

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kajian Terkait

Beberapa penelitian terkait dengan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

Lestari (2019), melakukan penelitian tentang penerapan optimasi *fuzzy time series* menggunakan *particle swarm optimization* untuk prediksi indeks harga konsumen (IHK) di Kota Pekanbaru. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem yang dapat memprediksi indeks harga konsumen (IHK) di Kota Pekanbaru dengan menerapkan metode optimasi *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization*. Pada penelitian ini FTS digunakan untuk melakukan proses prediksi, sedangkan PSO digunakan untuk mendapatkan nilai interval terbaik atau nilai interval optimal pada FTS. Hasil dari pengujian pada penelitian ini didapatkan bahwa parameter PSO yang optimal adalah parameter dengan jumlah partikel = 40, jumlah iterasi = 30, bobot inersia ( $w$ ) = 0,8 serta kombinasi nilai  $c_1$  dan  $c_2 = 2$  dan 2. Sedangkan nilai error atau tingkat kesalahan yang dihitung menggunakan Mean Square Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada penelitian ini adalah sebesar 63,349 dan 1,429%.

Izat dan Jatipaningrum (2018), melakukan penelitian tentang peramalan indeks harga konsumen (IHK) dengan menggunakan *metode double exponential smoothing* dan *fuzzy time series*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik data Indeks Harga Saham dan hasil peramalan dari Metode *Double Exponential Smoothing* dan Metode *Fuzzy Time Series* kemudian membandingkan kedua metode tersebut dengan melihat nilai *MSE* dan *MAPE* yang terkecil. Pada penelitian ini Dalam meramalkan Indeks Harga Konsumen (IHK), metode *Double Eksponensial Smoothing* dengan dua parameter dari Holt menghasilkan nilai ketepatan yang lebih baik dengan nilai *MSE* sebesar 0,16 dan *MAPE* sebesar 0,3062 dari pada metode *Double Eksponensial* dengan parameter dari Brown dan *Fuzzy Time Series*.

Penelitian lain dilakukan oleh Ramadhan (2020), melakukan penelitian dengan mengimplementasikan *fuzzy time series* untuk memprediksi jumlah penjualan rumah". Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series* untuk prediksi jumlah penjualan rumah dan mengetahui tingkat akurasi yang dihasilkan. Pada penelitian ini berfokus pada prediksi penjualan rumah dengan

menggunakan data historis. Adapun hasil pengujian MAPE dari penelitian menunjukkan tingkat akurasi prediksi sebesar 85,79% sehingga perancangan ini dapat diterapkan.

Perwira, Yudhiantoro, Wahyurini (2020), melakukan penelitian dengan melakukan penerapan *fuzzy time series model cheng* untuk meramalkan volume hasil panen pada tanaman garut". Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi yang dapat memprediksi volume panen tanaman garut menggunakan acuan data-data panen periode sebelumnya untuk memprediksi hasil panen periode berikutnya. Pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah berdasarkan data lingkungan (kelembaban suhu, iklim, ketinggian tempat), data genetik (umur dan varietas) dan data teknik budidaya (kualitas bibit, pemupukan, media tanam). Hasil penelitian ini adalah berupa aplikasi untuk memprediksi volume hasil panen tanaman garut berdasarkan parameter tersebut. Dari hasil MAPE pada penelitian ini mendapatkan prosentase sebesar 11,7% yang mengindikasikan bahwa tingkat akurasi menggunakan fuzzy time series model cheng sehingga bisa dikatakan baik untuk melakukan peramalan pada tanaman garut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya metode *Fuzzy Time Series* atau *Fuzzy Time Series Cheng* dapat memprediksi berbagai macam data dengan menggunakan data-data lampau untuk memprediksi data di masa yang akan datang, maka metode *Fuzzy Time Series Cheng* akan digunakan dalam memprediksi indeks harga konsumen pada periode mendatang.

Penelitian ini berfokus pada prediksi indeks harga konsumen dengan menggunakan data historis yang didapat dari Badan Pusat Statistik Kota Pontianak periode Januari 2016 hingga Desember 2021. Pengujian pada penelitian ini akan menggunakan perhitungan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) untuk menghitung seberapa besar persentase kesalahan nilai hasil prediksi jika dibandingkan dengan nilai aktual pada suatu periode tertentu. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengimplememntasikan metode *Fuzzy Time Series Cheng* untuk prediksi indeks harga konsumen kota Pontianak.

Perbandingan penelitian yang telah ada dengan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Tabel Perbandingan Penelitian

No	Judul	Penulis	Keterangan
1.	Penerapan Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen (IHK) Di Kota Pekanbaru	Indah Puji Lestari	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini mengenai prediksi indeks harga konsumen kota Pekanbaru</li> <li>- Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i></li> <li>- Hasil prediksi pada penelitian ini yang dihitung menggunakan MSE dan MAPE adalah sebesar 63,349 dan 1,429%.</li> </ul>
2.	Peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) Dengan Menggunakan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alfiah Izat</li> <li>- Maria Titah Jatipaningrum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini untuk membandingkan tingkat akurasi antara metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> pada peramalan Indeks Harga Konsumen</li> <li>- Metode yang digunakan adalah <i>Double Exponential Smoothing</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i></li> <li>- Pengujian dilakukan dengan MSE dan MAPE</li> <li>- Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan dua parameter dari Holt menghasilkan nilai ketepatan yang lebih baik dengan nilai <i>MSE</i> sebesar 0,16 dan <i>MAPE</i> sebesar 0,3062</li> </ul>

