

PERBANDINGAN PERAMALAN INFLASI KOTA DENPASAR MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES DAN MULTILAYER PERCEPTRON

I Nyoman Purnama¹⁾ Putu Trisna Hady Permana²⁾

Program Studi Sistem Informasi¹⁾

Program Studi Teknik Informatika²⁾

STMIK PRIMAKARA Denpasar, Bali^{1) 2)}

purnama@primakara.ac.id¹⁾ trisna@primakara.ac.id²⁾

ABSTRACT

Inflation is one of the indicator to see the economic stability of a region, which shows the development of prices of goods and services in general, calculated from the consumer price index. One way to control inflation is to use forecasts. In this study, fuzzy time series (FTS) and Multilayer perceptron (MLP) forecasting methods are used. Both of these methods will be used for forecasting with time series data. This experiment use data collected from year calendar inflation data from the Bali Central Statistics Agency in the city of Denpasar. This method will be applied to the inflation rate data for years 1990-2016. In this forecasting experiment, the Fuzzy time series actual data will be changed to the percentage change shape to determine the set of universes, determine the initial interval, determine the fuzzy interval, calculate the predicted value of the percentage and make a forecast. Forecasting results with the FTS method obtained an average value of MSE of 6.09. While the Multilayer Perceptron method, the data used in this study are 27 calendar year inflation data, of which 18 data are used in the training process and 18 data are used for the testing process. In this study, 9: 6: 1 architecture is used, where the input to the perceptron network is 9, the hidden layer is 6 pieces and 1 output. From the calculation obtained forecasting with an average MSE value of 9.8. Based on the value of the error obtained, FTS provides better forecasting results than MLP.

Keywords: *Inflation, Multilayer Perceptron, Fuzzy Time Series.*

ABSTRAK

Inflasi adalah salah satu indikator untuk melihat stabilitas ekonomi suatu wilayah atau daerah, yang menunjukkan perkembangan harga barang dan jasa secara umum yang dihitung dari indeks harga konsumen. Salah satu cara untuk mengendalikan inflasi adalah dengan menggunakan ramalan. Pada penelitian ini digunakan metode peramalan fuzzy time series (FTS) dan Multilayer perceptron (MLP). Kedua metode ini akan digunakan untuk melakukan peramalan dengan data runtutan (time series). Dimana data yang digunakan bersumber dari data inflasi tahun kalender dari Badan Pusat Statistik provinsi Bali di kota Denpasar. Metode ini akan diterapkan pada data laju inflasi tahun 1990-2016. Pada peramalan dengan metode Fuzzy time series data actual akan dirubah kebentuk persentase perubahan untuk menentukan himpunan semesta, menentukan interval awal, menentukan interval fuzzy, menghitung nilai prediksi persentase perubahan dan melakukan peramalan. Hasil peramalan dengan metode FTS diperoleh nilai rata-rata MSE sebesar 6,09. Sedangkan pada metode Multilayer Perceptron, data yang digunakan pada penelitian ini adalah data inflasi tahun kalender sebanyak 27 data, dimana 18 data digunakan dalam proses testing dan 18 data digunakan untuk proses testing. Pada penelitian ini digunakan arsitektur 9:6:1, dimana input ke jaringan perceptron sebesar 9, layer tersembunyi sebanyak 6 buah dan 1 buah output. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil peramalan dengan rata-rata nilai MSE sebesar 9,8. Berdasarkan nilai kesalahan/MSE yang diperoleh, FTS memberikan hasil peramalan yang lebih baik dibandingkan MLP.

Kata Kunci : Inflasi, Multilayer Perceptron, Fuzzy Time Series.

PENDAHULUAN

Inflasi adalah salah satu indikator untuk melihat stabilitas ekonomi suatu wilayah atau daerah yang menunjukkan perkembangan harga barang dan jasa secara umum yang dihitung dari indeks harga konsumen. Secara sederhana inflasi diartikan sebagai meningkatnya harga-harga secara umum dan terus menerus. Kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak dapat disebut inflasi kecuali bila kenaikan itu meluas (atau mengakibatkan kenaikan harga) pada barang lainnya. Kestabilan inflasi merupakan syarat atau sebuah indikator yang menunjukkan pertumbuhan ekonomi dan pada akhirnya memberikan mamfaat bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Semakin tinggi inflasi akan memberikan efek negatif kepada kehidupan social ekonomi masyarakat. Diantaranya meningkatnya inflasi akan menyebabkan pendapatan riil masyarakat akan terus turun dan mengakibatkan standar hidup masyarakat turun.

