

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan statusnya sebagai negara kepulauan yang sangat luas dan jumlah penduduk yang besar, dihadapkan dengan masalah transportasi. Permintaan akan jasa transportasi udara terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kesejahteraan masyarakat. Angkutan udara mempunyai peranan sangat dominan, terutama jika dikaitkan dengan kebutuhan akan waktu tempuh yang singkat, pilihan satu-satunya adalah transportasi udara (BPS, 2017).

Bandar udara memiliki peran sebagai pintu gerbang kegiatan perekonomian dalam upaya pemerataan pembangunan. Pertumbuhan dan stabilitas ekonomi serta keselarasan pembangunan nasional ditunjang oleh bandar udara. Pembangunan daerah yang digambarkan sebagai lokasi dan wilayah di sekitar bandara, yang menjadi pintu masuk dan keluar kegiatan perekonomian untuk daerah yang bersangkutan. Bandar udara juga menjadi pendorong dan penunjang kegiatan industri, perdagangan dan pariwisata dalam menggerakkan dinamika pembangunan nasional, serta keterpaduan dengan sektor pembangunan lainnya (Khaerunnisa, 2017).

Bandar udara menjadi salah satu fasilitas umum yang mengalami perkembangan pesat dalam penggunaannya, dimana berdasarkan data yang dirilis *Airports Council International (ACI)* pada 20 September 2018 menyatakan secara umum di seluruh dunia, jumlah penumpang pesawat udara meningkat 7,5%

menjadi 8,3 miliar orang pada tahun 2017. Permintaan akan jasa transportasi udara yang terus meningkat berbanding lurus dengan pertumbuhan penggunaan transportasi udara yang meningkat, dimana pada tahun 2017 Badan Pusat Statistik (BPS) dalam Publikasi Statistik Transportasi Udara 2017, menyatakan bahwa jumlah keberangkatan penumpang untuk dalam negeri secara keseluruhan terjadi peningkatan 8,87%, serta keberangkatan penumpang untuk tujuan luar negeri secara keseluruhan naik 12,59%.

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin–Makassar adalah bandar udara yang terletak 30 km dari Kota Makassar, provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan data lalu lintas pergerakan angkutan udara di Bandar udara Internasional Sultan Hasanuddin-Makassar, pada tahun 2011 jumlah pergerakan pesawat sebesar 72.763 keberangkatan atau naik 12,10% dibandingkan dengan tahun 2010 yaitu 64.908 keberangkatan, jumlah pergerakan penumpang pada tahun 2011 sebesar 7.454.361 orang atau naik 13,86% dibandingkan tahun 2010 yaitu 6.546.831 orang, jumlah pergerakan bagasi tahun 2011 sebesar 61.447.725 kg atau naik 13,25% dibandingkan tahun 2010 yaitu 54.254.220 kg (Nurrasjid, 2013).

Kegiatan peramalan atau prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan oleh seorang peneliti dalam memperkirakan kejadian di masa yang akan datang dengan menggunakan pendekatan ilmu tertentu. Dewasa ini beberapa penelitian mengenai kegiatan prediksi berkembang menggunakan beberapa metode dalam menentukan hasil analisis yang paling tepat. Penelitian mengenai prediksi pada umumnya menggunakan data deret waktu (*time series*). Data deret waktu adalah rangkaian

data yang berupa nilai pengamatan yang diukur selama kurun waktu tertentu, berdasarkan waktu dengan interval yang *uniform* sama (Murray & Larry, 2007 dalam Nugroho, 2016).

Menurut Nugroho (2016) kelebihan *fuzzy time series* antara lain adalah proses perhitungannya tidak membutuhkan sistem yang rumit seperti pada algoritma genetika dan jaringan syaraf, sehingga tentunya lebih mudah dikembangkan. Selain itu metode ini juga dapat menyelesaikan masalah peramalan data historis berupa nilai-nilai linguistik. Modifikasi juga dapat dilakukan terhadap algoritma penelitian *fuzzy time series*, seperti *fuzzy time series* Chen dan *fuzzy time series* Cheng.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya mengenai prediksi atau peramalan data *time series* yang menggunakan *fuzzy time series*, yaitu penelitian yang dilakukan Desmonda, dkk, (2018) yang bertujuan untuk memprediksi besaran curah hujan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan akurasi sebesar 99,849% dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 0,151%. Pambudi, dkk, (2018) melakukan penelitian yang bertujuan untuk memprediksi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menggunakan *fuzzy time series* menunjukkan hasil dengan akurasi yang cukup baik dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 0,04777038 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 5.404564. Dari penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan *fuzzy time series* pada suatu prediksi data menghasilkan nilai *error* yang relatif kecil.

