0/u_p \\
 &\vdots \\
 A_p &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{(p-1)} + 1/u_p \quad (2.8)
 \end{aligned}$$

dimana u_i ($i = 1, 2, \dots, p$) adalah elemen dari himpunan semesta U dan bilangan yang diberi simbol "/" menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_1}(u_1)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, p$) yang dimana nilainya 0, 0,5 atau 1.

5) Membuat tabel Fuzzy Logic Relations (FLR)

Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG). Menetapkan relasi fuzzy logic (FLR) berdasarkan data historis. Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan fuzzy yang berurutan $A_i(t-1)$ dan $A_i(t)$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow A_j$. Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data time series. Jika variabel time series $F(t-1)$ merupakan fuzzifikasi sebagai A_k dan $F(t)$ merupakan hasil fuzzifikasi sebagai A_m , maka A_k dengan A_m dapat dinotasikan sebagai $A_k \rightarrow A_m$, dimana A_k merupakan data historis saat sekarang (current state) dan A_m merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (next state). Misalkan jika FLR yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

6) Proses Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya adalah defuzzy prediksi nilai yang dihasilkan dari langkah sebelumnya. Implementasi langkah tersebut menggunakan aturan Chen dimana menggunakan nilai tengah. Misalkan

$$F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}, \text{ maka } \hat{y}(t) = \frac{\sum_{p=1}^k m_{jp}}{k} \quad (2.9)$$

Dimana $\hat{y}(t)$ merupakan defuzzy dan M_{jp} merupakan nilai tengah dari A_{jp}

Fuzzy Time Series Cheng

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

1) Menentukan himpunan semesta (U).

$$U = [d_{min}, d_{max}] \quad (2.10)$$

Dimana, d_{min} adalah data terkecil, dan d_{max} adalah data terbesar.

2) Menentukan interval.

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

a) Menentukan rentang (*range*) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = [d_{max} - d_{min}] \quad (2.11)$$

dimana R adalah rentang; d_{max} adalah data terbesar; d_{min} adalah data terkecil

- b) Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan Persamaan *Sturges*. Adapun rumusnya sebagai berikut

$$K = 1 + 3,322 \times \log (n) \quad (2.12)$$

n adalah banyaknya data

- c) Menentukan lebar interval.

$$i = \frac{\text{Range data (R)}}{\text{Banyaknya interval kelas (K)}} \quad (2.13)$$

- d) Menentukan lebar interval, adapun rumusnya sebagai berikut

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2} \quad (2.14)$$

dimana i adalah banyaknya himpunan fuzzy.

3) Himpunan Fuzzy

Mendefinisikan fuzzifikasi Secara kasar himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika *universe of discourse* U adalah himpunan semesta $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$ maka suatu himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A = \mu_A (u_1)/u_1 + \dots + \mu_A (u_p)/u_p \quad (2.15)$$

Dimana A adalah nilai fuzzifikasi, $\mu_{A_i}(u_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq p$ (p merupakan banyak kelas). Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1 & \text{jika } = j \\ 0,5 & \text{jika } = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.16)$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini. Aturan 1: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j+1} , berarti dinyatakan nol. Aturan 2: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, untuk u_{j-1} dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j , u_{i-1} dan u_{i+1} berarti dinyatakan nol. Aturan 3: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan untuk u_{j-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j-1} berarti dinyatakan nol. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p merupakan himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_{_1} + 0,5/u_{_2} + 0/u_{_3} + \dots + 0/u_{_p} \\ A_2 &= 0,5/u_{_1} + 1/u_{_2} + 0,5/u_{_3} + \dots + 0/u_{_p} \\ A_3 &= 0/u_{_1} + 0,5/u_{_2} + 1/u_{_3} + \dots + 0/u_{_p} \\ &\vdots \\ A_p &= 0/u_{_1} + 0/u_{_2} + 0/u_{_3} + \dots + 0,5/u_{_(p-1)} + 1/u_{_p} \end{aligned} \quad (2.17)$$

dimana u_i ($i = 1, 2, \dots, p$) adalah elemen dari himpunan semesta U dan bilangan yang diberi simbol "/" menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_1}(u_1)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, p$) yang dimana nilainya 0, 0,5 atau 1.

7) Membuat tabel *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Membentuk *Fuzzy Logic Relationships* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationships Group* (FLRG). Menetapkan relasi *fuzzy logic* (FLR) berdasarkan data historis. Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan fuzzy yang berurutan $A_i(t-1)$ dan $A_i(t)$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow A_j$. Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data time series. Jika variabel time series $F(t-1)$ merupakan fuzzifikasi sebagai A_k dan $F(t)$ merupakan hasil fuzzifikasi sebagai A_m , maka A_k dengan A_m dapat dinotasikan sebagai $A_k \rightarrow A_m$, dimana A_k merupakan data historis saat sekarang (current state) dan A_m merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (next state). Misalkan jika FLR yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

4) Menetapkan pembobotan

Menetapkan bobot pada kelompok relasi fuzzy logic yang sama. Menentukan bobot relasi FLR menjadi Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki current state (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobot yang persamaannya ditulis berikut.

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

(t=2) $A_j \rightarrow A_i$, diberikan bobot 1.

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

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

(t=5) $A_i \rightarrow A_i$, diberikan bobot 4.

Dengan t menyatakan waktu.

Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobotan terstandarisasi (W^*) yang persamaannya ditulis berikut:

$$W^* = \begin{bmatrix} W_{11}^* & W_{12}^* & \cdots & W_{1P}^* \\ W_{21}^* & W_{22}^* & \cdots & W_{2P}^* \\ \vdots & \vdots & & W_{ij}^* \\ W_{P1}^* & W_{P2}^* & \cdots & W_{PP}^* \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

dimana W^* adalah matriks pembobot terstandarisasi

5) Menghitung nilai peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dikalikan dengan (m_1) pada interval himpunan fuzzy dapat menggunakan persamaan berikut. Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W_{i1}^*(m_i) + W_{i2}^*(m_i) + \cdots + W_{ip}^*(m_p) \quad (2.19)$$

dimana F_i adalah hasil peramalan, W_i^* adalah pembobot ternormalisasi, m_i adalah lebar interval.

apabila hasil fuzzifikasi periode ke- i adalah A_i dan A_i tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada u_1 , maka nilai peramalan F_i adalah nilai tengah u_1 , atau di definisikan dengan m_i . (Sumartini, 2017)

Pemilihan Model Terbaik

Metode peramalan yang bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki tingkat kesalahan besar. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan mendekati nilai aktual. Pada penelitian ini akan di gunakan kriteria *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur kesalahan peramalan sebagai kriteria model terbaik sebagai berikut:

Nilai Tengah Galat Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{|X_i - F_i|}{X_i} \right]}{n} \times 100 \quad (2.20)$$

X_i = Data aktual pada periode t

F_i = Nilai peramalan pada periode t

n = Jumlah data