Denpasar sebagai ibu kota provinsi Bali menjadi pusat kegiatan bisnis dan menempatkan kota ini sebagai daerah yang memiliki pendapatan perkapita dan pertumbuhan tinggi di Provinsi Bali. Perekonomian di daerah Denpasar, hampir sebagian besar masih tergantung pada sektor pariwisata. Selain itu sektor lainnya seperti industri kerajinan juga memberikan kontribusi yang positif terhadap perekonomian kota Denpasar. Berdasarkan data BPS tingkat inflasi tahun kalender kota Denpasar pada tahun 2010 mengalami peningkatan yang cukup tinggi sebesar 8.10%. Inflasi terendah sebesar 2.7% terjadi pada tahun 2015. Inflasi pada tahun 2018 sampai dengan bulan Juli masih berkisar 2.67%. Berdasarkan data tersebut, permasalahan inflasi di kota Denpasar harus mendapatkan perhatian dari pemerintah setempat dalam hal ini pemerintah kota Denpasar. Dengan mengendalikan inflasi maka akan mencegah terjadinya kenaikan inflasi yang terlalu tinggi dan tidak stabil yang akan memberikan dampak negatif pada kondisi sosial ekonomi masyarakat. Kesulitan dalam mengendalikan laju inflasi tersebut dapat diatasi jika saja terdapat suatu sistem yang dapat membantu memprediksi laju inflasi sehingga pemerintah dapat mengantisipasi dan

membuat persiapan terlebih dahulu dalam mengendalikan laju inflasi (Bayu Tri, 2018).

Salah satu cara untuk mengendalikan inflasi adalah dengan menggunakan sistem ramalan. Dimana peramalan sudah banyak digunakan dan cukup membantu manajemen sebagai dasar perencanaan, pengawasan dan pengambilan keputusan. Bagi pemerintah, peramalan inflasi merupakan jembatan penghubung untuk mengetahui nilai inflasi yang akan datang. Teknik analisis *Time series* digunakan dalam melakukan proses peramalan, dimana data inflasi bisa dikelompokkan berdasarkan urutan waktu bulanan ataupun tahunan. Pada penelitian ini akan digunakan metode prediksi fuzzy time series dan akan dibandingkan dengan metode Multi layer perceptron untuk memprediksi tingkat inflasi tahun kalender di masa yang akan datang. Metode fuzzy time series menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan ke masa yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan. Sedangkan multi layer perceptron menggunakan metode neural network diantaranya melakukan generalisasi dan ekstraksi dari pola data tertentu, mampu mengakuisisi pengetahuan walau tidak ada kepastian, menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan, dan mampu melakukan perhitungan secara paralel sehingga proses lebih singkat. Metode ini juga sangat bagus digunakan untuk menganalisa data time series (Purwanto, 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan metode Fuzzy Time Series dan multi layer perceptron dalam meramalkan tingkat inflasi tahun kalender di kota Denpasar. Sehingga diharapkan dapat memberikan perbandingan tingkat akurasi peramalan yang lebih baik dari kedua metode yang digunakan. Ramalan ini sangat bermamfaat untuk membantu pemerintah dalam menentukan kebijakan terkait perekonomian masyarakat, khususnya di kota Denpasar.

TINJAUAN PUSTAKA

Peramalan

Peramalan adalah kegiatan untuk memperkirakan atau memprediksikan suatu nilai pada masa mendatang dengan memperhatikan data atau informasi masa lalu maupun saat ini yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan statistik (Sudjana, 1989). Peramalan berfungsi sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan yang mempengaruhi masa depan, bukan sebagai penentu keputusan yang akan datang. Hal ini dikarenakan hasil peramalan yang dilakukan sering tidak sesuai dengan nilai aktual di masa mendatang. Ketidaksesuaian hasil peramalan dengan nilai aktual biasanya diakibatkan oleh ketidakpastian yang terjadi. Ketidakpastian tersebut jumlah yang mengakibatkan sulit untuk menentukan kebijakan berdasarkan hasil peramalan saja tanpa mempertimbangkan hal lainnya

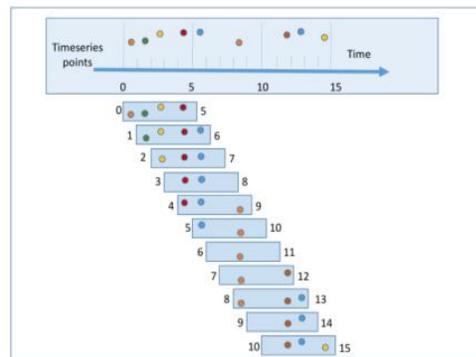
Inflasi

Pengertian inflasi menurut Bank Indonesia adalah kecenderungan kenaikan harga barang dan jasa secara umum dan berlangsung secara terus menerus dan bukan sementara. Negara perlu menjaga tingkat inflasi di level yang rendah untuk menjaga kestabilan harga dan pertumbuhan ekonomi makro. Menurut Boediono (1985), inflasi yang ringan memberi dampak yang positif yaitu dapat meningkatkan pendapatan nasional, membuat orang bersemangat untuk bekerja, menabung dan berinvestasi sehingga perekonomian menjadi stabil dan meningkatkan pertumbuhan kesejahteraan masyarakat. Namun, semakin tinggi laju inflasi dapat mengakibatkan perekonomian menjadi tidak stabil. Tingkat inflasi yang tinggi menunjukkan kondisi ekonomi di mana permintaan produk melebihi kapasitas penawaran produk sehingga terjadi kenaikan harga. Apabila tingkat inflasi terlalu tinggi akan mengakibatkan penurunan daya beli uang dan penurunan tingkat pendapatan real bagi investor (Kewal, 2012). Penurunan tingkat pendapatan yang diterima investor akan mengakibatkan keengganan investor untuk berinvestasi di suatu negara.