No	Judul	Penulis	- Keterangan
3.	Implementasi Fuzzy Time Series Pada Prediksi Jumlah Penjualan Rumah	Muhammad Ridho Ramadhan	- Penelitian ini mengenai prediksi jumlah penjualan rumah - Metode yang digunakan adalah <i>Fuzzy Time Series</i> - Pengujian menggunakan MAPE - Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi prediksi sebesar 85,79%
4.	Fuzzy Time Series Model Cheng Untuk Meramalkan Volume Hasil Panen Pada Tanaman Garut	- Rifki Indra Perwira - Danang Yudhiantoro - Endah Wahyurini	- Penelitian ini untuk memprediksi volume hasil panen tanaman garut - Metode yang digunakan adalah <i>Fuzzy Time Series Model Cheng</i> - Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan bisa dikatakan baik dengan hasil MAPE sebesar 11,7%

**Tabel 2.2** Tabel Penelitian yang Telah Dilakukan

No	Judul	Penulis	Keterangan
1.	Prediksi Indeks Harga Konsumen Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng	Ifan Varian	- Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi indeks harga konsumen dan mengetahui tingkat akurasi yang dilakukan - Metode yang digunakan adalah <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> - Pengujian dilakukan dengan MAPE

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Indeks Harga Konsumen (IHK)**

Indeks Harga Konsumen (IHK) atau Consumer Price Index (CPI) adalah angka indeks yang digunakan untuk mengukur rata-rata perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh masyarakat. Angka indeks tersebut merupakan perbandingan antara harga suatu paket komoditas dari kelompok barang atau jasa (market basket) pada periode tertentu terhadap periode sebelumnya (Dewi, Adikara, dan Adinugroho, 2018).

Telah dijelaskan bahwa pada IHK terdapat beberapa barang dan jasa yang dikelompokkan menjadi 7 kelompok. Berikut sub bagian dari kelompokkelompok tersebut (Wanto dan Windarto, 2017).

1. Kelompok bahan makanan, terdiri dari padi-padian, daging, ikan segar, ikan diawetkan, telur dan susu, sayur-sayuran, kacang-kacangan, buah-buahan, bumbu-bumbuan, lemak dan minyak serta bahan makanan lainnya.
2. Kelompok makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau, terdiri dari makanan jadi, minuman non-alkohol, tembakau dan minuman beralkohol.
3. Kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar, terdiri dari biaya tempat tinggal, bahan bakar (penerangan), air, perlengkapan rumah tangga serta penyelenggaraan rumah tangga.
4. Kelompok sandang, terdiri dari sandang laki-laki, sandang wanita, sandang anak-anak, barang pribadi dan sandang lainnya.
5. Kelompok kesehatan, terdiri dari jasa kesehatan, obat-obatan, jasa perawatan jasmani dan perawatan jasmani dan kosmetika.
6. Kelompok pendidikan, rekreasi dan olahraga, terdiri dari jasa pendidikan, kursus-kursus, perlengkapan dan peralatan pendidikan, rekreasi serta olahraga.
7. Kelompok transportasi, komunikasi dan jasa keuangan, terdiri dari transpor, komunikasi dan pengiriman, sarana dan penunjang transpor serta jasa

Perhitungan dan data mengenai IHK dilakukan dan dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) setiap bulan. Hasil dari perhitungan tersebut ialah sebuah indeks yang dapat mengukur semua tingkat harga yang dicatat secara bulanan yang kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan presentase tingkat inflasi (Dewi, Adikara, dan Adinugroho, 2018). Selain untuk menghitung presentase tingkat inflasi, IHK juga memiliki beberapa kegunaan lain yaitu sebagai berikut (Gultom, 2018):

1. Indeksasi (penyesuaian) upah atau gaji.
2. Indikator moneter (persediaan) atau perkembangan nilai uang.
3. Asumsi APBN.
4. Indeksasi (penyesuaian) nilai tambah bisnis.

### **2.2.2. Teori Peramalan**

Secara umum pengertian peramalan adalah tafsiran. Namun dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan bukan hanya sekedar tafsiran. Ada beberapa definisi tentang peramalan, diantaranya:

- a. Peramalan atau forecasting diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis (Buffa , 2007).
- b. Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen (Makridakis dkk, 1999).
- c. Peramalan adalah sebuah teknik yang menggunakan data historis untuk memperkirakan proyek yang akan datang (Chapman dan Stephen, 2006).

Metode peramalan adalah cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang secara sistematis dan pragmatis berdasarkan data yang relevan pada masa lalu, sehingga metode peramalan diharapkan bisa memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

### **2.2.2.1. Jenis-Jenis Peramalan**

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu (Saputro dan Asri, 2000):

#### **a. Peramalan Kualitatif**

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang instuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

#### **b. Peramalan Kuantitatif**

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu (data historis). Hasil peramalan yang didapat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin besar penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang akan terjadi maka semakin baik pula metode yang digunakan.

### **2.2.2.2. Jangka Waktu Peramalan**

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Heizer dan Render, 2005):

1. Peramalan jangka pendek, adalah peramalan untuk jangka waktu yang kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, adalah peramalan untuk jangka waktu berkisar antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, adalah peramalan untuk jangka waktu yang lebih dari tiga tahun.

