



Analisis Tingkat Akurasi Metode *Neuro Fuzzy* dalam Prediksi Data IPM di NTB

¹Aenul Muhajirah, ²Eka Safitri, ³Titin Mardiana, ⁴Hartina, ⁵Andi Setiawan

^{1,2,3,4,5}Tadris Matematika, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

¹160103030.mhs@uinmataram.ac.id, ²160103027.mhs@uinmataram.ac.id, ³170103025.mhs@uinmataram.ac.id,

⁴170103034.mhs@uinmataram.ac.id, ⁵170103047.mhs@uinmataram.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 20-03-2019

Disetujui: 30-04-2019

Kata Kunci:

Artificial Intelligence, Metode *Neuro Fuzzy*, Fuzzy Mamdani, ANFIS Sugeno, Time Series Data, IPM.

Keywords:

Artificial Intelligence, Neuro Fuzzy Method, Fuzzy Mamdani, ANFIS Sugeno, Time Series Data, HDI.

ABSTRAK

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis proses *forecasting* dalam menentukan tipe terbaik yang digunakan pada sistem peramalan (*forecast*). Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu data IPM Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) tahun 2008-2018 untuk memprediksi data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) tahun 2019. Penelitian ini menggunakan metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* yaitu Fuzzy Mamdani dan ANFIS Sugeno yang diterapkan pada Matlab. Adapun tipe yang diuji adalah *Trimf*, *Trapmf*, *Gbellmf*, *Gaussmf*, *Gauss2mf*, *Sigmf*, *Dsigmf*, *Psigmf*, dan *Primf*. Tipe tersebut bertujuan untuk melihat tingkat akurasi berdasarkan hasil error. Hasil peramalan terbaik didapatkan pada tipe *Gauss2mf* karena menghasilkan prediksi sebesar 69.5 dengan error sebesar 0.95947 dan MAD sebesar 0.530.354, MSE sebesar 1.570035, MAPE sebesar 0.049273.

Abstract: This research was conducted to analyze the forecasting process in determining the best type used in the forecasting system. In this study the data used were the data of West Nusa Tenggara Province (HDI) HDI for the years 2008-2018 to predict the 2019 Human Development Index (HDI) data. This study uses Artificial Intelligence Neuro Fuzzy methods namely Fuzzy Mamdani and ANFIS Sugeno applied to Matlab. The types tested were *Trimf*, *Trapmf*, *Gbellmf*, *Gaussmf*, *Gauss2mf*, *Sigmf*, *Dsigmf*, *Psigmf*, and *Primf*. This type aims to see the level of accuracy based on the results of the error. The best forecasting results were obtained on the *Gauss2mf* type because it produced a prediction of 69.5 with an error of 0.95947 and MAD of 0.530.354, MSE of 1.570035, MAPE of 0.049273.



<https://doi.org/10.31764/jtam.v3i1.769>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Tingkat akurasi pembangunan di setiap daerah dipandang semata-mata sebagai suatu fenomena ekonomi. Tingkat pertumbuhan ekonomi merupakan unsur yang paling diutamakan dalam suatu daerah karena sangat berpengaruh untuk meningkatkan perekonomian di suatu daerah tersebut. Dengan adanya data Time Series Indeks Pembangunan Manusia (IPM), penduduk dapat mengakses hasil pembangunan perekonomian untuk mendapatkan kesehatan, pendapatan dan pendidikan yang layak. Apabila IPM dapat menghasilkan kondisi yang baik, maka hal tersebut akan dapat menurunkan jumlah pengangguran di daerah tersebut (BPS Jawa Timur, 2017 : 49).

Untuk itu setiap daerah harus melakukan prediksi mengenai data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) agar dapat mengetahui jumlah IPM pada tahun yang akan datang. Dalam peramalan data tersebut lebih akurat dilakukan menggunakan metode Artificial Intelligence Neuro Fuzzy karena dengan metode tersebut didapatkan hasil fungsi yang optimal. Metode ini memiliki keunggulan intuitif dan sudah digunakan oleh banyak orang dan sesuai untuk melakukan prediksi karena menghasilkan nilai output yang dinamis (Gaurav Kumar Nayak, 2013 : 268).