Data time series

Data time series atau runtutan waktu adalah data yang dikumpulkan dari hasil pengamatan

sebuah variable atau beberapa variable waktu dimana kejadian-kejadian dipengaruhi oleh kejadian-kejadian masa lalu (Wooldridge, 2013). Contoh data ini meliputi harga saham, jumlah uang yang beredar, data inflasi, data penerimaan mahasiswa dan lain lain. Semisal kita ingin mencari data inflasi bulanan selama 2 tahun terakhir yaitu dari Januari 2016 sampai Desember 2017. Maka data yang terbentuk dari hasil pengamatan tersebut adalah data *time series* tingkat inflasi dengan rentang waktu bulanan yang terdiri dari 24 dataset (Ashari, 2013).



Gambar 1 Ilustrasi data time series (Sivanandam, 2007)

Metode fuzzy time series

Fuzzy time series merupakan metode prediksi data yang menggunakan konsep fuzzy set sebagai dasar perhitungannya. Sistem prediksi dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan (Robandi, 2006 dikutip dari M. Syauqi Haris, 2010). Definisi fuzzy time series dapat digambarkan sebagai berikut (Song, 1993):

Definisi 1 : $Y(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$, adalah merupakan himpunan bagian dari R. Misalkan $Y(t)$ adalah himpunan semesta yang digambarkan oleh himpunan fuzzy $\mu_i(t)$. Jika $F(t)$ terdiri dari $\mu_i(t) (i = 1, 2, \dots)$, $F(t)$ disebut sebuah fuzzy time series pada $Y(t)$.

Definisi 2 : Andaikan $F(t+1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, sebuah fuzzy logical relationship dapat

digambarkan sebagai $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i dan A_j disebut sisi kiri dan sisi kanan dari fuzzy logical relationship, berturut-turut.

Berikut adalah proses penentuan interval berbasis rata-rata (Average based):

1. Hitung semua nilai selisih (lag) absolute dimana $D_i (i=1, \dots, n-1)$ sehingga menjadi

$$\sum_{i=1}^{n-1} |(D_i + 1) - (D_i)|$$

2. Hasil penjumlahan dari proses pertama kemudian dibagi dengan jumlah data.

3. Untuk menentukan basis interval, hasil dari proses 2 dibagi Tabel Basis Interval berikut :

Tabel 1 Tabel basis interval

Jangkauan	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	10000

4. Setelah mendapatkan nilai basis interval maka nilai jangkauan dari basis tersebut dapat digunakan sebagai panjang interval

Metode multi layer perceptron

Neural network atau jaringan syaraf tiruan adalah merupakan salah satu representasi buatan dan otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Kusuma Dewi, 2003). Neural network adalah (Han, 2006) satu set unit input/output yang terhubung dimana tiap relasinya memiliki bobot. Hal yang perlu mendapat perhatian istimewa adalah bahwa jaringan syaraf tiruan tidak diprogram untuk menghasilkan keluaran tertentu. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, kedalam jaringan syaraf tiruan dimasukkan pola-pola input (dan output) lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima (Diyah Puspitaningrum, 2006)

Neural network terdiri dari dua lapisan atau lebih, meskipun sebagian besar jaringan terdiri dari tiga lapisan : lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output (Larose, 2005). Pendekatan neural network dimotivasi

oleh jaringan saraf biologis. Secara kasar, neural network adalah satu set terhubung input/output unit, di mana masing-masing sambungan memiliki berat yang terkait dengannya. Neural network memiliki beberapa ciri yang membuat mereka populer untuk clustering. Pertama, neural network adalah arsitektur pengolahan inheren paralel dan terdistribusi. Kedua, neural network belajar dengan menyesuaikan bobot interkoneksi dengan data, Hal ini memungkinkan neural network untuk "menormalkan" pola dan bertindak sebagai fitur (atribut) extractors untuk kelompok yang berbeda. Ketiga, neural network memproses vektor numerik dan membutuhkan pola objek untuk diwakili oleh fitur kuantitatif saja (Gorunescu, 2011)

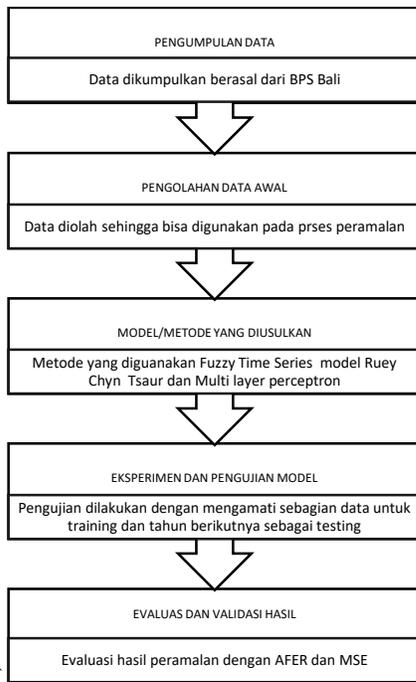
Multilayer perceptron adalah merupakan contoh jaringan neural network yang terdiri dari paling sedikit 3 lapisan. Multi layer perceptron menggunakan teknik pembelajaran supervised atau terawasi. Lapisan tersembunyi memiliki peranan penting dalam menentukan hasil dari pembelajaran yang dihasilkan. Jumlah dari lapisan ini dapat berubah untuk menghasilkan hasil yang optimal

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan menggunakan kombinasi model *sequential exploratory* dimana metode ini menggabungkan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang biasa digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem. Penelitian dilakukan melalui dua tahapan, tahap pertama dengan metode kualitatif sehingga dapat diperoleh rancangan sistem dan penelitian tahap ke dua dengan metode kuantitatif (eksperimen) digunakan untuk menguji efektivitas sistem yang dihasilkan (Sugiyono, 2012).

