

IMPLEMENTASI FCM-ANFIS DALAM PREDIKSI TINGKAT INFLASI DI INDONESIA

Nur Fathiah

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: nurfathiah.21003@mhs.unesa.ac.id

Dwi Nur Yunianti

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: dwiyunianti@unesa.ac.id*

Abstrak

Tingkat inflasi yang tinggi masih menjadi permasalahan ekonomi bagi negara berkembang, seperti Indonesia, karena berdampak pada daya beli masyarakat, pengangguran, pertumbuhan ekonomi, dan ketidaksetaraan sosial. Inflasi adalah kenaikan harga barang dan jasa secara umum yang berlangsung terus-menerus. Faktor penyebab inflasi antara lain jumlah uang beredar, suku bunga, dan nilai tukar rupiah. Prediksi inflasi diperlukan sebagai dasar perencanaan dan pengambilan keputusan kebijakan ekonomi. Penelitian ini menerapkan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan parameter premis diperoleh melalui Fuzzy C-Means (FCM). Hasil pengelompokan data dengan FCM menghasilkan 4 cluster: cluster 1 (38 bulan), cluster 2 (19 bulan), cluster 3 (29 bulan), dan cluster 4 (39 bulan). Berdasarkan hasil prediksi, Indonesia diperkirakan akan mengalami inflasi sebesar 1,72% pada Juni 2025, naik menjadi 1,86% pada Juli 2025, dan 2,33% pada bulan Agustus 2025 mendatang. Hasil prediksi ini menunjukkan adanya tren kenaikan inflasi selama periode tersebut. Oleh karena itu, pemerintah diharapkan dapat menyusun dan menyiapkan langkah, serta kebijakan yang tepat guna menjaga stabilitas tingkat inflasi.

Kata Kunci: prediksi, inflasi, Fuzzy C-Means, *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*.

Abstract

High inflation rates remain an economic problem for developing countries, such as Indonesia, because they affect people's purchasing power, unemployment, economic growth, and social inequality. Inflation is a continuous increase in the general price of goods and services. Factors causing inflation include the amount of money in circulation, interest rates, and the rupiah exchange rate. Inflation predictions are needed as a basis for economic policy planning and decision making. This study applies the *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) method with premise parameters obtained through Fuzzy C-Means (FCM). The results of data clustering with FCM produced four clusters: cluster 1 (38 months), cluster 2 (19 months), cluster 3 (29 months), and cluster 4 (39 months). Based on the prediction results, Indonesia is expected to experience inflation of 1.72% in June 2025, rising to 1.86% in July 2025, and 2.33% in August 2025. These prediction results indicate an upward trend in inflation during this period. Therefore, the government is expected to formulate and prepare appropriate measures and policies to maintain inflation stability.

Keywords: prediction, inflation, Fuzzy C-Means, *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*.

PENDAHULUAN

Inflasi dapat diartikan sebagai suatu kondisi yang cenderung mengalami kenaikan pada harga barang dan jasa secara menyeluruh dalam kurun waktu tertentu serta saling memengaruhi (Fitriah & Abadi, 2011). Inflasi masih menjadi perhatian utama di berbagai negara, termasuk Indonesia, karena dampaknya yang luas terhadap perekonomian. Ketidakstabilan dan tingginya tingkat inflasi berpengaruh terhadap kenaikan harga kebutuhan pokok, turunnya daya beli masyarakat, dan turunnya pendapatan masyarakat, sehingga dapat meningkatkan tingkat kemiskinan. Sebaliknya, stabil

dan rendahnya tingkat inflasi akan meningkatkan kemampuan masyarakat untuk memperoleh barang dan jasa yang memicu produksi meningkat (Widya et al., 2023). Namun, inflasi yang terlalu rendah tidak menguntungkan perekonomian karena menyebabkan perdagangan melambat (Laraswati & Tri Putri, 2023). Tingkat inflasi di Indonesia pada tahun 2024 sebesar 1,57% (Badan Pusat Statistik, 2025). Tingkat inflasi yang rendah ini jika berlanjut tanpa diimbangi kenaikan upah atau penciptaan lapangan kerja, maka berpotensi terhadap turunnya daya beli yang berujung pada lambatnya perekonomian.

Beberapa faktor penyebab terjadinya inflasi, yaitu jumlah uang beredar (JUB), suku bunga acuan (BI Rate), dan nilai tukar rupiah. Banyaknya jumlah uang yang beredar dapat mendorong daya beli masyarakat. Namun, apabila tidak diimbangi dengan ketersediaan barang dan jasa, maka akan mengakibatkan kenaikan harga yang berujung pada terjadinya inflasi (Roviq et al., 2025). Suku bunga acuan (BI Rate) juga memiliki peranan penting dalam mengendalikan inflasi. Peningkatan BI Rate membuat suku bunga simpanan dan pinjaman ikut meningkat, sehingga masyarakat cenderung menabung dan pelaku usaha menurunkan investasi. Akibatnya, aktivitas ekonomi cenderung melambat dan tekanan inflasi pada akhirnya dapat berkurang (Langi et al., 2014). Selain itu, ketidakstabilan nilai tukar rupiah juga dapat menjadi penyebab inflasi. Ketidakstabilan nilai tukar rupiah berpengaruh terhadap naik dan turunnya biaya atau tarif impor. Peningkatan tarif impor berpotensi mendorong naiknya pengeluaran dalam proses produksi dan harga jual barang, yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya inflasi (Fadilla & Aravik, 2018).