Kata "*intelligence*" berasal dari bahasa Latin "*intelligo*" yang berarti "saya paham". sehingga dasar dari *intelligence* adalah kemampuan untuk memahami dan melakukan aksi. Sebenarnya, wilayah Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) atau disingkat dengan AI, berawal dari kemunculan komputer tahun 1940-an, meskipun sejarah perkembangannya dapat ditemukan sejak zaman Mesir kuno. Pada masa ini, perhatian lebih difokuskan pada kemampuan komputer mengerjakan sesuatu yang dapat dilakukan oleh manusia. Dalam hal ini, komputer tersebut dapat meniru kemampuan kecerdasan dan perilaku manusia (Iyut Trisna Ayu, 2016 : 8).

Neuro Fuzzy merupakan penggabungan dari dua sistem yaitu sistem logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan. Sistem *neuro fuzzy* didasarkan pada sistem inferensi *fuzzy* yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan syaraf tiruan. Oleh karena itu, sistem *fuzzy* mempunyai semua kelebihan yang dimiliki oleh sistem inferensi *fuzzy* dan dalam pembelajaran maka sistem *neuro-fuzzy* sering disebut sebagai ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems*). Setelah Sugeno memperkenalkan model dari *fuzzy* dengan

antecedent himpunan *fuzzy* dan *consequent*-nya merupakan himpunan dari *crisp* maka terdapat istilah baru yang sering disebut *fuzzy adaptive*. Salah satu dari model *fuzzy adaptive* adalah ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems*) yang dipaparkan oleh Roger Jang. Pada ANFIS, proses belajar pada *Neural Network* dengan sejumlah pasangan data berguna dalam memperbaharui parameter-parameter dari sistem inferensi *fuzzy* yang diterapkan adalah inferensi *Fuzzy* model Takagi-Sugeno-Kang (S. Hartati dan S. Kusuma Dewi, 2006).

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Metode Aturan Fuzzy

Melakukan penalaran menggunakan *fuzzy* input dan *fuzzy rules* (aturan *fuzzy*) yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy* output. Terdapat banyak metode aturan *fuzzy* yang dapat digunakan. Di bawah ini, penulis menampilkan tiga metode aturan yang sering digunakan, yaitu Metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno (Adhi Gufron, 2010 : 18-19).

a. Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, untuk setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus dijelaskan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk hasilnya, output hasil inferensi dari setiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan apredikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot.

b. Metode Mamdani

Metode Mamdani sering disebut dengan Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ibrahim Mamdani (1975). Dalam mendapatkan output diperlukan empat tahapan :

- 1) Pembentukan himpunan *fuzzy*
- 2) Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
- 3) Komposisi aturan
- 4) Penegasan (*defuzzy*)

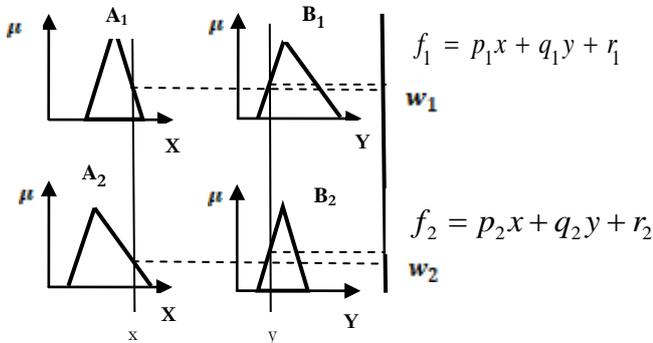
c. Metode Sugeno

Penalaran dengan Metode Sugeno hampir sama dengan Metode Mamdani, hanya saja output sistem tidak berbentuk himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang (1985).

2. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan fuzzy (*fuzzy inference system*). Dengan menggunakan sebuah prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping input-output yang keduanya didasarkan pada pengetahuan manusia (dalam bentuk aturan fuzzy if-then) dengan fungsi keanggotaan yang tepat (Ahmad Kristianto, 2017 : 17).

ANFIS dapat bertindak sebagai suatu dasar dalam membangun satu kumpulan aturan fuzzy *if-then* dengan fungsi keanggotaan yang tepat, yang berfungsi untuk memperoleh pasangan input-output yang tepat. Jenis rule yang bisa dilayani hanya tipe takagi-sugeno-kang (TSK) atau dikenal dengan istilah sugeno. Jenis mamdani tidak dapat diterapkan pada Anfis (R. Syahputra, 2015:162).