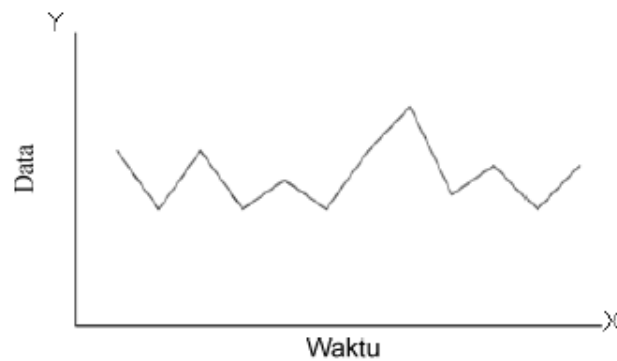
### 2.2.2.3. Jenis-Jenis Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis dkk,1999):

#### 1. Pola Horizontal (H) atau Horizontal Data Pattern

Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola horizontal ditunjukkan seperti gambar 2.1.

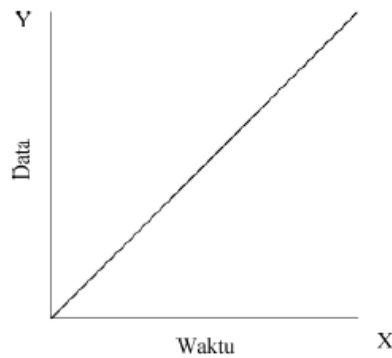


**Gambar 2.1** Pola Data Horizontal

#### 2. Pola Trend (T) atau Trend Data Pattern

Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya penjualan perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu. Bentuk pola trend ditunjukkan seperti gambar 2.2.

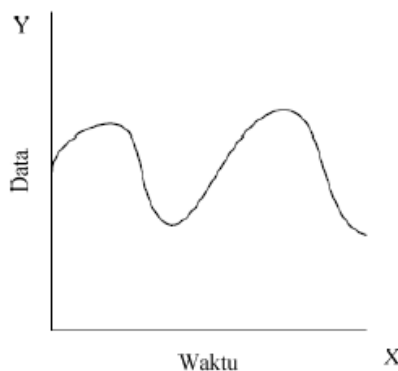




**Gambar 2.2** Pola Data Trend

### 3. Pola Musiman (S) atau Seasonal Data Pattern

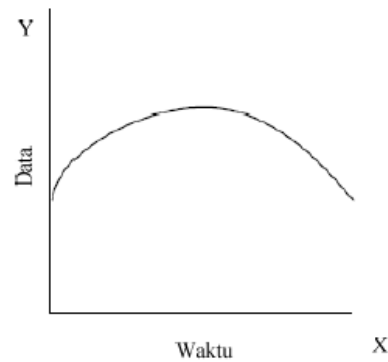
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini. Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Pola Data Musiman

### 4. Pola Siklis (S) atau Cycled Data Pattern

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya penjualan produk seperti mobil, baja. Bentuk pola siklis ditunjukkan seperti gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Pola Data Siklis

#### 2.2.2.4. Data Berkala (*Time Series*)

Data berkala adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan. Analisis data berkala memungkinkan kita untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan atau pengaruhnya terhadap kejadian lainnya (Boedijoewono, 2001). Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk:

1. Pembuatan keputusan pada saat ini.
2. Peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang.
3. Perencanaan kegiatan dimasa yang akan datang.

Gerakan-gerakan khas dari data *time series* dapat digolongkan ke dalam empat kelompok utama, yang sering disebut komponen-komponen *time series*:

1. Gerakan jangka panjang atau sekuler merujuk kepada arah umum dari grafik *time series* yang meliputi jangka waktu yang panjang.
2. Gerakan siklis (*cyclical movements*) atau variasi siklis merujuk kepada gerakan naik-turun dalam jangka panjang dari suatu garis atau kurva trend. Siklis yang demikian dapat terjadi secara periodik ataupun tidak, yaitu dapat ataupun tidak dapat mengikuti pola yang tepat sama setelah interval-interval waktu yang sama. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklis apabila timbul kembali setelah interval waktu lebih dari satu tahun.

3. Gerakan musiman (*seasonal movements*) atau variasi musim merujuk kepada pola-pola yang identik, atau hampir identik, yang cenderung diikuti suatu *time series* selama bulan-bulan yang bersangkutan dari tahun ke tahun. Gerakan-gerakan demikian disebabkan oleh peristiwa-peristiwa yang berulang-ulang terjadi setiap tahun.
4. Gerakan tidak teratur atau acak (*irregular or random movements*) merujuk kepada gerakan-gerakan sporadis dari *time series* yang disebabkan karena peristiwa-peristiwa kebetulan seperti banjir, pemogokan, pemilihan umum, dan sebagainya. Meskipun umumnya dianggap bahwa peristiwa-peristiwa demikian menyebabkan variasi-variasi yang hanya berlangsung untuk jangka pendek, namun dapat saja terjadi bahwa peristiwa-peristiwa ini demikian hebatnya sehingga menyebabkan gerakan-gerakan siklis atau hal lain yang baru.

### 2.2.3. Logika Fuzzy

Secara umum logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya antara 0 dan 1. Ada beberapa definisi tentang logika *fuzzy*, diantaranya:

- a. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*, mempunyai nilai kontinyu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran (Kusumadewi, 2002).
- b. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika *fuzzy* adalah cabang teori dari himpunan *fuzzy*, himpunan yang menyesuaikan keambiguan.
- c. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat” (Zadeh, 1965).
- d. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik (Synaptic, 2006).

Beberapa alasan digunakannya logika *fuzzy*, antara lain (Kusumadewi dan Purnomo, 2004):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, karena di dalam logika *fuzzy* terdapat konsep matematis sederhana dan mudah dimengerti yang mendasari penalaran *fuzzy*.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi–fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik–teknik kendali secara konvensional.
6. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.
7. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

Ada beberapa hal yang menjadi lingkup dari sistem *fuzzy*, yaitu (Kusumadewi dan Purnomo, 2004):

1. Variabel *fuzzy*  
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.
2. Himpunan *fuzzy*  
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.  
Contoh:
  - Variabel jarak, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: DEKAT, SEDANG dan JAUH.

