

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Terkait

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terkait *Forecasting* khususnya dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dari berbagai objek yang berbeda, beberapa penelitian diantaranya sebagai berikut :

Pada penelitian Putra (2017) menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Chen untuk uji coba peramalan dengan menggunakan parameter umum yaitu menentukan jumlah dan lebar interval secara otomatis menggunakan aturan Sturges untuk menentukan jumlah interval dan menentukan lebar interval, dari persamaan tersebut menghasilkan 6 jumlah interval dan lebar interval adalah 871,5. Dilakukan pengujian dengan menghitung error rata-rata menggunakan AFER sehingga hasil error yang dihasilkan adalah 0.0025%. Dalam penelitian ini menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Chen Uji coba peramalan dengan menggunakan parameter umum yaitu menentukan jumlah dan lebar interval secara otomatis menggunakan aturan Sturges untuk menentukan jumlah interval dan menentukan lebar interval, dari persamaan tersebut menghasilkan 6 jumlah interval dan lebar interval adalah 871,5. Dilakukan pengujian dengan menghitung error rata-rata menggunakan AFER sehingga hasil error yang dihasilkan adalah 0.0025%. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data jumlah penduduk perbulan, dari tahun 2014 sampai dengan 2016. untuk melihat tingkat akurasi penelitian Algoritma Fuzzy Time Series Model Chen dalam memprediksi jumlah penduduk berdasarkan nilai error dari AFER.

Pada penelitian Pernama, Martelani, Alena (2017) ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penduduk kota Tanjungpinang menggunakan metode exponential smoothing. Penelitian ini menggunakan data penduduk tahun 2014-2016 dengan variabel penelitian yaitu bulan, tahun dan jumlah penduduk. Sebelum melakukan prediksi terlebih dahulu dengan memasukkan nilai alpha secara acak untuk menghasilkan nilai bobot terakhir dengan nilai MSE terkecil. Hasil prediksi dengan nilai alpha 0,1 menghasilkan nilai MSE 0,3154 dan alpha 0,2 dengan nilai MSE 0,7034 sehingga dapat disimpulkan dengan bahwa dengan metode single

exponential smoothing sudah cukup handal dalam memprediksi jumlah penduduk kota tanjungpinang.

Pada penelitian Diera (2018) ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana menentukan pola data curah hujan serta memproyeksikan pola data tersebut untuk memprediksi besaran curah hujan menggunakan *Fuzzy time serie*. Kota pontianak sebagai studi kasus merupakan kota khatulistiwa yang di lewati garis ekuator dan termasuk kedalam iklim tropis yang di miliki dua musim, yakni musim hujan dan musim kemarau yang seharusnya berputar setiap enam bulan sekali. Aplikasi besaran curah hujan yang akan di bangun menggunakan *Forecasting* atau peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*. Adapun hasil dari penilitian ini yang di lakukan adalah mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series* untuk membangun aplikasi yang dapat mengolah dan menentukan pola data curah hujan serta memprediksi besaran curah hujan. Nilai *MAPE (Mean Average Percetage Error)* terbaik yang di peroleh adalah 0.151% pada penggunaan data curah hujan periode 2015-2017 dengan jumlah interval 401. Perhitungan *Fuzzy Time Series* sangat di pengaruhi oleh jumlah data yang di gunakan dan jumlah interval dalam membagi data tersebut.