Gambar 1. Ilustrasi Mekanisme Penalaran ANFIS

Ilustrasi mekanisme pada inferensi fuzzy TSK orde satu dengan dua masukan x dan y. Basis aturan dengan dua aturan fuzzy if-then seperti berikut ini :

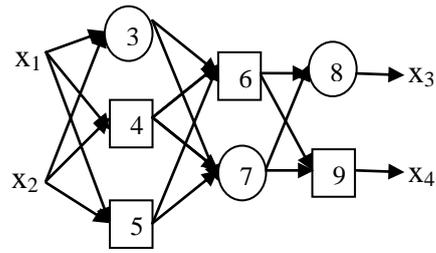
Rule 1: if x A₁ and y is B₁ then f₁ = p₁x + q₁y + r₁
premis consequent

Rule 2: if x A₂ and y is B₂ then f₂ = p₂x + q₂y + r₂
premis consequent Input : x dan y Consequent-nya adalah f

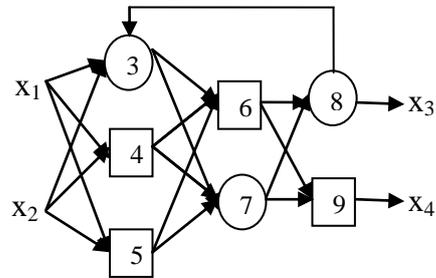
Mekanisme penalaran pada model ini ialah:

$$f = \frac{w_1 f_1 + w_2 f_2}{w_1 + w_2} = w'_1 + w'_2 \tag{1}$$

3. Jaringan Adaptif: Arsitektur dan Algoritma Pembelajaran



(a) Feedforward



(b) Recurrent

Gambar 2. Feedforward dan Recurrent

Menurut Jang (1997: 340) ANFIS dalam bekerja mempergunakan algoritma belajar hybrida yaitu menggabungkan metode *Least-Squares Estimator* (LSE) dan *Error Back-Propagation* (EBP). Dalam struktur ANFIS metode EBP dilakukan pada lapisan ke-1, sedangkan metode LSE dilakukan pada lapisan ke 4. Pada lapisan ke-1 parameternya adalah parameter dari fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy yang sifatnya non-linier terhadap keluaran sistem. Proses belajar pada parameter ini menggunakan metode EBP untuk memperbaharui nilai parameternya. Sedangkan pada lapisan ke-4, parameter merupakan parameter linier terhadap keluaran sistem, yang tersusun dari basis kaidah pada fuzzy. Proses belajar untuk memperbaharui parameter pada lapisan ini menggunakan metode LSE (Tjahjono, dkk., 2011 : 2)

4. Keunggulan dan Kekurangan ANFIS

Pada sistem pengendalian yang digunakan akan memakai sistem yang menggabungkan antara sistem fuzzy dan sistem jaringan syaraf tiruan. Sistem ini dikenal dengan sebutan sistem neuro fuzzy atau ANFIS. Dasar dari penggabungan ini ialah kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sistem. Kemampuan pada jaringan syaraf tiruan ialah dapat mengenali sistem melalui proses pembelajaran untuk dapat memperbaiki parameter adaptif. Keunggulan *system inference fuzzy* ialah mampu menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam bentuk aturan-aturan, tetapi biasanya membutuhkan waktu yang lama untuk menetapkan fungsi keanggotaannya. Oleh

karena itu dibutuhkan teknik pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan untuk mengotomatiskan proses tersebut sehingga dapat mengurangi waktu pencarian, hal ini dapat menyebabkan metode ANFIS sangat baik diterapkan dalam berbagai macam bidang. Kekurangan dari sistem ini adalah kerumitan dari strukturnya. Sedangkan sistem fuzzy mempunyai konsep yang mirip dengan konsep berpikirnya manusia. Gabungan keduanya akan dapat saling melengkapi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sistem (Siti Mujilawati dan Eko Sulistiono, 2016 : 1).

C. METODE PENELITIAN

1. Metode Kuantitatif

Teknik peramalan (*Forecast*) pada penelitian ini menggunakan Metode *Analytic Artificial Neuro Fuzzy* yang bersifat kuantitatif, sebagaimana yang dikemukakan oleh Eddy Herjanto (2004), yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lampau. Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan jika terdapat tiga kondisi berikut: tersedia informasi yang berkaitan dengan masa lampau, informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik dan dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lampau akan terus berlanjut di masa yang mendatang. Metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua yaitu deret berkala (*time series*) dan model kausal.