Alur Penelitian

Penelitian peramalan inflasi tahun kalender dengan membandingkan metode fuzzy time series dan Multi layer perceptron dibangun dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :



Gambar 2 Bagan penelitian

Akuisisi Pengetahuan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data primer berupa data *time series* dari inflasi tahun kalender di kota Denpasar. Inflasi tahun kalender merupakan inflasi tahunan yang didapatkan dari website BPS Bali mulai dari tahun 1990 sampai dengann 2016. Selain data primer, data sekunder juga dikumpulkan dengan mengolah data dari data primer. Pengumpulan data juga dilakukan dengan survey langsung ke kantor BPS provinsi Bali. Pada tahap ini juga dilakukan pencarian informasi-informasi mengenai metode prediksi yang akan digunakan yaitu *fuzzy time series* dan metode *multi layer perceptron (backpropagation)*. Adapun pendekatan yang penulis lakukan dalam memperoleh informasi-informasi yang dibutuhkan dalam penelitian diantaranya adalah Studi Pustaka (*Library Research*).

Studi pustaka (*Library Research*) merupakan metode yang dilakukan untuk menemukan dan mengumpulkan data atau informasi kasus dari referensi referensi terkait. Referensi-referensi ini dapat berupa buku-buku tentang metode prediksi, jurnal-jurnal atau tulisan penelitian prediksi data *time series* menggunakan *fuzzy time series*, atau artikel-artikel yang

membahas kasus yang sama dengan kasus dalam laporan ini.

Analisa Fuzzy Time series

Analisa berarti metode yang khusus untuk menganalisis masalah yang dapat dimulai dari analisa terhadap langkah-langkah dalam melakukan prediksi data *time series* inflasi tahunan di kota Denpasar dengan menggunakan metode *fuzzy time series*. Pada tahap ini dilakukan analisa data masukan, analisa terhadap metode yang digunakan untuk prediksi data inflasi dan analisa data keluaran. Dimana metode yang digunakan adalah metode *fuzzy time series* dengan model Chen dan Model. Pada metode Fuzzy time series dalam perhitungannya terdapat tiga proses perhitungan utama yaitu:

1. Proses pembagian interval
2. Proses *fuzzy time series*
3. Proses perhitungan *defuzzifikasi* menggunakan model chen dan model lee

Berikut secara umum seluruh langkah-langkah dari tiga proses perhitungan utama yang akan digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data inflasi tahun kalender :

- a. Hitung jumlah selisih (*lag*) absolut antar data *time series* dan proses menggunakan metode *Average Based*.
- b. Tentukan semesta pembicaraan U (*Universe of Discourse*) berdasarkan hasil proses *average based* dan bagi kedalam beberapa interval yang memiliki panjang interval sama.
- c. Tentukan Himpunan Fuzzy A_i
- d. Tentukan *fuzzy logical relationship* $A_i \rightarrow A_j$
- e. Tentukan *fuzzy logical relationship group* (FLRG).
- f. Lakukan proses *defuzzifikasi* dan melakukan perhitungan nilai prediksi.
- g. Hitung tingkat *error* dari prediksi.

Analisa Multi layer perceptron

Sedangkan untuk metode Multi layer perceptron, Data dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian. Pelatihan dengan Backpropagation secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Membangun jaringan. Struktur jaringan yang digunakan adalah Multi Layer Perceptron
- b. Inisialisasi bobot awal untuk proses pelatihan. Bobot awal ditentukan secara random (acak)
- c. Menentukan parameter jaringan. Parameter yang ditentukan antara lain error minimum, jumlah epoch maksimum, dan laju pembelajaran. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner, sedangkan kriteria error adalah *mean square error* (MSE)
- d. Untuk tiap epoch dilakukan propagasi maju. Error yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan error minimum yang ditetapkan
- e. Jika error lebih besar dari error minimum, maka dilakukan perambatan balik,
- f. Modifikasi bobot, Besar perubahan bobot ditentukan oleh besar laju pembelajaran
- g. Jika kriteria penghentian telah tercapai, yaitu jumlah epoch maksimum atau error minimum terpenuhi, maka diperoleh bobot akhir
- h. Bobot akhir digunakan dalam proses pengujian.