Pada penelitian Barak (2020) ini bertujuan untuk memprediksi hasil tangkapan ikan merupakan suatu cara dalam memperkirakan hasil tangkapan nelayan yang selama ini ditangani oleh Dinas Perikanan Kota Pontianak dengan menggunakan data historis yang tercatat di Dinas tersebut. Data historis tersebut dapat digunakan sebagai faktor memprediksi yang bermanfaat untuk mengambil kebijakan bagi nelayan dan Dinas Perikanan kedepannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 60 data dari Januari 2014 hingga Desember 2018. Metode yang digunakan dalam prediksi yaitu dengan *Fuzzy Time Series* dibagi menjadi 6 (enam) tahap, yaitu *Universe of Discourse* atau himpunan semesta, pembentukan interval berbasis rata-rata, Fuzzifikasi, *Fuzzy Logic Relationship (FLR)*, *Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)*, dan Defuzzifikasi. Rata-rata selisih antar data historis yang digunakan pada penelitian ini sebesar 645 dari tiga kali pengujian menggunakan data 3 tahun, 4 tahun, dan 5 tahun, dimana pada pengujian menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dengan 36 data historis selama 3 tahun didapat hasil pada penambahan nilai *Universe of Discourse*

sebesar 10% dengan MAPE 13,56% sehingga diperoleh akurasi atau ketepatan sebesar 86,44%. Selain itu dilakukan juga pengujian dengan membandingkan antara data aktual dan hasil prediksi mulai bulan Januari 2018 hingga Desember 2018 didapat hasil prediksi terbaik pada bulan Februari dan September.

Pada penelitian yang akan dilakukan ini berfokuskan pada peramalan hasil dari jumlah penduduk dengan menggunakan data historis yang didapat dari Badan Pusat Statistik Kota Pontianak periode 1990 hingga 2021. Pengujian pada penelitian ini akan menggunakan perhitungan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) yang menghitung seberapa besar rata-rata kesalahan dalam meramalkan yang dibandingkan pada beberapa prediksi di periode tertentu. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengimplementasikan prediksi dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* pada hasil jumlah penduduk.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Judul	Penulis	Keterangan
1.	Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan <i>Fuzzy Time Series Model Chen</i> (Studi Kasus : Kota Tanjung Pinang)	Novi Ade Putra	- Melakukan penelitian terkait memprediksi jumlah penduduk kota tanjungpinang - Metode yang di gunakan <i>Fuzzy Time Series</i> model <i>chen</i> - Pengujian yang digunakan adalah AFER - Di lakukan dengan pengujian terbaik yaitu 0.0025%

No	Judul	Penulisan	Keterangan
2.	Prediksi jumlah penduduk kota Tanjungpinang	Dhio Pratikno, Permana, Bettiza, Uperiati	- Melakukan penelitian terkait memprediksi

	menggunakan metode <i>exponential smoothing</i>		jumlah penduduk kota Tanjungpinang - Metode yang digunakan <i>exponential smoothing</i> - Pengujian yang digunakan MSE - Dilakukan pengujian terbaik yaitu 0,7034
3.	Prediksi besaran curah hujan menggunakan metode <i>Fuzzy Time Series</i>	Diera Desmonda	- Melakukan penelitian terkait besaran curah hujan - Metode yang digunakan <i>Fuzzy Time Series</i> - Pengujian yang digunakan MAPE - Dilakukan pengujian terbaik 0,151%
4.	Prediksi tangkapan ikan menggunakan metode <i>Fuzzy Time Series</i>	Ricky Mubarak	- Melakukan penelitian tentang hasil tanggapan ikan - Metode yang digunakan Fuzzy Time Series - Pengujian yang digunakan adalah MAPE - Dilakukan pengujian terbaik yaitu 86,44%.

Tabel 2.2 Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Judul	Penulis	Keterangan
1.	Prediksi jumlah penduduk menggunakan <i>Fuzzy Time Series</i> (Studi kasus: Kota Pontianak)	Muhammad Maulana	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan penelitian untuk memprediksi jumlah penduduk kota Pontianak menggunakan data Badan Pusat Statistik Kota Pontianak - Metode yang di gunakan <i>Fuzzy Time Series</i> - Pengujian yang akan di lakukan dengan menggunakan MAPE

2.2 Landasan Teori

2.2.1 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 merupakan seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan (Heizer dan render , 2005).
- b. Menurut Supranto, Peramalan adalah dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. Ramalan bisa bersifat kualitatif, artinya tidak berbentuk angka dan bisa bersifat kuantitatif, artinya berbentuk angka, dinyatakan dalam bilangan. (Supranto, 2000).
- c. Peramalan adalah bagian integral dan kegiatan pengambilan keputusan manajemen. (Makridakis, 1988).
- d. Peramalan adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. (Handoko, 1999).
- e. Peramalan adalah sebuah prediksi mengenai apa yang akan terjadi di masa depan. (Taylor, 2004).