Time Series merupakan metode peramalan yang didasarkan pada penggunaan analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variable waktu. Tujuannya ialah untuk menentukan pola dalam deret historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa mendatang (Herjanto, 2004 dalam M. Sulhan dan Rizkiyatul Khairiah, 2015: 2).

2. Data IPM

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Nusa Tenggara Barat dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2018 pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Tahun	Data Aktual
2008	64.12
2009	63.71
2010	64.12
2011	64.66
2012	65.2
2013	66.23

2014	64.31
2015	65.19
2016	65.81
2017	65.58
2018	69.52

(Sumber: <https://ipm.bps.go.id>)

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung hasil peramalan (*forecasting*) dari data Time Series Jumlah Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi NTB dari tahun 2008-2018 pada Tabel 1 di atas. Penelitian ini menggunakan metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* dengan menggabungkan Fuzzy Mamdani dan ANFIS Sugeno yang di aplikasikan pada Matlab.

Peramalan (*forecasting*) dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari hasil error dari masing-masing tipe yang digunakan pada Metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy*. Adapun tipe yang diuji adalah *Trimf*, *Trapmf*, *Gbellmf*, *Gaussmf*, *Gauss2mf*, *Sigmf*, *Dsigmf*, *Psigmf*, dan *Primf*. Tipe tersebut bertujuan untuk melihat tingkat akurasi berdasarkan hasil error. Dari hasil error masing-masing tipe yang didapat tersebut, kemudian akan dibandingkan untuk mencari hasil error terkecil dari masing-masing tipe yang telah diuji coba.

Kesimpulan metode terbaik yang digunakan untuk menghitung hasil peramalan (*forecast*) didapat dari hasil error yang terkecil.

3. Parameter Keakuratan Data Error

Parameter keakuratan data dalam mencari *error* yang akan kita gunakan adalah *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Root Mean Squared Error* (RMSE).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \quad (2)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n} \quad (3)$$

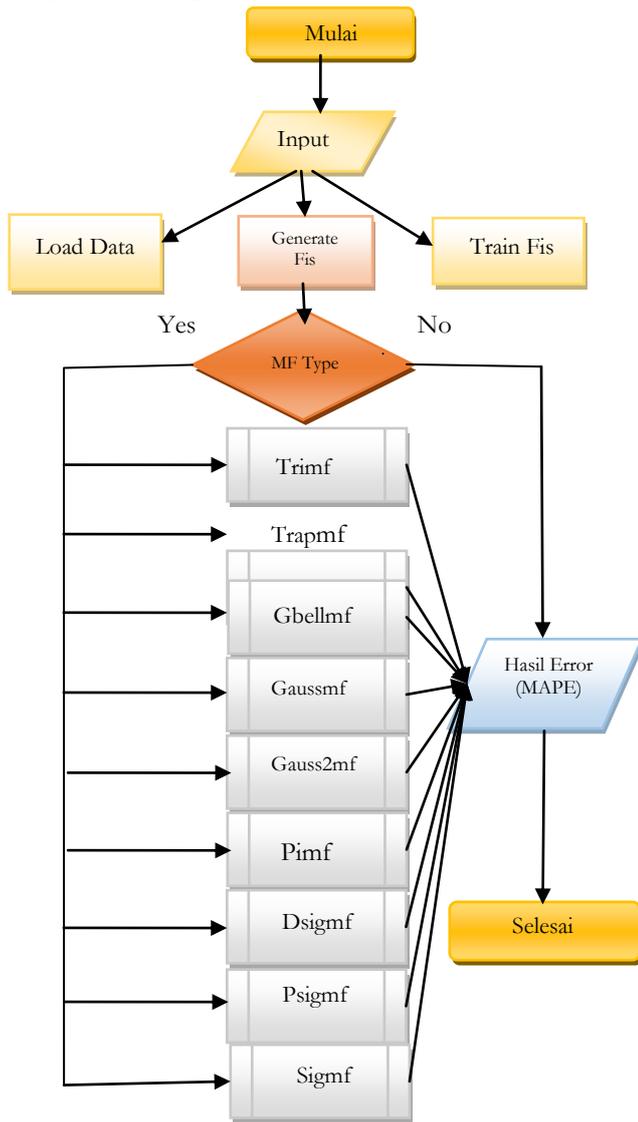
$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \quad (4)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_t - F_t)^2}{n}} \quad (5)$$

Dengan X_t = Data aktual pada periode t, F_t = Nilai peramalan pada periode t, n = Jumlah data, dan \mathcal{I} = *Time series* (10 tahun = 2008-2018)

4. Flow Chart Artificial Intelligence Neuro Fuzzy

Berikut ini adalah Flow Chart dari metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy*.