Prediksi adalah suatu upaya untuk memperkirakan kondisi di masa depan berdasarkan data sebelumnya (Darmawand et al., 2018). Prediksi tingkat inflasi pada masa mendatang diperlukan pemerintah dalam menyusun dan menyiapkan langkah, serta kebijakan yang tepat untuk mengendalikan inflasi. Prediksi tingkat inflasi diperlukan Bank Indonesia dalam menetapkan suku bunga acuan agar stabilitas harga barang dan jasa dapat terjaga. Prediksi tingkat inflasi juga dapat membantu perusahaan dalam menetapkan harga produk, mengelola keuangan, serta mengurangi dampak negatif inflasi terhadap keuntungan perusahaan.

Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk prediksi. Metode ANFIS merupakan metode yang menggabungkan jaringan syaraf tiruan (JST) dan logika fuzzy untuk menangani sistem yang kompleks, nonlinear, serta dapat menyesuaikan waktu dengan menggunakan algoritma pembelajaran (Muzani et al., 2022).

Metode ANFIS telah digunakan untuk prediksi dalam sejumlah penelitian, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Damayanti & Agustina (2024) dalam prediksi harga saham X. Pada penelitian

tersebut, metode ANFIS menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,005 dan tingkat akurasi sebesar 99%, sehingga metode ANFIS sangat baik dan akurat dalam prediksi tren kenaikan dan penurunan harga saham X.

Penelitian oleh Marfuah et al. (2021), menggunakan metode ANFIS untuk prediksi curah hujan di Kabupaten Lingga. Nilai RMSE yang dihasilkan pada penelitian tersebut sebesar 0,01255, yang berarti ANFIS memberikan hasil yang mendekati akurat untuk prediksi curah hujan di Kabupaten Lingga. Pada penelitian Darmawand et al. (2018), metode ANFIS digunakan dalam memprediksi suku bunga acuan (BI Rate). Penelitian tersebut menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,0019165. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi metode ANFIS dapat memprediksi suku bunga acuan (BI Rate) dengan baik.

Metode ANFIS terdiri dari lima lapisan, yaitu lapisan 1 (*fuzzy layer*), lapisan 2 (*product layer*), lapisan 3 (*normalized layer*), lapisan 4 (*defuzzy layer*), dan lapisan 5 (*total output layer*), dimana setiap lapisan pada ANFIS memiliki perlakuan yang berbeda (Dewi, 2015). Ada dua parameter dalam metode ANFIS, yaitu parameter premis (*premise parameters*) pada lapisan 1, dan parameter konsekuen (*consequent parameters*) pada lapisan 4. Pada penelitian ini, nilai *premise parameters* didapatkan melalui proses pengelompokkan (*clustering*). Tujuan dari *clustering* adalah untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok atau *cluster*, sehingga data yang mempunyai ciri-ciri serupa akan dikelompokkan ke dalam *cluster* yang sama. Proses *clustering* dalam penelitian ini juga bertujuan untuk membangkitkan atau membentuk aturan fuzzy yang digunakan dalam metode ANFIS.

Metode *clustering* yang sering digunakan dalam konsep himpunan fuzzy adalah Fuzzy C-Means (FCM). FCM merupakan teknik *clustering* data di mana derajat keanggotaan menentukan keberadaan setiap titik data dalam suatu *cluster* (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Penelitian yang telah dilakukan oleh Dewi (2018), membandingkan tingkat akurasi K-Means dan FCM pada ANFIS untuk memprediksi cuaca, dengan hasil penelitian mengungkapkan bahwa, FCM menghasilkan prediksi yang lebih akurat daripada K-Means secara umum.

Berdasarkan pemaparan di atas, prediksi tingkat inflasi di Indonesia perlu dilakukan untuk menyusun

dan menyiapkan langkah, serta kebijakan yang tepat untuk mengendalikan inflasi. Proses *clustering* bertujuan untuk mendapatkan nilai paramater premis dan pembentukan aturan fuzzy. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi tingkat inflasi di Indonesia dengan menerapkan metode FCM-ANFIS, dengan tujuan memperoleh hasil prediksi dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Faktor yang memengaruhi inflasi dalam penelitian ini, yaitu tingkat inflasi pada bulan sebelumnya, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD), dan JUB.

KAJIAN TEORI

PREDIKSI

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, prediksi adalah ramalan atau prakiraan. Prediksi berperan penting dalam memperkirakan kapan terjadinya suatu peristiwa, sehingga memungkinkan penyusunan kebijakan atau tindakan yang harus dilakukan (Darmawand et al., 2018). Prediksi dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan yang lebih rasional, sehingga pihak terkait dapat lebih siap dalam menghadapi ketidakpastian di masa depan, serta menyiapkan strategi menghadapi risiko maupun peluang di masa depan.

INFLASI

Badan Pusat Statistik menjelaskan bahwa inflasi merupakan naiknya harga barang dan jasa secara umum dimana barang dan jasa tersebut merupakan kebutuhan pokok masyarakat atau menurunnya nilai mata uang suatu negara. Adapun komponen-komponen yang harus dipenuhi agar suatu kondisi dapat dikatakan telah terjadi inflasi, yaitu kenaikan harga, bersifat umum, dan berlangsung terus menerus.