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat 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.

2.2.1.1 Jenis-Jenis Peramalan

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu:

a. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan sangat bergantung pada orang yang menyusunnya, karena berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari orang-orang yang menyusunnya. Metode kualitatif dapat dibagi menjadi dua, yaitu metode eksploratoris dan normatif.

b. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti prosedur peramalan penyusunan dengan baik. Semakin baik dalam menggunakan prosedur peramalan, maka penyimpangan antara hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi juga semakin kecil. Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi dalam deret berkala (time series) dan metode kausal. Peramalan kuantitatif dapat digunakan bila memenuhi syarat berikut:

1. Adanya informasi tentang masa lalu.
2. Informasi tentang masa lalu dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data.
3. Informasi tentang masa lalu dapat diasumsikan bahwa beberapa

aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa yang akan datang dan disebut dengan kondisi yang konstan. Asumsi tersebut merupakan modal yang mendasari dari semua metode peramalan kuantitatif dan banyak metode peramalan teknologis terlepas dari bagaimana canggihnya metode yang digunakan.

2.2.1.2 Jangka Waktu Peramalan

Berdasarkan Horizon waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Montgomery, 2008).

1. Peramalan jangka pendek adalah peramalan yang hanya mencakup kurang dari tiga bulan. Sebagai contoh peramalan jangka pendek adalah peramalan jumlah produksi atau penjualan suatu barang. Pada peramalan jangka pendek, data sebelumnya masih berhubungan untuk meramalkan di masa yang akan datang.
2. Perkiraan jangka menengah umumnya mencakup hitungan bulan hingga tiga tahun. Kegiatan peramalan dalam jangka menengah masih menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif karena data historis masa lalu dianggap masih cukup relevan untuk meramalkan masa datang. Contoh peramalan dalam jangka menengah adalah meramalkan anggaran penjualan atau produksi.
3. Peramalan jangka panjang adalah peramalan yang meliputi kurun waktu lebih dari tiga tahun. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, lokasi, serta penelitian dan pengembangan.

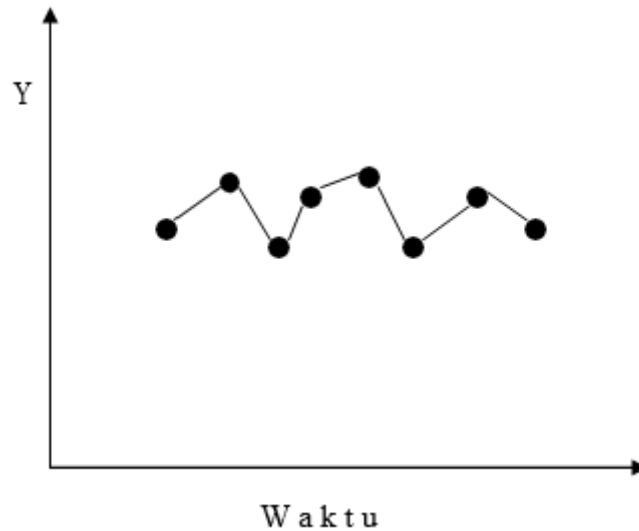
2.2.1.3 Jenis-Jenis Pola Data

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.