Evaluasi dan validasi

Sementara untuk tahapan pengujian yang akan dilakukan pada aplikasi yang telah dibangun yaitu pengujian blackbox untuk pengujian tingkah laku sistem yang telah dirancang dan untuk menghitung tingkat keakuratan hasil prediksi atau evaluation dengan dengan. Metode yang sering digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan hasil prediksi adalah metode Mean Squared Error (MSE). Secara sederhana metode ini bekerja dengan cara membandingkan seberapa dekat atau seberapa jauh hasil prediksi dari nilai aktual.

Cara perhitungannya adalah dengan menjumlahkan selisih antara data aktual dan data prediksi kemudian dibagi dengan jumlah data.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t')^2}{n}$$

Keterangan :

X_t : Data actual

F'_t : Data prediksi

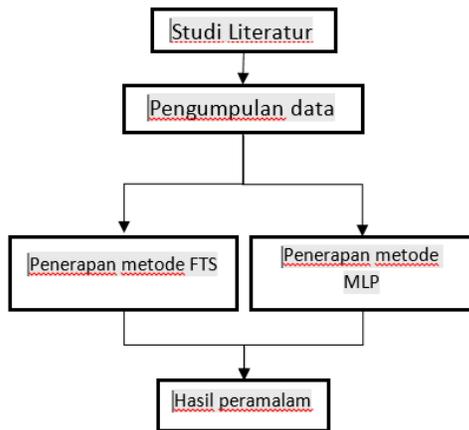
n : jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data yang akan digunakan adalah data sekunder yang berasal dari data inflasi tahun kalender yang didapatkan dari website Badan Pusat Statistik provinsi Bali tahun 1990-2016. Data yang digunakan pada proses peramalan metode Fuzzy time series sebanyak 26 data. Dimana pada masing-masing metode peramalan menggunakan proses pengolahan data yang berbeda. Pada Metode Fuzzy Time tidak dilakukan pembagian data. Sedangkan pada metode multilayer perceptron data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 26 dataset yang kemudian dikelompokkan kembali menjadi 2 bagian, yakni data training sebanyak 20 set dan data testing sebanyak 6 set. Sebelum data dapat digunakan pada sistem, data perlu dinormalisasikan terlebih dahulu.

Perancangan sistem

Secara garis besar proses perancangan sistem bisa digambarkan dalam bentuk diagram berikut :



Gambar 2. Diagram Sistem

Pada tahap awal akan dilakukan studi literatur dengan mengumpulkan literatur-literatur yang berhubungan dengan peramalan dan metode fuzzy time series dan multi layer perceptron. Setelah itu dilakukan proses pengumpulan data yang akan digunakan dalam proses peramalan. Data ini bersumber dari website serta observasi langsung ke Badan Pusat Statistik. Data ini kemudian diolah sebagai inputan dari masing masing metode peramalan. Proses peramalan akan dilakukan dengan metode Fuzzy time series dan multi layer perceptron dengan menggunakan data yang telah diolah sebelumnya. Dari hasil peramalan akan dibandingkan nilai MSE dari masing-masing metode.

Perancangan Metode Multi layer Perceptron

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada proses peramalan dengan metode multi layer perceptron :

Langkah 1 input data

Pada penelitian dengan menggunakan Multi Layer Perceptron kita akan menentukan data latih dan data uji yang diambil dari range tahun 1990 sampai 2007. Sedangkan untuk data uji dari range tahun 1999 sampai 2016. Dimana data latih itu sendiri terdiri dari 2 yakni data latih dan target latih. Data latih terdiri dari tahun pertama sampai tahun ke 9 dan target latih merupakan tahun ke 10. Sama halnya dengan data uji yang terdiri dari data uji dan target uji, dimana target uji adalah tahun pertama ke tahun ke 9 dan target uji merupakan tahun ke 10.

Langkah 2 normalisasi data

Proses berikutnya adalah normalisasi data. Normalisasi ini bertujuan untuk mengurangi proses komputasi yang terlalu besar kedalam range 0.1-0.9 dengan menggunakan persamaan berikut :

$$X' = \frac{0,8 (X - b)}{(a - b)} + 0,1,$$

Dimana :

X' = data hasil normalisasi

X = data asli/data awal

a = nilai maksimum data asli

b = nilai minimum data asli

Berikut data latih dan data uji hasil normalisasi :

Tabel 2 Data latih ternormalisasi inflasi tahun kalender kota Denpasar

	X1	X2	..	X8	X9	X10
1	0.800	0.510	..	0.562	0.384	0.135
2	0.510	0.330	..	0.384	0.135	0.567
3	0.330	0.577	..	0.135	0.567	0.703
4	0.577	0.376	..	0.567	0.703	0.781
5	0.376	0.245	..	0.703	0.781	0.148
6	0.245	0.035	..	0.781	0.148	0.261
7	0.035	0.562	..	0.148	0.261	0.687
8	0.562	0.384	..	0.261	0.687	0.128
9	0.384	0.135	..	0.687	0.128	0.256

Tabel 3 Data uji ternormalisasi inflasi tahun kalender kota Denpasar

	X1	X2		X6	X9	X10
1	0.135	0.567	...	0.261	0.256	0.552
2	0.567	0.703	...	0.687	0.552	0.133
3	0.703	0.781	..	0.128	0.133	0.431
4	0.781	0.148	..	0.256	0.431	0.084
5	0.148	0.261	...	0.552	0.084	0.160
6	0.261	0.687	..	0.133	0.160	0.371
7	0.687	0.128		0.431	0.371	0.425
8	0.128	0.256		0.084	0.425	0.000
9	0.256	0.552		0.160	0.000	0.019