1. Jenis-Jenis Inflasi

Berdasarkan tingkat keparahannya, inflasi dibedakan ke dalam empat jenis, yaitu inflasi ringan, inflasi sedang, inflasi berat, dan hiperinflasi (Lanori & Supriyanto, 2023).

a. Inflasi Ringan

Inflasi ringan adalah inflasi yang belum mengganggu keadaan perekonomian. Suatu kondisi dikatakan telah terjadi inflasi

ringan apabila tingkat inflasi kurang dari 10% per tahun.

b. Inflasi Sedang

Inflasi sedang adalah inflasi yang belum membahayakan kegiatan ekonomi, tetapi dapat menurunkan kesejahteraan masyarakat dengan pendapatan tetap. Suatu kondisi dikatakan telah terjadi inflasi sedang apabila tingkat inflasi 10%-30% per tahun.

c. Inflasi Berat

Inflasi berat adalah inflasi yang telah mengacaukan perekonomian. Saat kondisi ini terjadi, biasanya orang-orang akan menyimpan barang karena bunga bank lebih rendah dari laju inflasi. Suatu kondisi dikatakan telah terjadi inflasi berat apabila tingkat inflasi berkisar antara 30%-100% per tahun.

d. Hiperinflasi

Hiperinflasi adalah inflasi yang sudah mengacaukan perekonomian dan susah dikendalikan. Suatu kondisi dikatakan telah terjadi hiperinflasi apabila tingkat inflasi di atas 100% per tahun.

2. Faktor Penyebab Inflasi

a. Suku Bunga (*BI Rate*)

Suku bunga yang ditentukan oleh Bank Indonesia (BI) atau dikenal sebagai *BI Rate*, menjadi patokan oleh lembaga keuangan di seluruh Indonesia untuk menentukan besarnya suku bunga yang akan ditawarkan kepada nasabah, termasuk suku bunga pinjaman dan tabungan. Ketika level suku bunga rendah, ketertarikan masyarakat akan menabung di bank cenderung rendah karena bunga yang kecil. Akibatnya, permintaan terhadap barang dan jasa akan meningkat, sementara persediaan tidak mampu memenuhi lonjakan tersebut. Kondisi ini dapat memicu kelangkaan yang berdampak pada kenaikan harga, sehingga mendorong terjadinya inflasi.

b. Nilai Tukar Rupiah

Nilai tukar merupakan besaran yang menggambarkan seberapa besar nilai mata uang suatu negara apabila dibandingkan terhadap mata uang negara lain

(Puspitaningrum, 2014). Ketidakstabilan nilai tukar dapat menyebabkan hambatan bagi pelaku usaha dalam menyusun perencanaan bisnis, khususnya bagi perusahaan yang bergantung pada impor bahan baku maupun kegiatan ekspor. Meningkatnya harga barang baku dari luar akan meningkatkan biaya produksi, yang dapat mengakibatkan kenaikan pada harga barang. Apabila kondisi ini terus terjadi, maka dapat menyebabkan inflasi (Fadilla & Aravik, 2018).

c. Jumlah Uang Beredar (JUB)

Menurut Paul A. Samuelson dalam Roviq et al. (2025), jumlah uang beredar (JUB) adalah jumlah keseluruhan uang yang beredar di masyarakat dalam bentuk uang kertas dan uang koin. Jika kenaikan JUB tidak didukung dengan ketersediaan barang dan jasa yang cukup, sehingga persediaan barang dan jasa lebih rendah dari permintaan masyarakat, maka akan berdampak pada kenaikan harga, yang dapat menyebabkan inflasi.

3. Dampak Inflasi

Beberapa dampak inflasi terhadap perekonomian dan kesejahteraan masyarakat, yaitu penurunan daya beli masyarakat, meningkatnya pengangguran, merosotnya pertumbuhan ekonomi, dan ketidaksetaraan sosial (Nurhasanah & Nugroho, 2024).

HIMPUNAN FUZZY

1. Definisi Himpunan Fuzzy

Misalkan T adalah himpunan semesta tak kosong. Suatu himpunan fuzzy S atas T dapat dinyatakan melalui definisi sebagai berikut.

$$S = \{(t, \mu_S(t)) | t \in T\}$$

$\mu_S: T \rightarrow [0,1]$ disebut dengan fungsi keanggotaan t atas S dan $\mu_S(t)$ disebut derajat keanggotaan t atas S .

2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan atau *membership function* merupakan kurva yang berfungsi untuk memetakan nilai masukan ke dalam derajat keanggotaan, di mana derajat keanggotaan tersebut berada pada interval $[0,1]$. Penentuan derajat keanggotaan salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan

berbasis fungsi (Robandi, 2019). Fungsi yang dapat digunakan, yakni fungsi *Gaussian Bell* atau *Generalized Bell*.

3. Operasi Himpunan Fuzzy

Derajat keanggotaan yang dihasilkan dari operasi antara dua himpunan fuzzy dikenal sebagai *fire strength*.

Diketahui K dan L merupakan himpunan fuzzy pada S , maka

a) Irisan K dan L , yaitu

$$K \cap L = \{(s, \mu_{K \cap L}(s)) | s \in S\}$$

dengan $\mu_{K \cap L}(s) = \min\{\mu_K(s), \mu_L(s)\}$.

b) Gabungan K dan L , yaitu

$$K \cup L = \{(s, \mu_{K \cup L}(s)) | s \in S\}$$

dengan $\mu_{K \cup L}(s) = \max\{\mu_K(s), \mu_L(s)\}$.

c) Komplemen K , yaitu

$$K^c = \{(s, \mu_{K^c}(s)) | s \in S\}$$

dengan $\mu_{K^c}(s) = 1 - \mu_K(s)$.

4. Logika Fuzzy Metode Sugeno

Logika fuzzy merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian pada masalah yang mempunyai banyak jawaban (Robandi, 2019). Ada beberapa metode penalaran untuk membentuk sebuah sistem fuzzy, diantaranya adalah Metode Sugeno.