### 3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat, tiga objek berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh:

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0 + \infty)$
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur:  $[0 40]$

### 4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh :

- MUDA =  $[0, 45]$
- PAROBAYA =  $[35, 55]$
- TUA =  $[45, + \infty)$

#### 2.2.3.1. Himpunan *Crisp*

Pada dasarnya, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari himpunan *crisp*. Pada teori himpunan *crisp*, keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan,  $A$ , hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota  $A$  atau tidak menjadi anggota  $A$  (Chak, 1998). Suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu elemen ( $x$ ) dalam suatu himpunan ( $A$ ), sering dikenal dengan dengan nama nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan, dinotasikan dengan  $\mu_A(x)$ .

Menurut Kusumadewi (2006), pada himpunan *crisp*, derajat keanggotaan himpunan *crisp*  $A$  dari  $X$  dan  $x \in X$  dinyatakan dengan fungsi karakteristiknya pada persamaan 2.1 berikut:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \in A \\ 0 & \text{jika } x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

dengan notasi matematis

$$\mu_A: x \rightarrow \{0, 1\}.$$

### 2.2.3.2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan-himpunan yang akan dibicarakan pada suatu variabel dalam sistem *fuzzy* (Kusumadewi, 2002). Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi nilai – nilai yang bersifat tidak pasti. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan dapat memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Sedangkan 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. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: DEKAT, SEDANG, JAUH.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50 dan sebagainya.

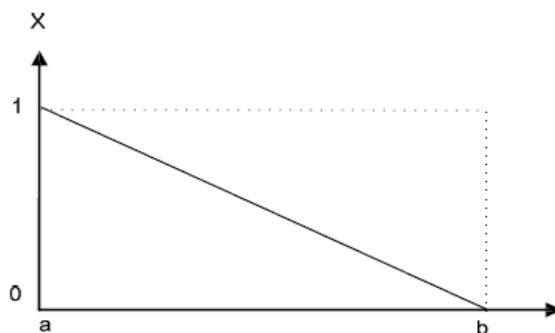
*Fuzzifikasi* merupakan suatu proses untuk mengubah suatu variabel *input* bentuk *crisp* menjadi variabel linguistik dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing.

### 2.2.3.3. Fungsi Derajat Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi derajat keanggotaan (*membershi function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaan yang memiliki *interval* antara 0 sampai 1.

Untuk mendapatkan derajat keanggotaan *fuzzy* digunakan pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, seperti fungsi linier turun, fungsi linier naik, fungsi segitiga, fungsi trapesium, fungsi-S, fungsi-Z.

Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi linier turun jika mempunyai 2 parameter, yaitu  $a, b \in \mathbb{R}$ . Pada linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah dengan fungsi keanggotaan. Kurva fungsi linier turun diperlihatkan oleh gambar 2.5 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

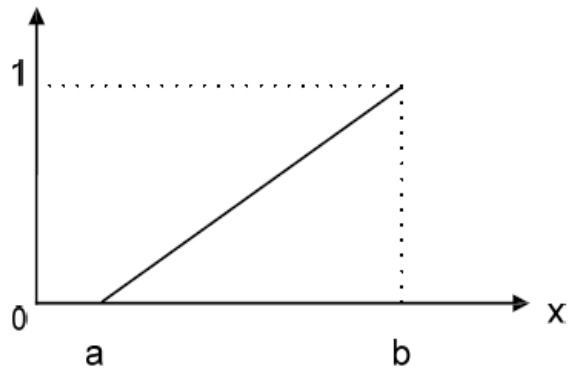


**Gambar 2.5** Kurva Fungsi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.2 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Sedangkan suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi *linier* naik jika mempunyai 2 parameter, yaitu  $a, b \in \mathbb{R}$ , dan kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Kurva fungsi linier naik diperlihatkan oleh gambar 2.6 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

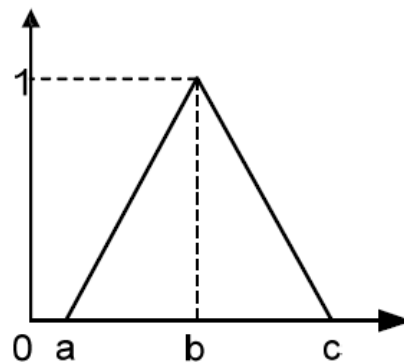


**Gambar 2.6** Kurva Fungsi Linear Naik

Fungsi keanggotaan naik dirumuskan dengan persamaan 2.3 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.3)$$

Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi segitiga jika mempunyai tiga buah parameter, yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  yang menentukan koordinat  $x$  dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (*linier*). Kurva fungsi segitiga diperlihatkan oleh gambar 2.7 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).