Gambar 3. Flow Chart *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy*

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung peramalan (*forecast*) dan *error* dari data *Time Series* Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2019 menggunakan metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* dengan menggabungkan Fuzzy Mamdani dan ANFIS Sugeno menggunakan 9 macam tipe, yaitu *Trimf*, *Trapmf*, *Gbellmf*, *Gaussmf*, *Gauss2mf*, *Sigmf*, *Dsigmf*, *Psigmf*, dan *Primf*.

1. Data Hasil Peramalan (Forecast)

Pada pegujian data hasil peramalan (*Forecast*) ini dioperasikan menggunakan Aplikasi Matlab. Hasil dari masing-masing tipe yang diuji coba sesuai Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Peramalan (*Forecasting*) Pada Masing-Masing Type

Tahun	Data Aktual	Tipe Peramalan (<i>Forecasting</i>)								
		Trimf	Trapmf	Gbellmf	Gaussmf	Gauss2mf	Sigmf	Dsigmf	Psigmf	Primf
2008	64.12	63.6	63.7	63.7	63.8	63.8	64	63.8	64.1	64.1
2009	63.71	64	64.1	64.1	64	64.1	64.1	64	64.2	64.1
2010	64.12	64.3	64.3	64.4	64.2	64.3	64.4	64.3	64.2	64.2
2011	64.66	64.5	64.7	64.6	64.4	64.4	64.7	64.6	64.4	64.3
2012	65.2	64.7	64.8	65	64.7	64.9	65	65.1	64.5	64.4
2013	66.23	64.8	64.9	65.1	64.9	65.3	65.3	65.6	64.8	64.6
2014	64.31	64.8	64.8	65	65	65.4	65.7	66.4	65.1	64.8
2015	65.19	64.9	64.4	64.8	65	65.5	66.1	67.2	65.5	65.2
2016	65.81	65.4	65.1	64.6	64.8	65.5	66.5	68.2	66	65.9
2017	65.58	66.1	66	65.7	64.6	65.5	66.9	69.2	66.6	66.7
2018	69.52	67.3	67.1	67.1	66.4	65.5	67.3	70	67.2	67.7
2019	-	68.7	68.5	68.6	68.4	69.5	67.7	70.8	67.8	68.6

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan coba menghasilkan data hasil *Forecast* pada tahun Metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* tersebut, 2008-2019 yang berbeda. Dengan menggunakan tipe hasil peramalan dari masing-masing tipe yang diuji *Trimf* diperoleh hasil error sebesar 0.74727; *Trapmf*

sebesar 0.72844; *Gbellmf* sebesar 0.61932; *Gaussmf* sebesar 0.491; *Gauss2mf* sebesar 0.95947; *Sigmf* sebesar 0.99277; *Dsigmf* sebesar 0.94718; *Psigmf* sebesar 0.91818; dan *Primf* sebesar 0.80934.

2. Data Hasil Error Peramalan (Forecast)

Maka, dari hasil peramalan (*Forecast*) yang telah dilakukan, kita dapat menghitung hasil error untuk MAD, MSE, dan MAPE. hasil perhitungan error dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Keseluruhan Data Error Yang Dicari

Type	Forecast	Error		
		MSE	MAD	MAPE
<i>Trimf</i>	68.7	0.699	0.337	0.046
<i>Trapmf</i>	68.5	0.806	0.379	0.052
<i>Gbellmf</i>	68.6	0.806	0.362	0.050
<i>Gaussmf</i>	68.4	1.207	0.554	0.077
<i>Gauss2mf</i>	69.5	1.570	0.354	0.049
<i>Sigmf</i>	67.7	0.920	0.129	0.018
<i>Dsigmf</i>	70.8	2.340	0.829	0.115
<i>Psigmf</i>	67.8	0.834	0.154	0.021
<i>Primf</i>	68.6	0.699	0.204	0.028