Metode Sugeno menghasilkan keluaran (*output*) yang bukan dalam bentuk himpunan fuzzy, melainkan berupa nilai konstanta atau persamaan linier (Kusumadewi & Purnomo, 2010).

a) Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Nol secara umum adalah sebagai berikut.

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n)$$

$$THEN z = k$$

dengan \bullet adalah operator (AND atau OR), A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b) Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Satu secara umum adalah sebagai berikut.

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n)$$

$$THEN z = p_1 x_1 + \dots + p_n x_n + q$$

dengan \bullet adalah operator (AND atau OR), A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden dan p_i adalah suatu konstanta

(tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

FUZZY C-MEANS (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan sebuah teknik pengelompokkan data di mana keberadaan masing-masing titik data pada suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Berikut ini merupakan proses perhitungan pada metode FCM (Kusumadewi & Purnomo, 2010).

1. Menginput data yang akan dicluster berupa matriks $X = [x_{ij}]$ dengan ukuran $n \times m$, di mana n adalah banyak data dan m adalah banyak atribut. x_{ij} adalah data ke- i , atribut ke- j , $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, m$.
2. Menentukan:
 - Jumlah *cluster* $= c$;
 - Pangkat $= w$;
 - Maksimum iterasi $= \text{MaxIter}$;
 - Error terkecil $= \xi$;
 - Fungsi objektif awal $= P_0 = 0$;
 - Iterasi awal $= t = 1$;
3. Membangkitkan bilangan *random* μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal $U = [\mu_{ik}]$. μ_{ik} diperoleh dengan:
 - a. Menghitung jumlah setiap baris dengan rumus sebagai berikut.

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$
 dengan $i = 1, 2, \dots, n$.
 - b. Menghitung μ_{ik} dengan rumus sebagai berikut.

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$
4. Menghitung pusat *cluster* ke- k , atribut ke- j , yaitu V_{kj} , dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$ dengan rumus sebagai berikut.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w \cdot x_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$
5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , yaitu

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left(\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right) (\mu_{ik})^w \right) \quad (4)$$
6. Menghitung perubahan matriks partisi dengan elemennya sebagai berikut.

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (5)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $k = 1, 2, \dots, c$.

7. Mengecek kondisi berhenti, yaitu
 Jika $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$, maka kondisi berhenti;
 Jika tidak, maka $t = t + 1$ dan ulangi langkah ke-4.

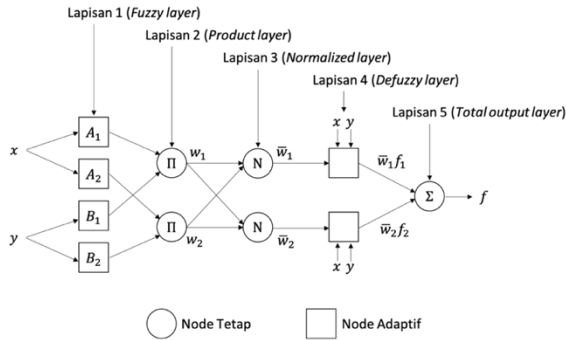
ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan metode yang menggabungkan logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan (JST) yang berbasis pada *fuzzy inference system* (Ramadanti et al., 2023). Dalam JST, informasi diproses oleh node menggunakan bobot tertentu. Sedangkan dalam ANFIS, proses ini digantikan dengan aturan-aturan fuzzy yang bekerja seperti node, tetapi menggunakan logika fuzzy untuk menghasilkan *output* (Rosadi et al., 2018).

ANFIS memiliki lima tahapan yang direpresentasikan dengan *layer* di strukturnya yang dibangun menyerupai JST dengan logika fuzzy, yang bergantung pada model fuzzy Sugeno (Wijaya et al., 2022). Misalkan *input* ANFIS terdiri atas x dan y dan satu *output* z . Aturan model sugeno orde satu dengan dua aturan *fuzzy if-then* sebagai berikut.

- Aturan 1: *if* x is A_1 and y is B_1 ,
 then $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$
- Aturan 2: *if* x is A_2 and y is B_2 ,
 then $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

Pemilihan orde satu didasarkan pada pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan dalam proses perhitungan. A_i dan B_i merupakan nilai-nilai keanggotaan yang berfungsi sebagai label linguistik, seperti "tua" atau "muda", sedangkan p_i , q_i , dan r_i adalah parameter konsekuen. Struktur ANFIS memiliki kemiripan dengan struktur JST. Metode ANFIS terdiri dari lima lapisan atau *layer* dengan *output* dari node ke- i di lapisan l dinotasikan sebagai $O_{l,i}$ (Jang et al., 1997). Struktur ANFIS dengan dua variabel *input* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur ANFIS 2 Input

Berdasarkan Gambar 1, dapat dijelaskan masing-masing lapisan pada ANFIS dengan dua input adalah sebagai berikut.

1. Lapisan 1 (Fuzzy Layer)

Pada lapisan 1, masing-masing node i merupakan node adaptif.

$$\begin{aligned} O_{1,i} &= \mu_{A_i}(x), & i = 1, 2 \text{ atau} \\ O_{1,i} &= \mu_{B_i}(y), & i = 3, 4 \end{aligned} \quad (6)$$

dimana x (atau y) merupakan input node i dan A_i (atau B_{i-2}) adalah label linguistik. $O_{1,i}$ adalah derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy $A (= A_1, A_2, B_1 \text{ or } B_2)$ dan ini menentukan derajat dimana input yang diberikan x (atau y) memenuhi pengukur A . Dalam hal ini, fungsi keanggotaan untuk A dapat berupa fungsi keanggotaan yang diparameterkan dengan tepat, seperti *Generalized Bell*.