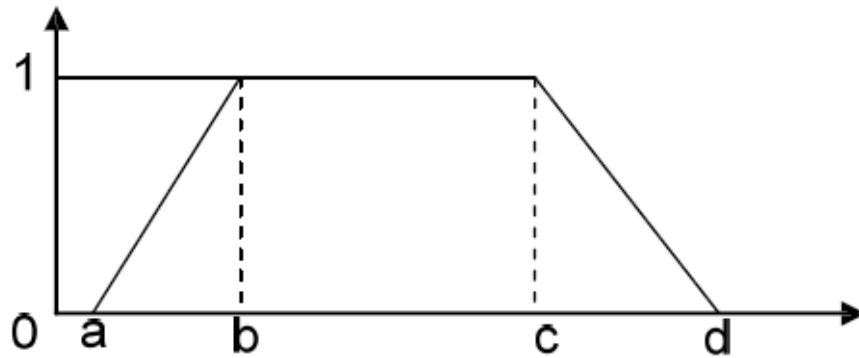
**Gambar 2.7** Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.4 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$



Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi trapesium jika mempunyai 4 buah parameter ( $a, b, c, d \in \mathbb{R}$ ). Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Dan Kurva fungsi trapesium diperlihatkan oleh gambar 2.8 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

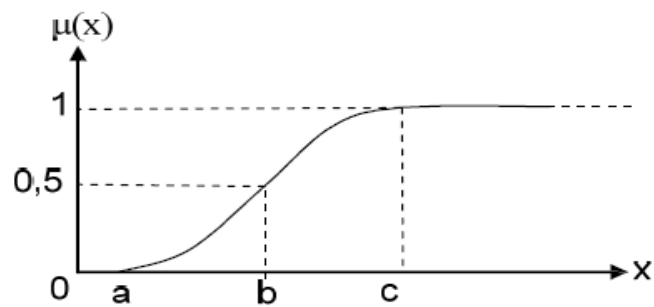


**Gambar 2.8** Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.5 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{cases} \quad (2.5)$$

Suatu derajat keanggotaan *fuzzy* disebut derajat keanggotaan fungsi-S Pertumbuhan jika mempunyai 3 buah parameter yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  dengan  $a$  adalah nilai keanggotaan nol,  $b$  adalah titik tengah antara  $a$  dan  $c$  dengan  $\mu(b) = 0.5$  (titik infleksi) dan  $c$  adalah nilai keanggotaan lengkap, Bentuk kurva fungsi-S Pertumbuhan diperlihatkan oleh gambar 2.9.

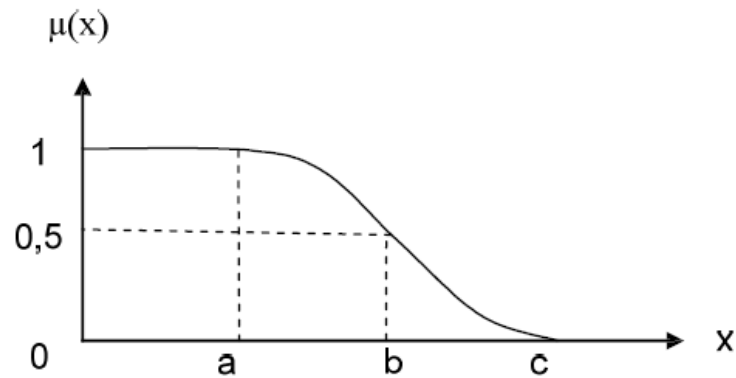


**Gambar 2.9** Kurva Fungsi-S Pertumbuhan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Pertumbuhan dirumuskan dengan persamaan 2.6 berikut:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.6)$$

Suatu keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan fungsi-S penyusutan jika mempunyai 3 buah parameter yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  dengan  $a$  adalah nilai keanggotaan nol,  $b$  adalah titik tengah antara  $a$  dan  $c$  dengan  $\mu(b) = 0.5$  (titik infleksi) dan  $c$  adalah nilai keanggotaan lengkap (Kusumadewi, 2002), Kurva fungsi S Penyusutan diperlihatkan oleh gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Kurva Fungsi-S Penyusutan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Penyusutan dirumuskan dengan persamaan 2.7 berikut:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.7)$$

#### 2.2.3.4. Operator *Fuzzy*

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan disebut dengan *fire strength* atau  $\alpha$ -predikat. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu (Kusumadewi, 2002):

1. Operator NOT

Misalnya  $A$  adalah suatu himpunan tegas dalam semesta  $X$ , maka komplemen dari  $A$ , yaitu  $A'$ . Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari satu.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

## 2. Operator OR

Gabungan dari himpunan-himpunan tegas  $A$  dan  $B$  dalam semesta  $X$ , yaitu  $A \cup B$ . Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

## 3. Operator AND

Irisan dari himpunan-himpunan tegas  $A$  dan  $B$  dalam semesta  $X$ , yaitu  $A \cap B$ , Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

### 2.2.3.5. Penegasan (*Defuzzy*)

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sistem logika *fuzzy* dimana tujuannya adalah mengkonversi setiap hasil dari inference engine yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy set* ke suatu bilangan *real*. *Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

## 2.2.4. *Fuzzy Time Series*

### 2.2.3.1. *Metode Fuzzy Time Series*

*Fuzzy Time Series* (FTS) adalah metode yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993) yang merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan masalah di mana data aktual dibentuk dalam nilai-nilai linguistik. Banyak metode FTS yang dikembangkan, diantaranya metode FTS *Chen*, FTS *using percentage change*, *weighted FTS*, FTS *Sah* dan *Degtiarev*, FTS *Cheng* (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