Menurut Taylor III (2005) terdapat beberapa pola atau kecenderungan. Pola-pola data yang ada adalah :

1. Pola Horizontal (H)

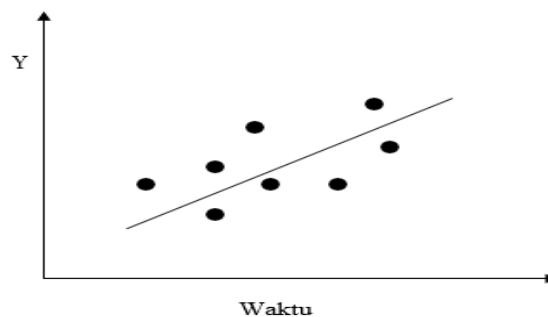
Terjadi apabila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Deret seperti itu stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola Data Horizontal

2. Pola Trend (T)

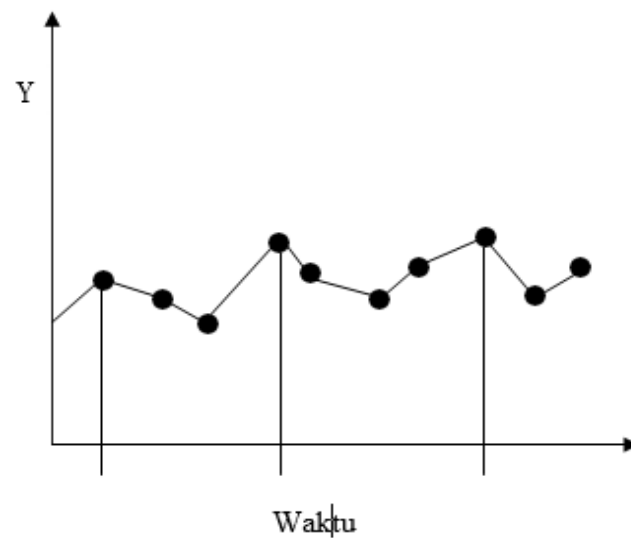
Terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu pola data trend selama perubahannya sepanjang waktu seperti pada gambar 2.2.



Gambar 4.2 Pola Data Trend

3. Pola Musiman (S)

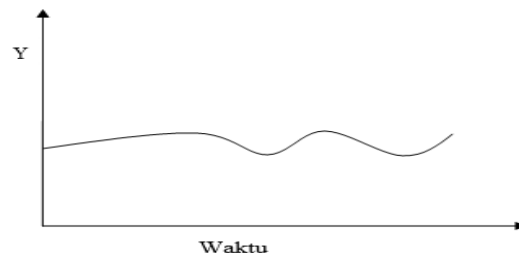
Terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruangan semuanya menunjukkan pola jenis ini seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.5 Pola Data Musiman

4. Pola Siklis (S)

Terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu pola data trend selama perubahannya sepanjang waktu seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.6 Pola Data Siklis

2.2.1.4 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/pengaruhnya terhadap kejadian lainnya. 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 di masa 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 maupun 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.

2.2.2 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* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik (Synaptic, 2006).
- b. 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).
- 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).

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Dalam logika fuzzy terdapat beberapa proses yang ada seperti himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, operasi dasar himpunan fuzzy dan penalaran dalam himpunan fuzzy. Seiring dengan perkembangan jaman,

logika fuzzy sangat diminati di berbagai bidang. Hal ini dikarenakan logika fuzzy dapat mewakili setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Selain itu alasan lain digunakannya logika fuzzy adalah (Kusumadewi Purnomo, 2010):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik endala secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

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 = $[45, + \infty)$

2.2.2.1 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 intepretasi 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.

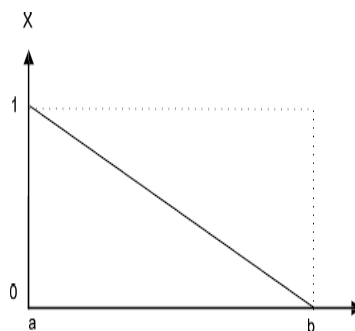
Fuzzifikasi merupakan suatu proses untuk mengubah suatu variabel *input* bentuk *crisp* menjadi variabel linguistik dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing.