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b}} \quad (7)$$

dimana $\{a_i, b_i, c_i\}$ merupakan *premise parameters*, biasanya $b = 1$.

2. Lapisan 2 (Product Layer)

Pada lapisan 2, setiap node merupakan node tetap, yang diberi label Π . Output lapisan ini berupa perkalian dari semua sinyal masuk.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2 \quad (8)$$

Setiap node output merepresentasikan *firing strength* dari aturan fuzzy. Operator yang digunakan pada lapisan ini adalah operator "AND".

3. Lapisan 3 (Normalized Layer)

Pada lapisan 3, setiap node merupakan node tetap yang diberi label N , yang merupakan hasil perhitungan rasio dari *firing strength*, dari aturan ke- i terhadap jumlah dari keseluruhan *firing strength*.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2 \quad (9)$$

Output lapisan ini disebut *normalized firing strengths*.

4. Lapisan 4 (Defuzzy Layer)

Setiap node pada lapisan ini merupakan node adaptif.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (10)$$

dimana \bar{w}_i adalah *normalized firing strength* dari lapisan 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ merupakan himpunan parameter dari node ini. Parameter-parameter pada lapisan ini dinamakan *consequent parameters*. FIS tipe Sugeno memiliki 2 tipe output, yakni tipe linier dan konstan. Tipe output linier ditunjukkan oleh persamaan $f_i = p_i x + q_i y + r_i$. Tipe output konstan terjadi saat $p_i = q_i = 0$.

Setelah menentukan nilai parameter *premise*, total output dapat dinyatakan sebagai kombinasi linier dari parameter konsekuen.

$$\begin{aligned} f &= \frac{w_1}{w_1 + w_2} f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} f_2 \\ &= \bar{w}_1 (p_1 x + q_1 y + r_1) + \bar{w}_2 (p_2 x + q_2 y + r_2) \\ &= (\bar{w}_1 x) p_1 + (\bar{w}_1 y) q_1 + (\bar{w}_1) r_1 \\ &\quad + (\bar{w}_2 x) p_2 + (\bar{w}_2 y) q_2 + (\bar{w}_2) r_2 \end{aligned}$$

dimana linear pada *consequent parameters* p_1, q_1, r_1, p_2, q_2 , dan r_2 .

$$f = X\theta$$

Jika matriks X dapat dibalik, maka

$$\theta = X^{-1}f$$

Dengan menggunakan metode linear dan dengan mengasumsikan jumlah baris dari pasangan X dan f , maka diperoleh

$$\theta = (X^T X)^{-1} X^T f \quad (11)$$

5. Lapisan 5 (Total Output Layer)

Lapisan ini terdiri dari sebuah node tunggal yang diberi label Σ , yang merupakan nilai dari penjumlahan seluruh masukan.

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (12)$$

ROOT MEAN SQUARED ERROR (RMSE)

Root Mean Squared Error (RMSE) adalah suatu pengukuran tingkat akurasi dengan mengukur rata-rata nilai kuadrat. Perhitungan RMSE dilakukan dengan tujuan untuk mengukur seberapa baik model prediksi bekerja. Semakin kecil nilai RMSE, semakin akurat model dalam memprediksi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (13)$$

dengan

y_i = nilai prediksi data ke- i

\hat{y}_i = nilai aktual data ke- i

n = banyaknya data

METODE

JENIS DATA DAN SUMBER DATA PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data tingkat inflasi di Indonesia, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD), dan JUB periode Desember 2014–Mei 2025. Data tingkat inflasi di Indonesia bersumber dari *website* resmi BI, data nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) bersumber dari *website* resmi Kementerian Perdagangan, data *BI Rate* dan data JUB bersumber dari *website* resmi Badan Pusat Statistik.

VARIABEL PENELITIAN

Variabel penelitian dalam penelitian ini, yaitu tingkat inflasi di Indonesia, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD), dan JUB.

RANCANGAN PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilalui dalam melakukan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data

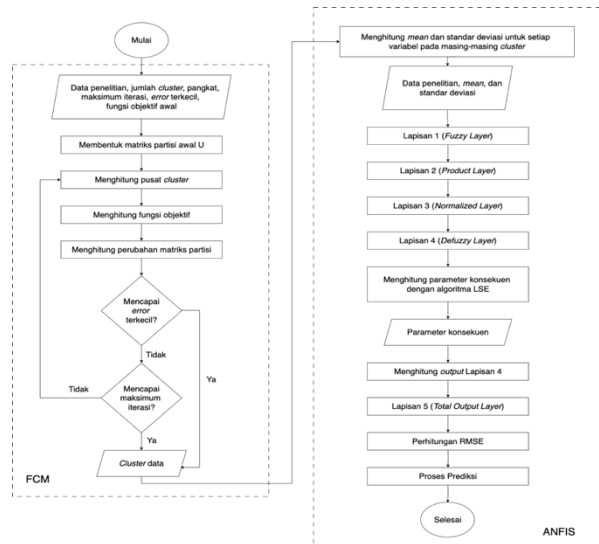
Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data yang akan digunakan, seperti data tingkat inflasi di Indonesia, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap USD, dan JUB pada periode Desember 2014–Mei 2025. Banyaknya data yang digunakan, yaitu 125 data.

2. Pengolahan Data

Tahapan ini digunakan untuk mengolah seluruh data yang telah dikumpulkan melalui beberapa proses, yaitu pengelompokkan data dengan FCM, proses pelatihan dengan ANFIS, dan proses prediksi.