*Fuzzy time series* digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan yang mana data historis adalah nilai-nilai linguistik. Misalnya, dalam masalah peramalan, data historis tidak dalam bentuk angka *real*, namun berupa data linguistik. Dalam hal ini, tidak ada model *time series* konvensional yang dapat diterapkan, akan tetapi model *fuzzy time series* dapat diterapkan dengan lebih tepat. Pada penelitian sebelumnya, berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy* dan penalaran perkiraan, Song dan Chissom mengajukan definisi *fuzzy time series* dan garis besar pemodelan dengan cara persamaan relasional *fuzzy* dan penalaran perkiraan. Kemudian oleh Chen (pada tahun 1996) diperkenalkan sebuah metode peramalan *fuzzy time series* menggunakan operasi *arithmetic*. Huarng (pada tahun 2001), menyajikan model *heuristic* untuk peramalan *time series* menggunakan *heuristic increasing and decreasing relations* untuk memperbaiki peramalan *enrollments* dan *exchange* di Taiwan. Kemudian oleh Singh tahun 2007, diajukan algoritma komputasi sederhana, sehingga dapat mengurangi waktu untuk menghasilkan persamaan relasional dengan menggunakan operasi komposisi *maxmin* yang kompleks dan mengurangi waktu untuk proses defuzzifikasi pada metode Song dan Chissom. Metode Singh dapat menyelesaikan masalah dalam mencari prosedur defuzzifikasi yang cocok untuk menghasilkan nilai output *crisp* dengan akurasi yang lebih baik. Perbedaan utama antara *fuzzy time series* dan konvensional *time series* yaitu pada nilai yang digunakan dalam peramalan, yang merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan *real* atas himpunan semesta yang ditentukan. Himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar.

### 2.2.3.2. *Fuzzy Time Series Model Cheng*

Metode *Cheng* mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, yaitu melihat dari segi frekuensi data dari tiap interval kemudian memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang sama. Metode ini juga menerapkan peramalan adaptif dalam memodifikasi peramalan.

### 2.2.3.3. Interval Berbasis Rata-Rata Pada Fuzzy Time Series

Dalam perhitungan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* standar, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan. Sedangkan penentuan panjang dan jumlah interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* dan merupakan parameter paling penting pada *fuzzy time series* dan secara langsung akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan dan akurasi peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai. Kunci utama dalam penentuan panjang interval adalah tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil, karena jika interval itu terlalu besar maka tidak akan terjadi fluktuasi dalam proses perhitungan *fuzzy time series*, demikian juga jika interval tersebut terlalu kecil maka makna dari *fuzzy time series* sendiri akan hilang (karena himpunan yang terbentuk cenderung ke himpunan tegas/*crisp*).

Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata (*average-based*), yang memiliki algoritma sebagaimana berikut (Xihao, 2008):

1. Hitung semua nilai absolut selisih antara  $A_{i+1}$  dan  $A_i$  ( $i=1, \dots, n-1$ ) sehingga diperoleh rata-rata nilai absolut selisih.
2. Tentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval.
3. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis pada Tabel 2.3.

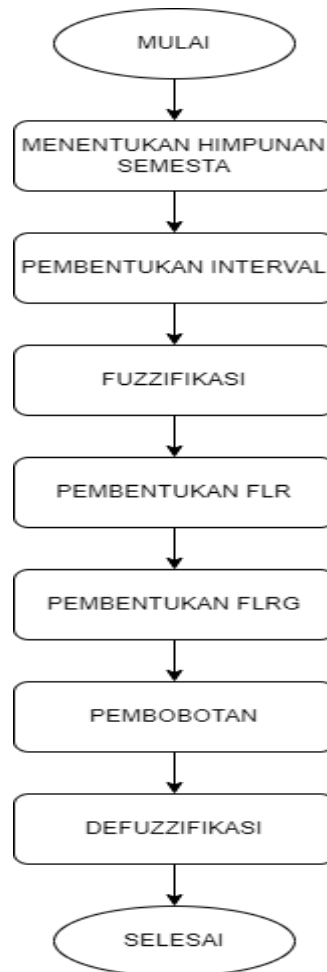
**Tabel 2.3 Basis Interval**

Jangkauan	Baris
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
10.1 – 100	10
100.1 – 1000	100

4. Panjang Interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

#### **2.2.3.4. Langkah-langkah Perhitungan**

Pada bagian ini akan dijelaskan Langkah-langkah perhitungan fuzzy time series berdasarkan referensi dari beberapa literatur yang terbagi dalam tujuh langkah seperti pada Gambar 2.11 berikut:



**Gambar 2.11** Diagram Alir Fuzzy Time Series

#### 2.2.3.4.1. Menentukan Himpunan Semesta

Menentukan himpunan semesta merupakan penentuan nilai terkecil dan nilai terbesar dari keseluruhan data historis. Himpunan semesta didefinisikan sebagai  $U$  dengan persamaan 2.8 (S. M. Chen, 1996) berikut:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (2.8)$$

Dimana  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  merupakan nilai terkecil dan terbesar dari data historis,  $D_1$  dan  $D_2$  merupakan bilangan bulat positif yang bebas ditentukan oleh peneliti untuk memperkirakan batas atas dan batas bawah himpunan.

#### 2.2.3.4.2. Pembentukan Interval

Pada penelitian ini akan menggunakan metode berbasis rata-rata (averagebased) dalam pembentukan intervalnya. Adapun langkah-langkah

pembentukan interval dengan berbasis rata-rata yaitu pertama mencari rata-rata selisih absolut pada data historis antara data $i+1$  dan data ( $i = 1,2,3, \dots, n$ ). Setengah dari rata-rata yang telah didapat merupakan panjang interval, yang akan dibulatkan berdasarkan basis pada Tabel 2.3. Setelah mendapat panjang interval lalu selanjutnya menentukan jumlah interval kelas  $U_i$  dengan menggunakan persamaan 2.9 berikut:

$$K = \frac{(D_{max}+D_2)-(D_{min}-D_1)}{I} \quad (2.9)$$

Dimana  $K$  merupakan jumlah kelas,  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  merupakan nilai terkecil dan terbesar dari data historis dan  $I$  adalah panjang interval.