Langkah 3 Menentukan jumlah neuron dari masing masing lapisan

Pada penelitian ini digunakan jumlah neuron pada lapisan input sejumlah 9 neuron Karena jumlah data pada lapisan input berjumlah 9 data inflasi tahun kalender. Pada lapisan hidden jumlah neuronnya 10, dan pada lapisan output jumlah neuronnya 1. Hal ini dikarenakan hasil yang dihasilkan dari lapisan output adalah data tunggal yang akan memberikan hasil prediksi inflasi pada tahun selanjutnya. Selain itu disini kita akan menentukan parameter jaringan multi layer perceptron. Dengan menggunakan Matlab kita bias menentukan bobot yang digunakan dalam algoritma Backpropagation sebagai berikut :

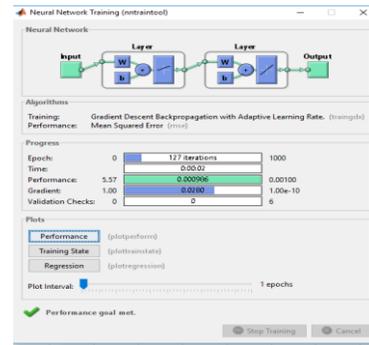
```
net.trainParam.goal = 0.001
net.trainParam.show = 20
net.trainParam.epochs = 4000
net.trainParam.mc = 0.95
net.trainParam.lr = 0.1
```

Langkah 4 Proses Pelatihan jaringan MLP

Proses pelatihan akan dilakukan secara terus menerus sesuai nilai parameter epoch(perulangan) yang diatur sebelumnya. Nilai epoch yang kita atur sebesar 4000. Dan

goal MSE yang ingin diperoleh sebesar 0.001. Berikut kode yang digunakan untuk melakukan proses pelatihan di MATLAB

```
[net_keluaran,tr,Y,E]=train(net,data_latih,targ
et_latih);
```

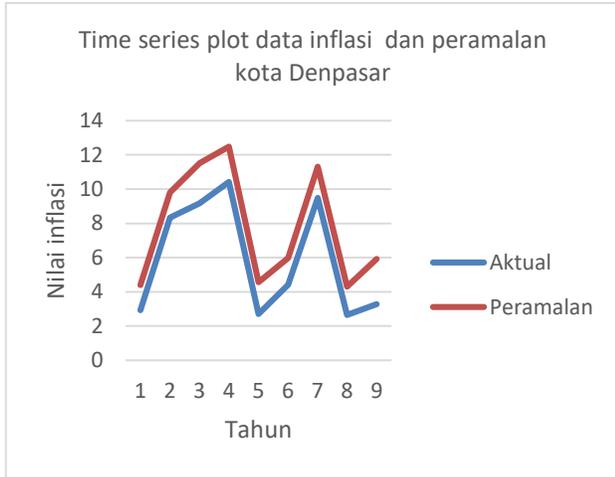


Gambar 3 Proses pelatihan MLP dengan tool MATLAB

Setelah kita memperoleh hasil pelatihan, nilai ini harus kita denormalisasi untuk mendapatkan nilai peramalan sebenarnya. Pada proses pelatihan akan diperoleh nilai bobot yang akan digunakan pada proses pengujian. Pada proses pengujian nilai parameter jaringan tidak bias dirubah lagi. Berdasarkan proses yang dilakukan oleh fungsi train di MATLAB. Diperoleh epoch yang diperlukan adalah 127 dan nilai MSE yang dihasilkan adalah 9.85. Berikut hasil perbandingan data actual dan peramalan dengan menggunakan metode MLP :

Aktual	Peramalan
2.92	4.39
3.84	9.81
9.16	11.52
10.42	12.49
2.69	4.56
4.40	5.97
9.48	11.31
2.65	4.3
3.268	5.91

Tabel 4 Data aktual dan hasil peramalan inflasi tahun kalender kota Denpasar



Gambar 4 Grafik perbandingan hasil peramalan dengan MLP

Perancangan metode Fuzzy time series

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada proses peramalan dengan metode fuzzy time series :

Langkah 1 : Input data kedalam sistem

Data inflasi tahun kalender akan diramal dengan menggunakan metode fuzzy time series, dimana data aktual dari inflasi kota Denpasar dari tahun 1990-2016 ditampilkan pada table berikut :

Tabel 5 Data aktual inflasi tahun kalender kota Denpasar

No	Tahun	Nilai inflasi
1	1990	12.73
2	1991	9.10
3	1992	6.84
4	1993	9.93
5	1994	7.41
6	1995	5.77
7	1996	3.14
8	1997	9.75

9	1998	7.51
10	1999	4.39
11	2000	9.81
12	2001	11.52
13	2002	12.49
14	2003	4.56
15	2004	5.97
16	2005	11.31
17	2006	4.30
18	2007	5.91
19	2008	9.62
20	2009	4.37
21	2010	8.10
22	2011	3.75
22	2012	4.71
23	2013	7.35
24	2014	8.03
25	2015	2.70
26	2016	2.94