Berdasarkan penjelasan diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Prediksi Jumlah Penumpang Menggunakan *Fuzzy Time Series*”.

Peneliti berniat untuk mengetahui secara pasti penggunaan *fuzzy time series* pada suatu prediksi data.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan *fuzzy time series*.
2. Bagaimana analisis akurasi prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan *fuzzy time series*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Membuat prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan *fuzzy time series*.
2. Melakukan analisis mengenai akurasi prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan *fuzzy time series*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijelaskan, manfaat penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui prediksi jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan *fuzzy time series*, sehingga pengetahuan tersebut dapat menjadi sumber informasi dan pertimbangan untuk pembuatan kebijakan maupun strategi untuk pengembangan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin kedepannya.
2. Hasil penelitian dapat menjadi bahan bacaan mengenai penggunaan *fuzzy time series* pada suatu prediksi data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai peramalan menggunakan *fuzzy time series* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berikut beberapa penelitian terdahulu berkenaan dengan *fuzzy time series* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya Mengenai *Fuzzy Time Series*

NO	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Seng Hansun	2012	Peramalan Data IHSG Menggunakan <i>Fuzzy Time Series</i>	<i>Fuzzy time series</i>	Menghasilkan <i>MAPE</i> sebesar 0,04777038 dan <i>MSE</i> sebesar 5.404564
2	Diera Desmonda, Tursina dan M Azhar Irwansyah	2018	Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i>	<i>Fuzzy time series</i>	Menghasilkan akurasi sebesar 99,849% dengan nilai <i>MAPE</i> sebesar 0,151%
3	Ahmad Bastomi Wijaya, Candra Dewi dan Bayu Rahayudi	2018	Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode <i>High Order Fuzzy Time Series Multi Factors</i>	<i>High order fuzzy time series multi factors</i>	Menghasilkan nilai <i>MSE</i> sebesar 539,698
4	Aria Bayu Elfajar, Budi Darma Setiawan dan Candra Dewi	2017	Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode <i>Time Invariant Fuzzy Time Series</i>	<i>Time invariant fuzzy time series</i>	Menghasilkan nilai <i>error AFER</i> terbaik sebesar 0,0056%

Hansun (2012) melakukan penelitian yang bertujuan untuk memprediksi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menggunakan *fuzzy time series*

menunjukkan hasil dengan akurasi yang cukup baik dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 0,04777038 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 5.404564. Penelitian tersebut memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yaitu pada data yang digunakan, dimana penelitian tersebut menggunakan data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), sedangkan penelitian yang dilakukan penulis menggunakan data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.

Penelitian yang dilakukan Desmonda, dkk, (2018) bertujuan untuk memprediksi besaran curah hujan menggunakan *fuzzy time series*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan akurasi sebesar 99,849% dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 0,151% . Penelitian tersebut memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yaitu pada data yang digunakan, dimana penelitian tersebut menggunakan data curah hujan, sedangkan penelitian yang dilakukan penulis menggunakan data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.

Penelitian yang dilakukan Wijaya, dkk, (2018) bertujuan melakukan peramalan curah hujan menggunakan metode *high order fuzzy time series multi factors*. Berdasarkan hasil Penelitian diperoleh nilai *MSE* sebesar 539,698, dimana nilai tersebut diperoleh dari pengujian pengaruh jumlah data *training* terhadap nilai *MSE*. Penelitian tersebut memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yaitu pada data dan metode yang digunakan, dimana penelitian tersebut menggunakan data curah hujan Kabupaten Malang dari tahun 2011 sampai tahun 2016 dengan menggunakan metode *high order fuzzy time series*

multi factors, sedangkan penelitian yang dilakukan penulis menggunakan data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *fuzzy time series*.