DIAGRAM ALIR

Tahapan-tahapan pada penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu tingkat inflasi di Indonesia, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap USD, dan JUB periode Desember 2014–Mei 2025. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

No	t	x_1	x_2	x_3	x_4	y
1	Januari 2015	8,36	7,75	12.440	942221,34	6,96
2	Februari 2015	6,96	7,75	12.625	918079,49	6,29
3	Maret 2015	6,29	7,50	12.863	927847,53	6,38
4	April 2015	6,38	7,50	13.084	957580,46	6,79
5	Mei 2015	6,79	7,50	12.937	959376,46	7,15
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
123	Maret 2025	-0,09	5,75	16.431	2774899,60	1,03
124	April 2025	1,03	5,75	16.588	2842654,25	1,95
125	Mei 2025	1,95	5,75	16.787	2803940,46	1,60

dengan

t : bulan, tahun

x_1 : tingkat inflasi sebelumnya ($t - 1$)

x_2 : *BI Rate* ($t - 1$)

x_3 : nilai tukar rupiah terhadap USD ($t - 1$)

x_4 : JUB ($t - 1$)

y : tingkat inflasi (t)

PENGELOMPOKKAN DATA DENGAN FCM

Data dikelompokkan ke dalam 4 *cluster* dengan FCM. Pengelompokkan data ke dalam 4 *cluster* didasarkan pada banyaknya jenis inflasi yang secara teoritis terbagi menjadi 4 jenis. Ada 4 atribut yang digunakan dalam proses *clustering* dengan FCM, yaitu x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4 . Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengelompokkan data dengan FCM, yaitu

1. Banyaknya data yang akan dikelompokkan adalah 125 data dengan 4 atribut. Data tersebut termuat pada matriks X berukuran 125×4 sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 8,36 & 7,75 & 12.440 & 942221,34 \\ 6,96 & 7,75 & 12.625 & 918079,49 \\ 6,29 & 7,50 & 12.863 & 927847,53 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1,95 & 5,75 & 16.787 & 2803940,46 \end{bmatrix}$$

2. Membangkitkan bilangan *random* μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, 125$; $k = 1, 2, 3, 4$; sebagai entri matriks partisi awal U . Misal,

$$U = \begin{bmatrix} 0,420 & 0,595 & 0,690 & 0,101 \\ 0,849 & 0,615 & 0,646 & 0,402 \\ 0,193 & 0,012 & 0,553 & 0,920 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,676 & 0,718 & 0,114 & 0,693 \end{bmatrix}$$

Kemudian, jumlah setiap baris dihitung dengan menggunakan persamaan (1), yaitu

$$Q_1 = 0,420 + 0,595 + 0,690 + 0,101 = 1,805$$

$$Q_2 = 0,849 + 0,615 + 0,646 + 0,402 = 2,512$$

$$Q_3 = 0,193 + 0,012 + 0,553 + 0,920 = 1,678$$

\vdots

$$Q_{125} = 0,676 + 0,718 + 0,114 + 0,693 = 2,201$$

Menghitung μ_{ik} dengan persamaan (2), yaitu

$$\mu_{11} = \frac{\mu_{11}}{Q_1} = \frac{0,420}{1,805} = 0,233$$

$$\mu_{12} = \frac{\mu_{12}}{Q_1} = \frac{0,595}{1,805} = 0,329$$

$$\mu_{13} = \frac{\mu_{13}}{Q_1} = \frac{0,690}{1,805} = 0,382$$

$$\mu_{14} = \frac{\mu_{14}}{Q_1} = \frac{0,101}{1,805} = 0,056$$

\vdots

$$\mu_{125,1} = \frac{\mu_{125,1}}{Q_{125}} = \frac{0,676}{2,201} = 0,307$$

$$\mu_{125,2} = \frac{\mu_{125,2}}{Q_{125}} = \frac{0,718}{2,201} = 0,326$$

$$\mu_{125,3} = \frac{\mu_{125,3}}{Q_{125}} = \frac{0,114}{2,201} = 0,052$$

$$\mu_{125,4} = \frac{\mu_{125,4}}{Q_{125}} = \frac{0,693}{2,201} = 0,315$$

Diperoleh

$$U = \begin{bmatrix} 0,233 & 0,329 & 0,382 & 0,056 \\ 0,338 & 0,245 & 0,257 & 0,160 \\ 0,115 & 0,007 & 0,329 & 0,548 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,307 & 0,326 & 0,052 & 0,315 \end{bmatrix}$$

3. Menghitung pusat *cluster* ke- k , yaitu V_{kj} , dengan $k = 1, 2, 3, 4$ dan $j = 1, 2, 3, 4$ dengan menggunakan persamaan (3).

$$V_{11} = \frac{((0,233)^2 \cdot 8,36) + ((0,338)^2 \cdot 6,96) + \dots + ((0,307)^2 \cdot 1,95)}{(0,233)^2 + (0,338)^2 + \dots + (0,307)^2}$$

$$= 3,1137$$

$$V_{12} = \frac{((0,233)^2 \cdot 7,75) + ((0,338)^2 \cdot 7,75) + \dots + ((0,307)^2 \cdot 5,75)}{(0,233)^2 + (0,338)^2 + \dots + (0,307)^2}$$

$$= 5,1688$$

\vdots

$$V_{44} = \frac{((0,056)^2 \cdot 942221,34) + \dots + ((0,315)^2 \cdot 2803940,46)}{(0,056)^2 + (0,160)^2 + \dots + (0,315)^2}$$

$$= 1803269,91$$

dengan langkah perhitungan yang sama, diperoleh

$$V = \begin{bmatrix} 3,1137 & 5,1688 & 14485,4429 & 1801700,17 \\ 3,3011 & 5,2418 & 14409,1320 & 1790624,74 \\ 3,4315 & 5,3374 & 14317,4819 & 1713609,34 \\ 3,2754 & 5,2392 & 14461,3861 & 1803269,91 \end{bmatrix}$$

4. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke-1, yaitu P_1 , dengan menggunakan persamaan (4).

$$P_1 = \sum_{i=1}^{125} \sum_{k=1}^4 \left(\left[\sum_{j=1}^4 (x_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right)$$

$$= 1,39158 \times 10^{13}$$

5. Menghitung perubahan matriks partisi U menggunakan persamaan (5). Berikut ini diberikan contoh perhitungan untuk μ_{11} .

$$\mu_{11} = \frac{((8,36 - 3,1137)^2 + \dots + (942221,34 - 1801700,17)^2)^{-1}}{((8,36 - 3,1137)^2 + \dots + (942221,34 - 1801700,17)^2)^{-1} + \dots + ((8,36 - 3,2754)^2 + \dots + (942221,34 - 1803269,91)^2)^{-1}}$$

$$= 0,2345$$

dengan langkah perhitungan yang sama, diperoleh

$$U = \begin{bmatrix} 0,2345 & 0,2407 & 0,2911 & 0,2337 \\ 0,2350 & 0,2410 & 0,2899 & 0,2341 \\ 0,2348 & 0,2409 & 0,2904 & 0,2340 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,2613 & 0,2557 & 0,2208 & 0,2622 \end{bmatrix}$$

6. Cek kondisi berhenti.

$$\text{Karena } |P_1 - P_0| = 1,39158 \times 10^{13} > \xi =$$

$$0,001, \text{ dan } t = 1 < \text{MaxIter} = 100, \text{ maka } t =$$

$$1 + 1 = 2 \text{ dan ulangi langkah ke-4.}$$

Perhitungan dilanjutkan sampai didapatkan

$$|P_t - P_{t-1}| < \xi \text{ atau } t > \text{MaxIter}.$$

Pada penelitian ini, pengelompokan data dengan

FCM dilakukan dengan menggunakan

bantuan *software* MATLAB, didapatkan hasil

sebagai berikut.

$$V = \begin{bmatrix} 3,1848 & 5,1466 & 14098,17 & 1425998,60 \\ 1,6584 & 3,6761 & 14436,19 & 1886101,43 \\ 5,0385 & 6,6942 & 13378,30 & 1070170,39 \\ 3,1159 & 5,5883 & 15567,51 & 2554541,97 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0,0639 & 0,0168 & 0,9136 & 0,0058 \\ 0,0798 & 0,0220 & 0,8905 & 0,0077 \\ 0,0734 & 0,0198 & 0,8998 & 0,0069 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,0291 & 0,0655 & 0,0184 & 0,8871 \end{bmatrix}$$

Matriks V menunjukkan nilai pusat setiap *cluster* pada setiap atribut dan matriks U menunjukkan derajat keanggotaan masing-masing data pada masing-masing *cluster*. Semakin besar derajat keanggotaan pada suatu *cluster*, maka semakin besar

pula kecenderungan data termasuk ke dalam *cluster* tersebut. Derajat keanggotaan masing-masing data pada setiap *cluster* disajikan dalam Tabel 2. Sedangkan, hasil *clustering* data dengan menggunakan algoritma FCM pada Tabel 3.

Tabel 2. Derajat Keanggotaan

No	t	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster
1	Januari 2015	0,0639	0,0168	0,9136	0,0058	3
2	Februari 2015	0,0798	0,0220	0,8905	0,0077	3
3	Maret 2015	0,0734	0,0198	0,8998	0,0069	3
4	April 2015	0,0536	0,0136	0,9281	0,0046	3
5	Mei 2015	0,0524	0,0133	0,9298	0,0045	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
121	Januari 2025	0,0352	0,0773	0,0224	0,8651	4
122	Februari 2025	0,0268	0,0609	0,0168	0,8955	4
123	Maret 2025	0,0242	0,0556	0,0151	0,9051	4
124	April 2025	0,0357	0,0783	0,0228	0,8632	4
125	Mei 2025	0,0291	0,0655	0,0184	0,8871	4

Tabel 3. Hasil *Clustering* Data

Cluster	Periode Waktu	Jumlah Data
Cluster 1	Juni 2017- Juli 2020.	38 bulan
Cluster 2	Agustus 2020-Desember 2021, dan Februari 2022-Maret 2022.	19 bulan
Cluster 3	Januari 2015-Mei 2017.	29 bulan
Cluster 4	Januari 2022 dan April 2022-Mei 2025.	39 bulan

ANALISIS HASIL CLUSTERING

Dalam penelitian ini, analisis hasil *clustering* dilakukan berdasarkan nilai pusat setiap *cluster* pada setiap atribut yang didapatkan dari proses *clustering*, yang ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Pusat *Cluster*