#### 2.2.3.4.3. Menentukan Himpunan-Himpunan *Fuzzy*

Untuk menentukan himpunan-himpunan fuzzy, pertama menentukan derajat keanggotaan  $u_{ij}$  berdasarkan aturan sebagaimana persamaan 2.10 berikut:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 ; i = j \\ 0,5 ; j = i \text{ atau } j = i + 1 \\ 0 ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.10)$$

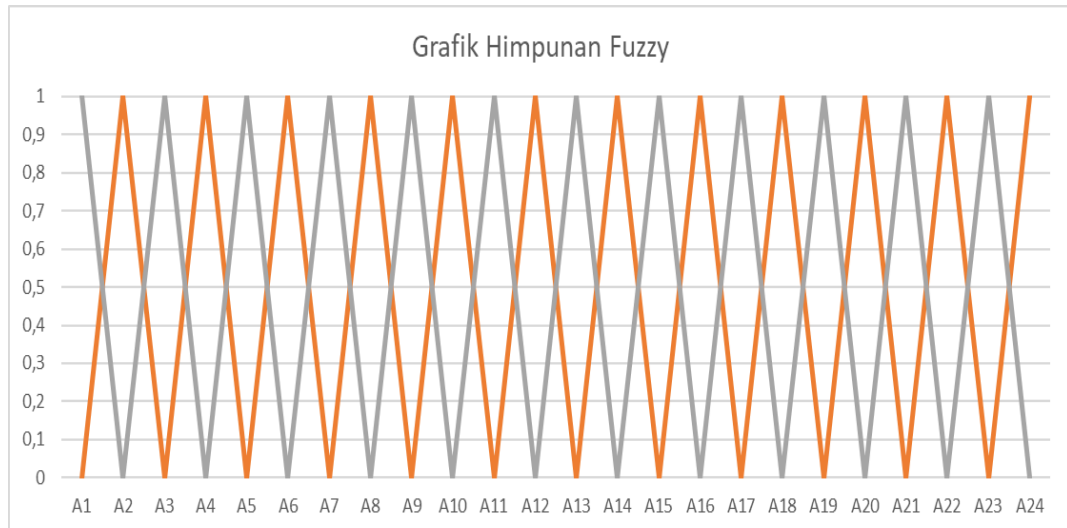
Setelah didapatkan derajat keanggotaan  $u_i$ , Langkah selanjutnya yaitu menentukan himpunan-himpunan *fuzzy* seperti berikut (Ningrum dkk, 2018):

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + \dots + 0/u_n \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + \dots + 0/u_n \\ &\vdots \\ A_n &= 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 1/u_n \end{aligned} \quad (2.11)$$

#### 2.2.3.4.4. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses pengubahan setiap data historis dari keanggotaan himpunan suatu bobot konvensional ke dalam keanggotaan himpunan bilangan fuzzy (fuzzy sets). Proses fuzzifikasi memerlukan suatu fungsi keanggotaan fuzzy untuk mendapatkan derajat keanggotaan suatu bobot skor ke dalam suatu himpunan (kelas). Contoh grafik himpunan fuzzy pada Gambar 2.12 berikut:





**Gambar 2.12** Grafik Himpunan Fuzzy

#### 2.2.3.4.5. Pembentukan *Fuzzy Logic Relationship*

Fuzzy logic relationship merupakan sebuah hubungan antar data yang telah melalui tahap fuzzifikasi pada data historis. Dua fuzzifikasi yang berurutan  $A_i(t-1)$  dan  $A_j(t)$  dapat dijadikan kedalam sebuah fuzzy logic relationship dengan notasi  $A_i \rightarrow A_j$  dimana  $A_i$  merupakan current state atau left hand side (LHS) dan  $A_j$  merupakan next state atau right hand side (RHS). Contoh pembentukan fuzzy logic relationship (FLR) pada Tabel 2.4 berikut:

**Tabel 2.4** *Fuzzy Logic Relationship*

No.	Fuzzifikasi	LHS	RHS	FLR
1.	$A_1$	-	-	-
2.	$A_2$	$A_1$	$A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$
3.	$A_2$	$A_2$	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
4.	$A_1$	$A_2$	$A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$
5.	$A_2$	$A_1$	$A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$
6.	$A_1$	$A_2$	$A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$
7.	$A_3$	$A_1$	$A_3$	$A_1 \rightarrow A_3$
8.	$A_3$	$A_3$	$A_3$	$A_3 \rightarrow A_2$

#### 2.2.3.4.6. Pembentukan *Fuzzy Logic Relationship Group*

Pembentukan fuzzy logic relationship group berdasarkan pada fuzzy logic relationship yang telah terbentuk sebelumnya. Semua fuzzy logic relationship yang memiliki current state atau left hand side yang sama akan digabung menjadi satu fuzzy logic relationship group yang sama. Pada Tabel 3.2 dapat dilihat fuzzy logic relationship  $A_1 \rightarrow A_2$  dan  $A_1 \rightarrow A_3$  memiliki left hand side yang sama yaitu  $A_1$  yang kemudian akan digabung menjadi satu fuzzy logic relationship group yaitu  $G_1$  dengan notasi  $G_1 : A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_3$ . Pembentukan fuzzy logic relationship group berdasarkan fuzzifikasi pada Tabel 2.4 dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

**Tabel 2.5** *Fuzzy Logic Realationship Group*

FLRG	
G1	$A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_3$
G2	$A_2 \rightarrow A_2, A_1, A_1$
G3	$A_3 \rightarrow A_3$