Langkah 2 : Definiskan universe of discourse

Berdasarkan data diatas maka nilai minimal dan maksimal dari data aktual inflasi kota Denpasar adalah 2.7 dan 12.73. Maka berdasarkan data tersebut nilai universe of discourse dapat didefinisikan sebagai $U=[2.7,12.73]$

Langkah 3 : Menghitung interval dan himpunan fuzzy

Dari 27 data pada table 4.1 diperoleh rata-rata selisih sebesar 3.43160. untuk memperoleh nilai basis maka nilai rata-rata ini dibagi 2 dan hasilnya adalah 1.7158. Berdasarkan table

basis interval, pada table 4.2 didapatkan basis nilai yang digunakan yaitu 1

Tabel 6 Tabel basis interval

No	Range	Basis
1	0.1-1.0	0.1
2	1.1-10	1
3	11-100	10
4	101-1000	100
5	1001-10000	1000
6	10001-100000	10000

Selanjutnya diperoleh jumlah interval yang digunakan yaitu sebanyak 11. Dan himpunan fuzzy yang diperoleh yaitu :

Tabel 7 Himpunan fuzzy

Interval	Himpunan fuzzy
[2.7, 3.7]	A1
[3.7, 4.7]	A2
[4.7, 5.7]	A3
[5.7, 6.7]	A4
[6.7, 7.7]	A5
[7.7, 8.7]	A6
[8.7, 9.7]	A7
[9.7, 10.7]	A8
[10.7, 11.7]	A9
[11.7, 12.7]	A10
[12.7, 13.7]	A11

Langkah 4 : Fuzzifikasi data actual

Berdasarkan himpunan fuzzy diatas maka didapatkan fuzzifikasi data actual seperti berikut :

Tabel 8 Fuzzifikasi data actual

Tahun	Data aktual	Data terfuzzifikasi
1990	12.73	A11
1991	9.1	A7
1992	6.84	A5
1993	9.93	A8
1994	7.41	A5
1995	5.77	A4
1996	3.14	A1
1997	9.75	A8
1998	7.51	A5
1999	4.39	A2
2000	9.81	A8
2001	11.52	A9
2002	12.49	A10
2003	4.56	A2
2004	5.95	A4
2005	11.31	A9
2006	4.3	A2
2007	5.91	A4
2008	9.62	A7
2009	4.37	A2
2010	8.1	A6
2011	3.75	A2
2012	4.71	A3
2013	7.35	A5
2014	8.03	A6
2015	2.7	A1
2016	2.94	A1

Langkah 5 : Menentukan fuzzy logical relation

Pada tahap ini menentukan relasi logika fuzzy yaitu $A_j \rightarrow A_i$. Dimana A_j merupakan current

state dan A_i adalah next state pada waktu t . Berikut hasil FLR dari table 4.4 :

$A_{11} \hookrightarrow A_7$ $A_7 \hookrightarrow A_5$ $A_5 \hookrightarrow A_8$ $A_8 \hookrightarrow A_5$
 $A_5 \hookrightarrow A_4$ $A_4 \hookrightarrow A_1$ $A_1 \hookrightarrow A_8$ $A_5 \hookrightarrow A_2$
 $A_2 \hookrightarrow A_8$ $A_8 \hookrightarrow A_9$ $A_9 \hookrightarrow A_{10}$ $A_{10} \hookrightarrow A_2$
 $A_2 \hookrightarrow A_4$ $A_4 \hookrightarrow A_9$ $A_9 \hookrightarrow A_2$ $A_4 \hookrightarrow A_7$
 $A_7 \hookrightarrow A_2$ $A_2 \hookrightarrow A_6$ $A_6 \hookrightarrow A_2$ $A_2 \hookrightarrow A_3$
 $A_3 \hookrightarrow A_5$ $A_5 \hookrightarrow A_6$ $A_6 \hookrightarrow A_1$ $A_1 \hookrightarrow A_1$

Langkah 6 : Menentukan fuzzy logical relational group

Berdasarkan FLR diatas maka dapat ditentukan FLRG sebagai berikut :

- Kelompok 1 :** $A_{11} \hookrightarrow A_7$
- Kelompok 2 :** $A_7 \hookrightarrow A_5$ $A_7 \hookrightarrow A_2$
- Kelompok 3 :** $A_5 \hookrightarrow A_8$ $A_5 \hookrightarrow A_4$
 $A_5 \hookrightarrow A_2$ $A_5 \hookrightarrow A_6$
- Kelompok 4 :** $A_8 \hookrightarrow A_5$ $A_8 \hookrightarrow A_9$
- Kelompok 5 :** $A_4 \hookrightarrow A_1$ $A_4 \hookrightarrow A_9$
 $A_4 \hookrightarrow A_7$
- Kelompok 6 :** $A_1 \hookrightarrow A_8$ $A_1 \hookrightarrow A_1$
- Kelompok 7 :** $A_2 \hookrightarrow A_8$ $A_2 \hookrightarrow A_4$
 $A_2 \hookrightarrow A_6$ $A_2 \hookrightarrow A_3$
- Kelompok 8 :** $A_9 \hookrightarrow A_{10}$ $A_9 \hookrightarrow A_2$
- Kelompok 9 :** $A_{10} \hookrightarrow A_2$
- Kelompok 10 :** $A_6 \hookrightarrow A_2$ $A_6 \hookrightarrow A_1$
- Kelompok 11 :** $A_3 \hookrightarrow A_5$