Penelitian yang dilakukan Elfajar, dkk, (2017) bertujuan untuk melakukan peramalan jumlah kunjungan wisatawan Kota Batu menggunakan metode *time invariant fuzzy time series*. Penelitian tersebut memperoleh hasil nilai rata-rata *error* AFER terbaik sebesar 0,0056% dengan menggunakan 60 data *training*. Penelitian tersebut memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yaitu pada data dan metode yang digunakan, dimana penelitian tersebut menggunakan data jumlah kunjungan wisatawan kota Batu dengan menggunakan metode *time invariant fuzzy time series*, sedangkan penelitian yang dilakukan penulis menggunakan data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *fuzzy time series*.

2.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lothfi A. Zadeh, seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Barkeley, melalui tulisannya pada tahun 1965. Logika *fuzzy* umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian. Logika *fuzzy* dikembangkan dari teori himpunan. Dalam teori himpunan *fuzzy*, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya terletak di dalam selang $[0,1]$ (Munir, 2012).

Secara umum logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi “berhitung” dengan variabel kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti menghitung dengan bilangan

(Naba, 2009) . Menurut Yulmaini (2015) ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, konsep matematik yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* dapat dibangun dan diaplikasikan berdasarkan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
5. Logika *fuzzy* dapat digunakan pada sistem kendali secara konvensional.
6. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

2.2.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* yaitu himpunan yang mendefinisikan bahwa suatu objek dapat menjadi bagian dari beberapa himpunan, dengan masing-masing bagian memiliki nilai keanggotaan berbeda (Dernoncourt, 2013). Misalnya terdapat seorang pria berumur 40 tahun yang usianya akan dinyatakan dalam himpunan *fuzzy*, maka kategori usia orang tersebut dapat dinyatakan dengan 60% tua dan 40% muda (Pambudi, dkk., 2018). Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu linguistik dan numeris. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu kondisi, misalnya muda, parobaya dan tua. Numeris, yaitu ukuran dari suatu variabel seperti 30,40,55 dan 65 (Kholifah, 2018).

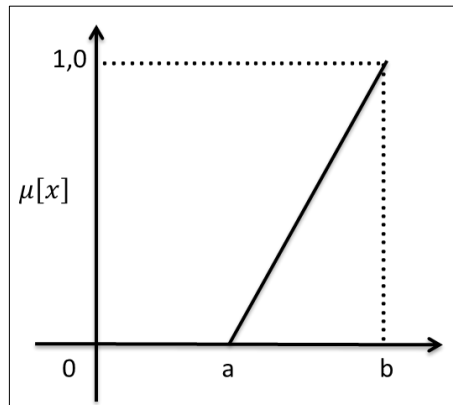
2.2.2 Fungsi Keanggotaan

Pada tahun 1965, Lofti A. Zadeh memperkenalkan fungsi keanggotaan lewat *paper* penelitiannya yang berjudul *Fuzzy Sets*. Fungsi keanggotaan menentukan *fuzziness* atau tingkat kekaburan anggota pada himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Abrori dan Primahayu, 2012). Beberapa fungsi yang bisa digunakan antara lain representasi kurva linear, representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

1. Representasi kurva linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan *fuzzy* yang linear yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.

Kurva linear naik dimulai pada nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Representasi linear naik ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

Notasi matematika fungsi keanggotaan dengan representasi linear naik ditunjukkan pada Persamaan (2.1).

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x < a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x > b \end{cases} \quad (2.1)$$

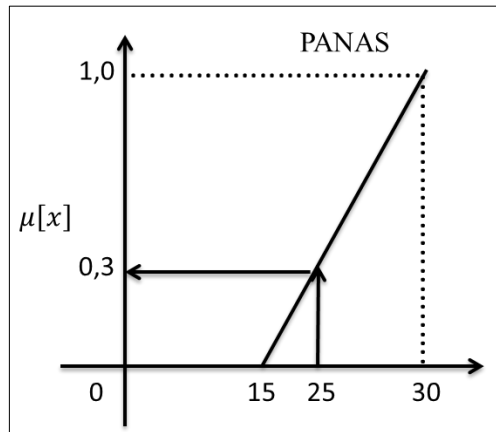
Contoh 1:

Diketahui variabel Temperatur dengan semesta pembicaraan dari nilai 0°C sampai 30°C. Terdapat satu buah himpunan Panas dengan domain dari 15°C sampai 30°C. Berapa derajat keanggotaan ($\mu [x]$) untuk 20°C?