2.2.2.2 Fungsi Derajat Keanggotaan *Fuzzy*

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

Syarat 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).

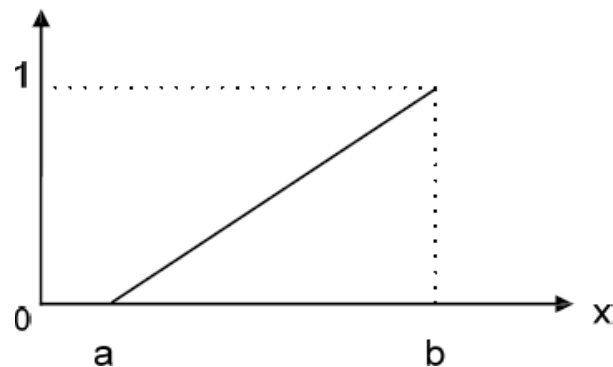


Gambar 2.5 Kurva Fungsi Linear Turun

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

Fungsi Keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.1:

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).

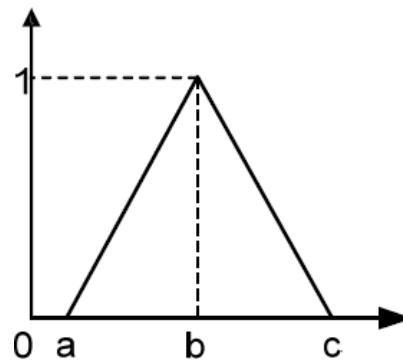


Gambar 2.6 Kurva Fungsi Linear Naik

Fungsi keanggotaan naik dirumuskan dengan persamaan 2.2 berikut:

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

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).

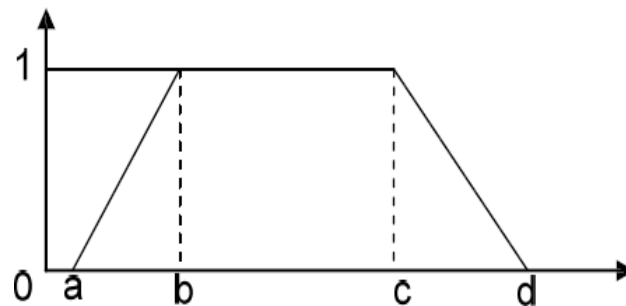


Gambar 2.7 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.3 berikut:

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

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).

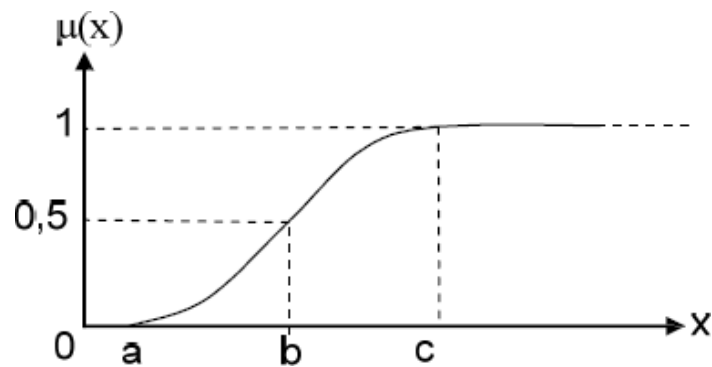


Gambar 2.8 Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 2.4 berikut:

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

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

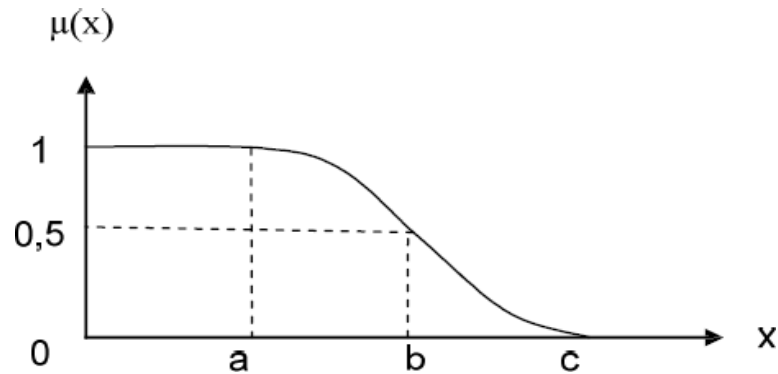


.Gambar 2.9 Kurva Fungsi-S Pertumbuhan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Pertumbuhan dirumuskan dengan persamaan 2.5 berikut:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & x \leq \alpha \\ 2\left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2\left(\frac{\gamma-x}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.5)$$

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 2.6 berikut:

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

2.2.2.3 Operator Fuzzy

Nilai dari keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan disebut dengan *fire strength* atau α -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. α -predikat sebagai hasil operasi NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari satu.

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. α -

predikat sebagai hasil operasi OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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. α -predikat sebagai hasil operasi AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

2.2.2.4 Penegasan (*DeFuzzy*)

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sistem logika *fuzzy* di mana 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 dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

2.2.3 Peramalan Dengan Metode *Fuzzy Time Series* (FTS)

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. Pertama kali dikembangkan oleh Song and Chissom pada tahun 1993. Metode ini sering digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan.

2.2.3.1 Defenisi *Fuzzy Time Series* oleh Chen

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. Jika U adalah himpunan semesta, $U=\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, maka suatu himpunan fuzzy A dari U didefinisikan sebagai $A=fA(u_1)(u_1)+fA(u_2)(u_2)+\dots+fA(u_n)(u_n)$ di mana fA adalah fungsi keanggotaan dari $A, fA:U\rightarrow[0,1]$ dan $1\leq i\leq n$.

Sedangkan definisi dari *Fuzzy Time Series* adalah misalkan $Y(t)(t=\dots, 0, 1, 2, \dots)$, adalah himpunan fuzzy $f(t)(t=\dots, 0, 1, 2, \dots)$. Maka $F(t)$ dinyatakan sebagai *Fuzzy Time Series* terhadap $Y(t)(t=\dots, 0, 1, 2, \dots)$.

Dari definisi di atas, dapat dilihat bahwa $F(t)$ bisa dianggap sebagai variabel linguistik dan $f(t)(t=\dots, 0, 1, 2, \dots)$ bisa dianggap sebagai kemungkinan nilai linguistik dari $F(t)$, di mana $f(t)(t=\dots, 0, 1, 2, \dots)$ direpresentasikan oleh suatu himpunan fuzzy. Bisa dilihat juga bahwa $F(t)$ adalah suatu fungsi waktu dari t misalnya, nilai-nilai dari $F(t)$ bisa berbeda pada waktu yang berbeda tergantung pada kenyataan bahwa himpunan semesta bisa berbeda pada waktu yang berbeda. Dan jika $F(t)$ hanya disebabkan oleh $F(t-1)$ maka hubungan ini digambarkan sebagai $F(t-1) \rightarrow F(t)$.

23 Python

Python adalah 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.

24 Pengujian Hasil Prediksi

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan pengujian hasil prediksi, salah satunya adalah metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE sering digunakan dalam mengetahui ketepatan suatu metode peramalan dalam memodelkan data deret waktu, semakin kecil hasil dari MAPE maka semakin akurat pula hasil prediksi dari suatu metode peramalan tersebut. Sedangkan pengertian MAPE adalah ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan (Sungkawa dan Tri, 2011).

2.4.1 Metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (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.

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{V_{1t} - \hat{X}}{X_t} \right| \quad (2.7)$$

Dengan

n = banyak data

x_t = data observasi nyata pada waktu t

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