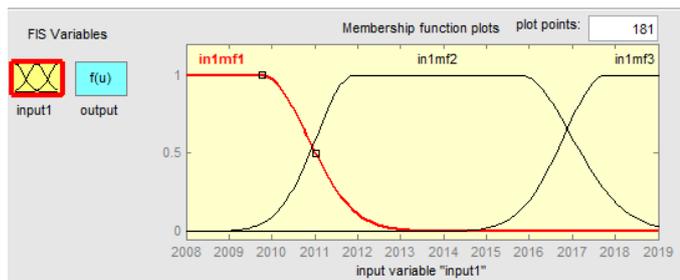
3. Model Terbaik yang Digunakan dalam Peramalan (Forecast)

Hasil peramalan (*Forecast*) menggunakan Metode *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* didapatkan hasil yang akurat pada Tipe *Gauss2mf* dengan nilai error sebesar 0.95947.

Tabel 4. Hasil *Forecast* Data Error Pada Tahun 2019

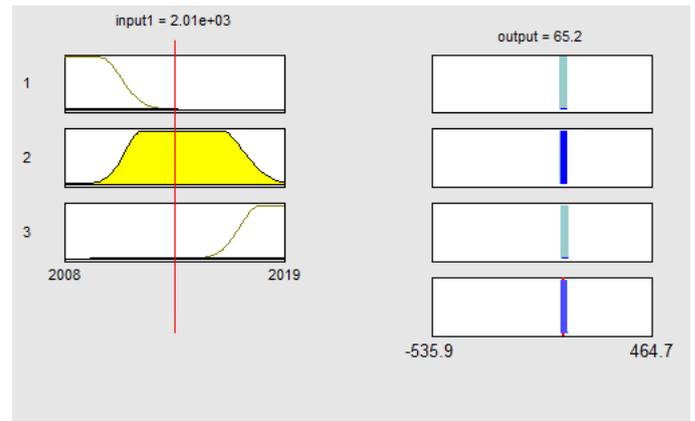
Type	Forecast	Error
<i>Trimf</i>	68.7	0.74727
<i>Trapmf</i>	68.5	0.72844
<i>Gbellmf</i>	68.6	0.61932
<i>Gaussmf</i>	68.4	0.491
<i>Gauss2mf</i>	69.5	0.95947
<i>Sigmf</i>	67.7	0.99277
<i>Dsigmf</i>	70.8	0.94718
<i>Psigmf</i>	67.8	0.91818
<i>Primf</i>	68.6	0.80934

Berikut ini adalah grafik Tipe *Gauss2mf* hasil peramalan (*Forecast*) menggunakan Matlab.



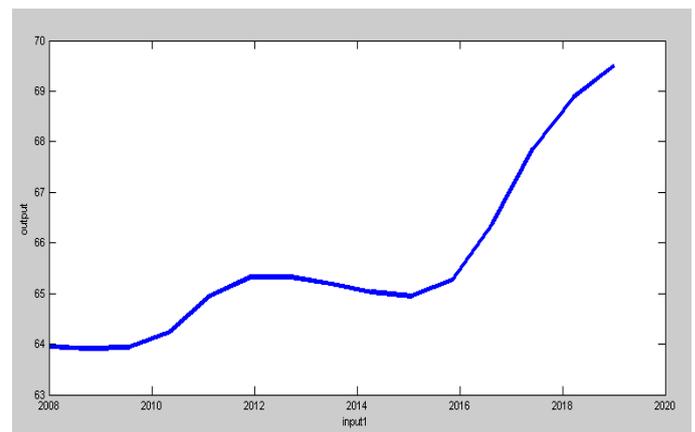
Gambar 3. *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* Type *Gauss2mf*

Pada Gambar 3 *Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* Type *Gauss2mf* di atas, menunjukkan grafik fungsi keanggotaan (*Membership Function*) dari *Artificial Intelligence* metode *Neuro Fuzzy*. Ini adalah grafik *Membership Function* dari hasil yang paling akurat dalam peramalan error, yaitu menggunakan tipe *Gauss2mf*. Karena pada tipe *gauss2mf* menunjukan hasil prediksi sebesar 69.5 sehingga hasil prediksi (*forecast*) ini tidak jauh berbeda dengan data aktual sebelumnya pada tahun 2018 dan prediksi error (*MAPE*) sebesar 0.49273.