Karena nilai x adalah 20°C dan berada diantara nilai a dan b maka rumus yang digunakan adalah $\mu [x] = (x - a) / (b - a)$.

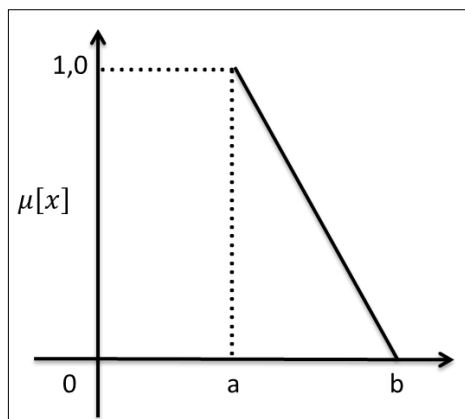
$$\begin{aligned} \mu_{Panas}[20^\circ\text{C}] &= \left(\frac{20^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}}{30^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}} \right) \\ &= \left(\frac{5^\circ\text{C}}{15^\circ\text{C}} \right) = 0,3 \end{aligned}$$

Maka derajat keanggotaan 20°C terhadap himpunan Panas adalah 0,3, yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Representasi Linear Naik untuk Contoh 1

Kurva turun merupakan kebalikan dari linear naik. Garis lurus dimulai dari nilai dominan dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Representasi kurva turun ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Representasi Linear Turun

Notasi matematika fungsi keanggotaan representasi linear turun ditunjukkan pada Persamaan 2.2.

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x < a \\ 0; & x > b \end{cases} \quad (2.2)$$

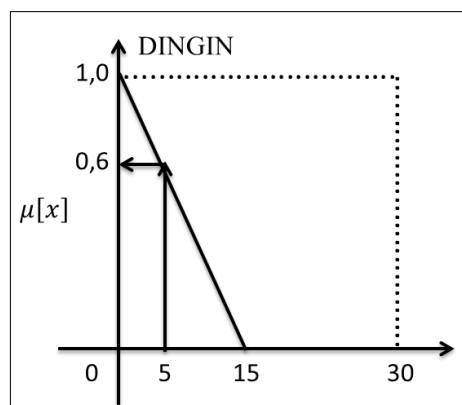
Contoh 2:

Diketahui variabel Temperatur dengan semesta pembicaraan dari nilai 0°C sampai 30°C. Terdapat satu buah himpunan Dingin dengan domain dari 0°C sampai 15°C. Berapa derajat keanggotaan ($\mu [x]$) untuk 5°C?

Karena nilai x adalah 5°C dan berada diantara nilai a dan b jadi rumus yang digunakan adalah $\mu [x] = (b - x) / (b - a)$.

$$\begin{aligned}\mu_{Dingin}[5^{\circ}\text{C}] &= \left(\frac{15^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}}{15^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}} \right) \\ &= \left(\frac{10^{\circ}\text{C}}{15^{\circ}\text{C}} \right) = 0,6\end{aligned}$$

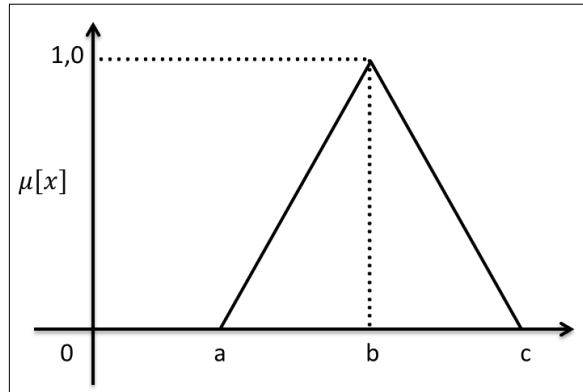
Maka derajat keanggotaan 5°C terhadap himpunan Dingin adalah 0,6. Yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi Linear Turun untuk Contoh 2

2. Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis linear. Dalam fungsi segitiga hanya terdapat satu nilai x yang memiliki derajat keanggotaan 1, yaitu ketika $x = b$. Representasi kurva segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Segitiga

Notasi matematika fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga ditunjukkan pada Persamaan 2.3.