Langkah 7 : Menghitung hasil peramalan

Misalnya pada tahun 1991, FLRG actual data tahun 1991 adalah $A_{11} \rightarrow A_7$, jika FLRG one to one maka maka hasil ramalan tahun 2001 adalah nilai tengah dari interval A_7 , sehingga menjadi $(8.7+9.7)/2=9.2$. Berikut hasil permalan yang diperoleh :

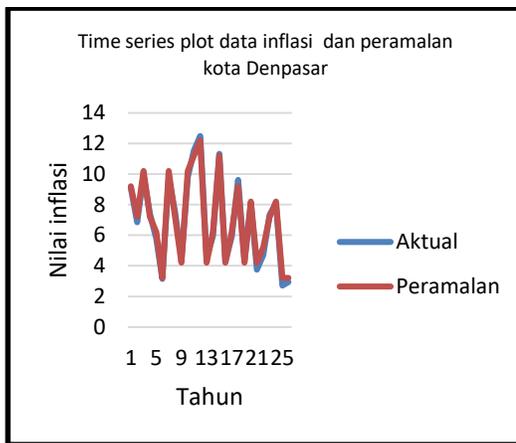
Tabel 9 Hasil peramalan

Tahun	Data aktual	Hasil ramalan
1990	12.73	0
1991	9.1	9.2
1992	6.84	7.2
1993	9.93	10.2
1994	7.41	7.2
1995	5.77	6.2
1996	3.14	3.2
1997	9.75	10.2
1998	7.51	7.2
1999	4.39	4.2
2000	9.81	10.2
2001	11.52	11.2
2002	12.49	12.2
2003	4.56	4.2
2004	5.95	6.2
2005	11.31	11.2
2006	4.3	4.2
2007	5.91	6.2
2008	9.62	9.2
2009	4.37	4.2
2010	8.1	8.2
2011	3.75	4.2
2012	4.71	5.2
2013	7.35	7.2
2014	8.03	8.2
2015	2.7	3.2
2016	2.94	3.2

Berdasarkan data hasil permalan dan data actual kemudian dihitung nilai MSE nya dengan menghitung selisih error datanya kemudian dicari nilai mean.

$$MSE = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} [f(i,j) - g(i,j)]^2$$

Nilai MSE yang didapatkan dari perhitungan rumus diatas yakni : 6.09. Dengan demikian metode Fuzzy Time Series Markov Chain dapat digunakan untuk membentuk model peramalan dengan relatif mudah dan kinerja peramalan yang akurat. Akurasi hasil kerja sistem sangat penting untuk mengetahui keberhasilan program yang telah dirancang. Berikut grafik perbandingan aktual dan hasil peramalan



Gambar 5 Grafik time series plot data inflasi dan peramalan kota Denpasar

SIMPULAN

Peramalan dengan metode fuzzy time series menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil jika dibandingkan dengan Multilayer Perceptron. Dimana performa metode Multilayer perceptron dengan backpropagation yang dibentuk dari data training dan divalidasi pada data testing memberikan tingkat akurasi prediksi yang cukup baik dengan nilai mean square error (MSE) 9.85. Sedangkan dengan metode MLP diperoleh nilai MSE 6.09. Arsitektur jaringan yang digunakan dalam penelitian ini belum dapat dikatakan sebagai hasil terbaik mengingat masih banyak kemungkinan kombinasi yang digunakan, baik itu pola input data, jumlah neuron pada lapisan tersembunyi, jumlah maksimum epoch dan nilai MSE target. Hal ini disebabkan karena pemilihan parameter-parameter tersebut harus dilakukan dengan cara *trial and error*. Begitu

pula dengan algoritma FTS, proses peramalan perlu dicoba dengan jumlah sampel inflasi tahun kalender yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashari. (2013). Penerapan Metode Time Series Dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa. Makassar: STMIK AKBA.
- [2] Purwanto, S. (2016). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Sebagai Estimasi Laju Tingkat Pengangguran Terbuka Pada Provinsi Jawa Timur. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim
- [3] Bayu Tri Anggara. 2018. SISTEM PREDIKSI TINGKAT INFLASI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE MULTILAYER PERCEPTRON.
- [4] Aswi dan Sukarna. 2006. Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi. Makassar: Andira Publisher
- [5] Kusumadewi, Sri (2010). Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. Yogyakarta. Teknik Informatika FT UII.
- [6] Karina, A. 2013. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Melalui Pintu Masuk Bandara Ngurah Rai Bali Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series.
- [7] BPS Bali, 2019. Data inflasi kota Denpasar. [Online] Available at: <https://bali.bps.go.id/statictable/2017/10/26/20/inflasi-bulanan-kota-denpasar-1990-2019-dan-inflasi-singaraja-2014-2019.html> [Accessed 8 Maret 2019].