#### 2.2.3.4.7. Pembobotan

Pembobotan dihitung berdasarkan seberapa banyak perulangan yang terjadi pada setiap group pada fuzzy logic relationship group. Contoh pembobotan berdasarkan fuzzy logic relationship group pada Tabel 2.5 dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut:

**Tabel 2.6** Pembobotan

Group	Perulangan	Pembobotan
G1	$A_1 \rightarrow A_2 = 2 ; A_1 \rightarrow A_3 = 1$	$W_1 = \frac{2}{3} ; W_2 = \frac{1}{3}$
G2	$A_2 \rightarrow A_1 = 2 ; A_2 \rightarrow A_2 = 1$	$W_1 = \frac{2}{3} ; W_2 = \frac{1}{3}$
G3	Tidak ada perulangan	Tidak ada pembobotan

Pada Tabel 2.6 dapat dilihat jumlah dari perulangan *fuzzy logic relationship* di setiap group beserta bobot yang terbentuk. Di sisi lain tidak ada pembobotan pada  $G_3$  karena  $A_3$  hanya memiliki satu relasi yaitu relasi dengan  $A_3$ .

#### 2.2.3.4.8. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses menghitung nilai peramalan dari fuzzifikasi current state pada masing-masing group yang telah terbentuk. Hasil dari defuzzifikasi akan menjadi nilai peramalan pada setiap data pada data historis. Rumus defuzzifikasi dapat dilihat pada persamaan 2.12 berikut (C. H. Cheng, 2008):

$$F = m \cdot w \quad (2.12)$$

Dimana  $F$  adalah nilai *initial forecasting*,  $m$  merupakan nilai tengah dari setiap relasi *next state* fuzzifikasi dan  $w$  merupakan nilai pembobotannya. Pada Tabel 2.6 dapat dilihat bahwa  $G1$  memiliki *current state* yaitu  $A1$  dan relasi *next state*  $A2$  dan  $A3$  sehingga untuk menghitung nilai peramalan dari fuzzifikasi  $A1$  yaitu dengan perhitungan berikut:

$$F_1 = [m_2, m_3] \cdot [W_1, W_2]$$

$$F_1 = [m_2, m_3] \cdot \left[ \frac{2}{3}, \frac{1}{3} \right]$$

$$F_1 = \frac{2}{3} m_2 + \frac{1}{3} m_3$$

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  $u_i$ , maka nilai peramalan ( $F_i$ ) adalah nilai tengah dari  $u_i$ , atau didefinisikan dengan  $m_i$ .

Jika fuzzifikasi ke- $i$  adalah  $A_i$ , dan  $A_i$  hanya memiliki satu FLR yaitu  $A_i \rightarrow A_j$  maka nilai peramalan ( $F_i$ ) adalah nilai tengah dari  $A_j$ . (Fahmi dkk, 2013).

### 2.3. Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang berorientasi objek dinamis, dapat digunakan untuk bermacam macam pengembangan perangkat lunak. Python menyediakan dukungan yang kuat untuk integrasi dengan bahasa pemrograman lain dan alat-alat bantu lainnya. Python hadir dengan pustaka-pustaka standar yang dapat diperluas serta dapat dipelajari hanya dalam beberapa hari. Bahasa pemrograman yang interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas,

kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif.

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990-an di CWI, Amsterdam sebagai kelanjutan dari bahasa pemrograman ABC. Versi terakhir yang dikeluarkan CWI adalah 1.2. Tahun 1995, Guido pindah ke CNRI sambil terus melanjutkan pengembangan Python. Versi terakhir yang dikeluarkan adalah 1.6. Tahun 2000, Guido dan para pengembang inti Python pindah ke Be Open.com yang merupakan sebuah perusahaan komersial dan membentuk Be Open Python Labs. Python 2.0 dikeluarkan oleh Be Open. Setelah mengeluarkan Python 2.0, Guido dan beberapa anggota tim Python Labs pindah ke Digital Creations. Saat ini pengembangan Python terus dilakukan oleh sekumpulan programmer yang dikoordinir Guido dan Python Software Foundation. Python Software Foundation adalah sebuah organisasi non-profit yang dibentuk sebagai pemegang hak cipta intelektual Python sejak versi 2.1 dan dengan demikian mencegah Python dimiliki oleh perusahaan komersial. Saat ini distribusi Python sudah mencapai versi 2.7.13 dan versi 3.6.0. Nama Python dipilih oleh Guido sebagai nama bahasa ciptaannya karena kecintaan Guido pada acara televisi *Monty Python's Flying Circus*. Oleh karena itu seringkali ungkapan-ungkapan khas dari acara tersebut seringkali muncul dalam korespondensi antar pengguna Python.

## **2.4. Pengujian Hasil Peramalan**

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan pengujian hasil prediksi, salah satunya adalah metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Squared Error* (MSE). MAPE dan MSE sering digunakan dalam mengetahui ketepatan suatu metode peramalan dalam memodelkan data deret waktu, semakin kecil hasil dari MAPE atau MSE maka semakin akurat pula hasil prediksi dari suatu metode peramalan tersebut.

### **2.4.1. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan (Sungkawa dan Tri, 2011). MAPE dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu dan kemudian nilai tersebut dirata-ratakan. MAPE mengindikasikan seberapa besar

kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata. Perhitungan MAPE dapat dilakukan dengan persamaan 2.13 sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \quad (2.13)$$

dengan

$n$  = banyak data

$X_t$  = data observasi nyata pada waktu  $t$

$\hat{X}_t$  = data hasil peramalan pada waktu  $t$