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

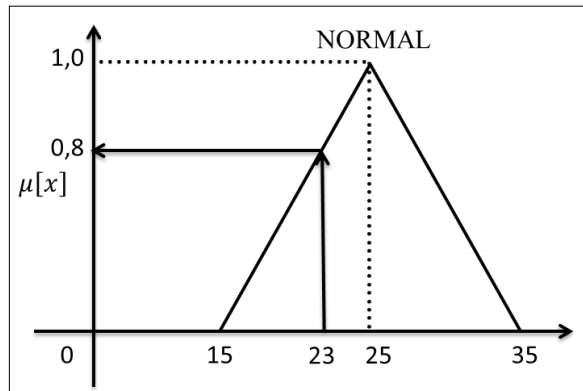
Contoh 3:

Diketahui variabel Temperature dengan himpunan Normal yang memiliki domain dari 15°C sampai 35°C. Berapa derajat keanggotaan untuk 23°C terhadap himpunan Normal ?

Karena nilai x adalah 23°C dan berada diantara nilai a dan b jadi rumus yang digunakan adalah $\mu[x] = (x - a) / (b - a)$.

$$\begin{aligned} \mu_{Normal}[23^{\circ}\text{C}] &= \left(\frac{23^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}}{25^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}} \right) \\ &= \left(\frac{8^{\circ}\text{C}}{10^{\circ}\text{C}} \right) = 0,8 \end{aligned}$$

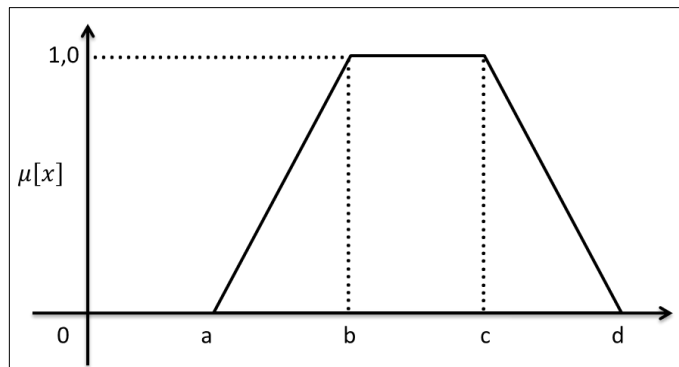
Maka derajat keanggotaan 23°C terhadap himpunan Normal adalah 0,8, yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.6 Representasi Kurva Segitiga untuk Contoh 3

3. Representasi kurva trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Kurva naik dari domain a yang bernilai nol ke titik yang lebih tinggi, kemudian dari titik b ke c terjadi kurva datar, dari c ke d kurva linear turun. Representasi kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium

Notasi matematika fungsi keanggotaan dengan representasi kurva trapesium ditunjukkan pada Persamaan (2.4).

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a, x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

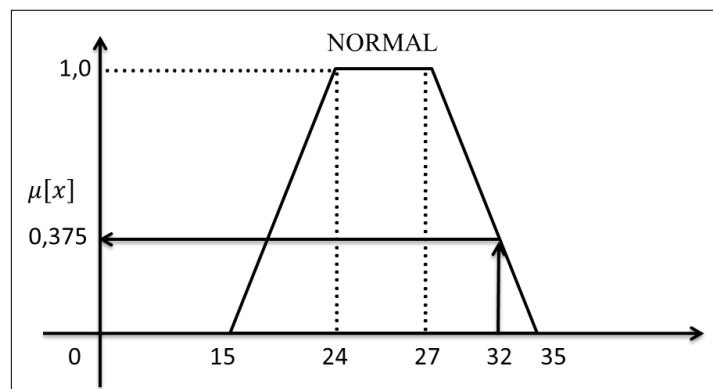
Contoh 4:

Fungsi keanggotaan pada variabel Temperatur ruangan memiliki semesta pembicaraan 0°C sampai 35°C . Terdapat himpunan Normal yang mempunyai domain dari 24°C sampai 27°C . Berapa derajat keanggotaan untuk 32°C ?