Gambar 4. *Rule-Based Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* Type *Gauss2mf*

Pada Gambar 4 *Rule-Based Artificial Intelligence Neuro Fuzzy* Type *Gauss2mf* di atas, menunjukkan hasil input dan output dari tahun 2008-2019 dengan metode *Neuro Fuzzy*. Ini adalah grafik *Rule Base* dari hasil yang paling akurat dalam peramalan error, yaitu menggunakan tipe *Gauss2mf*.



Gambar 5. Hasil peramalan (*forecasting*) Type *Gauss2mf*

Pada Gambar 5 Hasil peramalan (*forecasting*) type *gauss2mf* di atas, menunjukkan grafik hasil peramalan (*forecast*) dari tahun 2008-2019 pada *Artificial Intelligence* metode *Neuro Fuzzy*. Ini adalah grafik dari hasil yang paling akurat dalam peramalan error, yaitu menggunakan tipe *Gauss2mf*.

E. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil peramalan (*forecasting*) data *Time Series* Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2019 dengan menggunakan metode *Artificial Intelligent Neuro Fuzzy*, yaitu Fuzzy Mamdani dan ANFIS Sugeno.

Maka, didapat hasil yang akurat yaitu pada Tipe *Gauss2mf* dengan hasil prediksi sebesar 69.5 dan nilai MAD sebesar 0.354, MSE sebesar 1.570035, MAPE sebesar 0.049273 dan hasil error sebesar 0.95947. Peneliti menyimpulkan bahwa hasil peramalan (*Forecasting*) menggunakan Tipe *Gauss2mf* merupakan tipe terbaik dan paling akurat dalam peramalan karena menghasilkan nilai error paling akurat diantara tipe-tipe yang lain dan hasil peramalan tidak jauh berbeda dari tahun sebelumnya.

Pada peneitian ini, berdasarkan hasil yang telah diperoleh peneliti maka perlu untuk dikembangkan dan diperdalam lebih lanjut tentang metode *Neuro Fuzzy* mengenai tipe-tipenya yang lain. Sehingga pada penelitian selanjutnya akan bisa diperoleh hasil lebih baik atau bisa melengkapi hasil dari penelitian ini.

Syahputra, Ramadoni. (2015). Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro Fuzzy Adaptif. *Jurnal Teknologi*. 8 (2), 161-168

Tjahjono, A., Martiana, E., & Ardhinata, T. H. (2011). Penerapan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Untuk Sistem Pengambilan Keputusan Distribusi Obat pada Sistem Informasi Terintegrasi Puskesmas dan Dinas Kesehatan. *Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (EEPIS), Indonesia*, 4(1), 338-344.

REFERENSI

- Ayu, Iyut Trisna. (2016). *Perancangan Kontroler Logika Fuzzy Untuk Tracking Control Pada Robot Sumo*. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- BPS. (2017). *Analisis Indikator Makro Sosial dan Ekonomi Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur*. Badan Pusat Statistik Jawa Timur.
- Gaurav Kumar Nayak, Swathi J Narayanan, dan Ilango Paramasivam. (2013). Development and Comparative Analysis of Fuzzy Inference Systems for Predicting Customer Buying Behavior. *International Journal of Engineering and Technology*. 5 (5), 4093-4108
- Gufron, Adhi. (2010). *Penerapan Fuzzy Logic dalam Sistem Kenaikan Jabatan (studi kasus: PT Krakatau Daya Listrik Cilegon)* [skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Kristianto, Ahmad. (2017). *Perancangan Alat Pengendali Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya Cacing Lumbricus Rubellus Menggunakan Metode Anfis (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)* [skripsi]. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Mujilawati, S., & Sulistiono, E. (2016). Pemanfaatan Neural Fuzzy Dalam Pemilihan Hotel Di Kota Surabaya Berbasis Android. *Joutica Press*, ISSN 2503-07103, 28-32
- S. Hartati dan S. Kusumadewi. (2006). *Neuro-Fuzzy Integrasi System Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sulhan, M. & Kairiah, Rizkiyatul. (2015). *Sistem Informasi Peramalan (Forecasting) Produksi Melalui Pendekatan Time Series Pada PT PN XII (Persero Malang)*. 7(2085-2347), 147-152