Karena nilai x adalah 32 dan berada diantara nilai c dan d jadi rumus yang digunakan adalah $\mu[x] = (d - x) / (d - c)$.

$$\begin{aligned} \mu_{Normal}[32^{\circ}\text{C}] &= \left(\frac{35^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}}{35^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}} \right) \\ &= \left(\frac{3^{\circ}\text{C}}{8^{\circ}\text{C}} \right) = 0,375 \end{aligned}$$

Maka derajat keanggotaan 32°C terhadap himpunan normal adalah 0,375, yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Representasi Kurva Trapesium untuk Contoh 4

2.3 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk meramalkan jumlah pendaftar di suatu universitas. *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 (Anwary, 2011).

Metode ini digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan. Hal yang membedakan antara *fuzzy time series* dengan *time series* konvensional adalah nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan *real* atas himpunan semesta yang ditentukan (Anwary, 2011).

2.3.1 Fuzzy Time Series Cheng

Cara untuk menentukan interval pada metode Cheng adalah dengan menggunakan *fuzzy logical relationship (FLR)* dengan memasukkan semua hubungan (*relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan *FLR* yang sama. Metode ini juga menerapkan peramalan adaptif untuk menghasilkan nilai perkiraan konklusif dalam memodifikasi peramalan (Yulianawati, 2018). Tahapan-tahapan dalam peramalan dengan *fuzzy time series* Cheng adalah sebagai berikut (Cheng, 2008):

1. Pendefinisian semesta pembicaraan (*universe of discourse*) yang dinotasikan sebagai U . Pendefinisian semesta pembicaraan dilakukan dengan mengambil nilai minimum sebagai nilai *Min* dan nilai maksimum sebagai nilai *Max*.

Kemudian semesta pembicaraan dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak atau lebar yang sama. Bila ada jumlah data dalam suatu interval lebih besar dari nilai rata-rata dari banyaknya data tiap interval, maka interval tersebut dibagi menjadi dua interval yang lebih kecil. Himpunan semesta pembicaraan dinotasikan pada Persamaan (2.5), penentuan interval dapat menggunakan Persamaan (2.6) dan penentuan lebar interval dapat menggunakan Persamaan (2.7).

$$U = [Min, Max] \quad (2.5)$$

$$K = 1 + 3,3 \times \log(n) \quad (2.6)$$

$$Lebar\ Interval = \frac{Max-Min}{K} \quad (2.7)$$

2. Pendefinisian himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_k adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k ditunjukkan pada Persamaan (2.8).

$$A_1 = \frac{a_{11}}{u_1} + \frac{a_{12}}{u_2} + \dots + \frac{a_{1m}}{u_m}$$

$$A_2 = \frac{a_{21}}{u_1} + \frac{a_{22}}{u_2} + \dots + \frac{a_{2m}}{u_m}$$

hingga,

$$A_k = \frac{a_{k1}}{u_1} + \frac{a_{k2}}{u_2} + \dots + \frac{a_{km}}{u_m} \quad (2.8)$$

Dimana a_{ij} menandakan derajat keanggotaan dari u_j dalam himpunan *fuzzy* A_i .

3. Penetapan relasi *fuzzy logic* berdasarkan data historis. Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan *fuzzy* yang berurutan $A_i(t - 1)$ dan $A_j(t)$ dapat dinyatakan sebagai *FLR* $A_i \rightarrow A_j$.
4. Pengklasifikasian relasi *fuzzy logic* dengan *all relationship*. *FLR* yang memiliki *left hand side (LHS)* yang sama dapat dikelompokkan menjadi *group FLR*. Misalnya $A_i \rightarrow A_j$, $A_i \rightarrow A_k$, $A_i \rightarrow A_m$ dapat dikelompokkan menjadi $A_i \rightarrow A_j, A_k, A_m$. Semua *group FLR* dengan *LHS* yang sama dapat dinyatakan dalam bentuk matriks.
5. Penetapan bobot pada kelompok relasi *fuzzy logic*. Misal terdapat suatu urutan *FLR* yang sama, yaitu:

$(t = 1) A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1
 $(t = 2) A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2
 $(t = 3) A_3 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3
 $(t = 4) A_4 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 4
 $(t = 5) A_5 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 5

dimana t menyatakan waktu.
6. Pentransferan bobot pada tahap 5 ke dalam matriks pembobotan yang telah dinormalisasi ($W_n(t)$) dengan Persamaan (2.9).

$$\begin{aligned}
 W_n(t) &= [W'1, W'2, \dots, W'k] \\
 &= \left[\frac{W_1}{\sum_{k=1}^1 W_k}, \frac{W_2}{\sum_{k=1}^1 W_k} \dots \frac{W_k}{\sum_{k=1}^1 W_k} \right]
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

7. Penghitungan hasil peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobotan $(W(t))$ yang telah dinormalisasikan menjadi $W_n(t)$ tersebut kemudian dikalikan dengan matriks defuzzifikasi yaitu L_{df} . $L_{df} = [m_1, m_2, m_3]$ dimana m_k adalah nilai tengah dari tiap-tiap interval. Cara untuk menghitung nilai peramalan ditunjukkan pada Persamaan (2.10).

$$F_t = L_{df(t-1)} W_n(t-1) \quad (2.10)$$

8. Penerapan persamaan peramalan adaptif untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Persamaan peramalan adaptif didefinisikan dalam Persamaan (2.11).

$$\text{Peramalan Adaptif}(t) = P(t-1) + h \times (F(t) - P(t-1)) \quad (2.11)$$

$P(t-1)$ adalah harga pada saat $t-1$, h adalah parameter tertimbang dan $F(t)$ adalah nilai peramalan awal.

2.4 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin dengan yang akan terjadi (Herdianto, 2013).

Pengertian prediksi adalah sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan. Prediksi bisa berdasarkan metode ilmiah

ataupun subjektif belaka. Sebagai contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan termasuk oleh satelit. Begitupun prediksi gempa, gunung meletus ataupun bencana secara umum. Namun, prediksi seperti pertandingan sepakbola, olahraga umumnya berdasarkan pandangan subjektif dengan sudut pandang sendiri untuk memprediksinya (Ririanti, 2014).

Menurut Makridakis (1995) ada empat jenis pola data dalam peramalan atau prediksi yaitu:

1. *Trend*, pola data *trend* menunjukkan pergerakan data cenderung meningkat atau menurun dalam waktu yang lama.
2. *Seasonality* (musiman), pola data musiman terbentuk karena faktor musiman, seperti cuaca dan liburan.
3. *Cycles* (Siklus), pola data siklus terjadi jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun dipengaruhi oleh faktor politik, perubahan ekonomi (ekspansi atau kontraksi) yang dikenal dengan siklus usaha.
4. *Horizontal/Stasionary/Random variation*, pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, *trend* ataupun siklus.

2.5 Data Runtun Waktu (*Time Series*)

Data runtun waktu (*time series*) merupakan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya harian, bulanan, mingguan, tahunan, dan lain-lain. Contoh data *time series* adalah data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (*kurs*), data produksi, dan lain sebagainya. Jika diamati

masing-masing data tersebut terkait dengan waktu (*time*) dan terjadi berurutan. Misalnya data produksi minyak sawit dari tahun 2000 hingga 2009, data *kurs* Rupiah terhadap dolar Amerika Serikat dari tahun 2000 – 2006, dan lain-lain. Dengan demikian maka akan sangat mudah untuk mengenali jenis data ini. Data *time series* juga sangat berguna bagi pengambil keputusan untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang. Karena diyakini pola perubahan data *time series* beberapa periode masa lampau akan kembali terulang pada masa kini (Haris, 2010).

2.6 K-fold Cross Validation

K-fold cross validation merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui rata-rata keberhasilan dari suatu sistem dengan cara melakukan perulangan dengan mengacak atribut masukan sehingga sistem tersebut teruji untuk beberapa atribut input yang acak. *K-fold cross validation* diawali dengan membagi data sejumlah *n-fold* yang diinginkan. Dalam proses *cross validation* data akan dibagi dalam *n* buah partisi dengan ukuran yang sama $D_1, D_2, D_3 \dots D_n$. selanjutnya proses *testing* dan *training* dilakukan sebanyak *n* kali. Dalam iterasi ke-*i* partisi D_i akan menjadi data *testing* dan sisanya akan menjadi data *training*. Untuk penggunaan jumlah *fold* terbaik untuk uji validitas, dianjurkan menggunakan 10-*fold cross validation* (Kohavi, 1995).

10-*fold cross validation* adalah salah satu *k-fold cross validation* yang direkomendasikan untuk pemilihan model terbaik karena cenderung memberikan estimasi akurasi yang kurang bias dibandingkan dengan *cross validation* biasa, *leave-one-out* dan *bootstrap*. Dalam 10-*fold cross validation*, data dibagi menjadi

10 *fold* berukuran kira-kira sama, sehingga kita memiliki 10 *subset* data untuk mengevaluasi kinerja model atau algoritma. Untuk masing-masing dari 10 *subset* data tersebut, *cross validation* akan menggunakan 9 *fold* untuk pelatihan dan 1 *fold* untuk pengujian seperti diilustrasikan pada Gambar 2.9.

[illegible]

Gambar 2.9 10-fold cross validation

(Sumber: Wibowo, 2017)

2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai *mean absolute percentage error (MAPE)* memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya, dan dinyatakan dengan Persamaan (2.12).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{x_t} \right|}{n} \times 100 \quad (2.12)$$

Dimana n adalah jumlah data dan e_t adalah nilai kesalahan ramalan yang diperoleh dari $x_t - \hat{x}_t$, nilai data aktual dinotasikan dengan x_t dan \hat{x}_t adalah nilai ramalannya (Hansun, 2012).

Semakin rendah nilai MAPE, maka dapat dikatakan model peramalan memiliki kemampuan yang baik. Signifikansi nilai untuk *MAPE* dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Chang, dkk, 2007).

Tabel 2.2 Signifikansi Nilai *MAPE*

MAPE	Signifikansi
<10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10-20%	Kemampuan peramalan baik
20-50%	Kemampuan peramalan layak / memadai
>50%	Kemampuan peramalan buruk


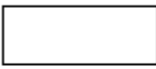






2.8 Flowchart

Menurut Sitorus (2015) *flowchart* menggambarkan urutan logika dari suatu prosedur masalah, sehingga *flowchart* merupakan langkah-langkah penyelesaian masalah yang dituliskan dalam simbol-simbol tertentu. Dengan menggunakan *flowchart* (diagram alir) maka seorang *programmer* dapat memberikan idenya secara tertulis sehingga dapat dipahami oleh *programmer* lain, oleh klien, atau oleh tim kerjanya. Ada dua bentuk *flowchart* yaitu program *flowchart* dan sistem *flowchart*.

1. Program *flowchart*, yaitu simbol-simbol *flowchart* yang digunakan untuk menggambarkan logik dari pemrosesan terhadap data. Simbol yang digunakan dalam program *flowchart* ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel Simbol Program *Flowchart*

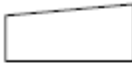

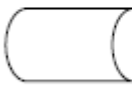


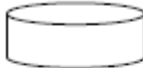



(Sumber: Suarga, 2012)

Simbol	Keterangan
	Terminator, mulai atau selesai.
	Proses, menyatakan proses terhadap data.
	Input/Output, menerima input atau menampilkan output.
	Seleksi/Pilihan, memilih aliran berdasarkan syarat.
	Predefined-Data, definisi awal dari variabel atau data.
	Predefined-Process, lambang fungsi atau sub-program.
	Connector, penghubung.
	Off-page Connector, penghubung penghubung pada halaman yang berbeda

2. Sistem *flowchart*, merupakan simbol-simbol peralatan sistem komputer yang digunakan untuk menyatakan proses pengolahan data. Simbol yang digunakan dalam sistem *flowchart* ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.4 Tabel Simbol Sistem *Flowchart*

(Sumber: Suarga, 2012)

Simbol	Keterangan
	Keyboard
	Printer
	File/Storage
	Display/Monitor
	Magnetic Tape
	Magnetic Disk
	Sorting
	Extract
	Merge

Dalam menyusun *flowchart* terdapat teknik-teknik pembuatan *flowchart*, yaitu *General Way* dan *Iteration Way*.

1. *General Way*, cara ini sering digunakan dalam penyusunan logika suatu program, yang menggunakan pengulangan proses secara tidak langsung (*Non-Direct Loop*).
2. *Iteration Way*, cara ini sering dipakai untuk logika program yang cepat, serta bentuk permasalahan yang kompleks, pengulangan proses yang terjadi bersifat langsung (*Direct Loop*).