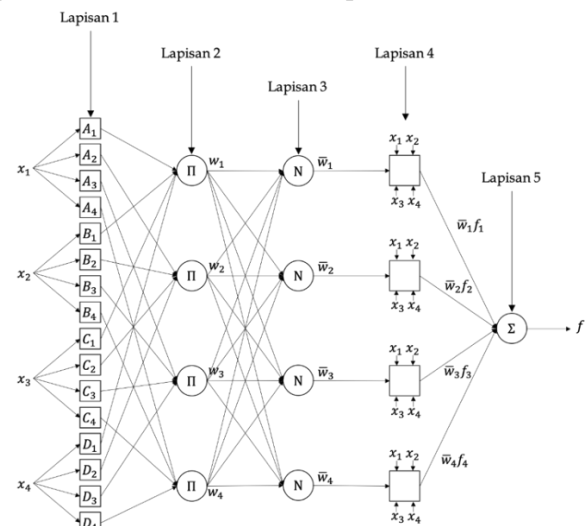
	x_1	x_2	x_3	x_4
Cluster 1	3,1848	5,1466	14098,17	1425998,60
Cluster 2	1,6584	3,6761	14436,19	1886101,43
Cluster 3	5,0385	6,6942	13378,30	1070170,39

Cluster 4	3,1159	5,5883	15567,51	2554541,97
-----------	--------	--------	----------	------------

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa *cluster* 1 terdiri dari bulan dengan tingkat inflasi sebelumnya yang cukup tinggi, *BI Rate*, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) dan JUB cukup rendah. *Cluster* 2 terdiri dari bulan dengan tingkat inflasi sebelumnya dan *BI Rate* yang sangat rendah, serta nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) dan JUB cukup tinggi. *Cluster* 3 terdiri dari bulan dengan tingkat inflasi sebelumnya dan *BI Rate* yang sangat tinggi, namun nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) dan JUB yang sangat rendah. *Cluster* 4 terdiri dari bulan dengan tingkat inflasi sebelumnya cukup rendah, *BI Rate* cukup tinggi, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (USD) dan JUB yang sangat tinggi.

PROSES PELATIHAN DENGAN ANFIS

Setelah melakukan proses *clustering*, langkah selanjutnya adalah proses pelatihan dengan menggunakan metode ANFIS. Struktur ANFIS dengan empat variabel *input* yang digunakan dalam penelitian ini diilustrasikan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Struktur ANFIS 4 Input

Sebelum perhitungan lapisan 1 pada metode ANFIS, terlebih dulu dilakukan perhitungan *mean* dan standar deviasi untuk setiap variabel pada tiap-tiap *cluster*, sehingga diperoleh nilai parameter premis, yaitu a dan c , seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Mean* dan Standar Deviasi Variabel

Parameter Premis	Cluster	x_1	x_2	x_3	x_4
Mean (c)	Cluster 1	3,1782	5,0526	14122,89	1436548,35
	Cluster 2	1,5832	3,6447	14403,68	1896553,33

Standar deviasi (a)	Cluster 3	4,9110	6,5172	13352,66	1080937,11
	Cluster 4	3,1697	5,3974	15489,18	2534027,91
	Cluster 1	0,4963	0,6707	621,74	103120,54
	Cluster 2	0,2282	0,2094	216,58	145441,70
	Cluster 3	1,7353	1,2007	433,69	95349,22
	Cluster 4	1,4990	0,9592	652,14	174144,72

Proses perhitungan dari setiap lapisan metode ANFIS adalah sebagai berikut.

1. Lapisan 1

Tahap awal ANFIS, yaitu lapisan 1, bertujuan untuk menentukan nilai derajat keanggotaan tiap data pada setiap *cluster* yang dihitung berdasarkan persamaan (7), yaitu

$$\begin{aligned}\mu_{A_1}(x_1) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_1 - 3,1782}{0,4963} \right|^2} \\ \mu_{A_2}(x_1) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_1 - 1,5832}{0,2282} \right|^2} \\ \mu_{A_3}(x_1) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_1 - 4,9110}{1,7353} \right|^2} \\ \mu_{A_4}(x_1) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_1 - 3,1697}{1,4990} \right|^2} \\ &\vdots \\ \mu_{D_1}(x_4) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_4 - 1436548,35}{103120,54} \right|^2} \\ \mu_{D_2}(x_4) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_4 - 1896553,33}{145441,70} \right|^2} \\ \mu_{D_3}(x_4) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_4 - 1080937,11}{95349,22} \right|^2} \\ \mu_{D_4}(x_4) &= \frac{1}{1 + \left| \frac{x_4 - 2534027,91}{174144,72} \right|^2}\end{aligned}$$

dengan

$$\begin{aligned}\mu_{A_1}(x_1) &= \text{derajat keanggotaan } x_1 \text{ pada cluster 1} \\ \mu_{A_2}(x_1) &= \text{derajat keanggotaan } x_1 \text{ pada cluster 2} \\ \mu_{A_3}(x_1) &= \text{derajat keanggotaan } x_1 \text{ pada cluster 3} \\ \mu_{A_4}(x_1) &= \text{derajat keanggotaan } x_1 \text{ pada cluster 4} \\ &\vdots\end{aligned}$$

$$\mu_{D_1}(x_4) = \text{derajat keanggotaan } x_4 \text{ pada cluster 1}$$

$$\mu_{D_2}(x_4) = \text{derajat keanggotaan } x_4 \text{ pada cluster 2}$$

$$\mu_{D_3}(x_4) = \text{derajat keanggotaan } x_4 \text{ pada cluster 3}$$

$$\mu_{D_4}(x_4) = \text{derajat keanggotaan } x_4 \text{ pada cluster 4}$$

Sehingga, pada lapisan 1 diperoleh derajat keanggotaan untuk setiap data pada setiap *cluster*.

2. Lapisan 2

Ada 4 aturan fuzzy yang ditetapkan dalam penelitian ini, yaitu

$$\begin{aligned}\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } x_2 \text{ is } B_1 \text{ AND } x_3 \text{ is } C_1 \text{ AND } x_4 \text{ is } D_1, \\ \text{THEN } f_1 &= p_1x_1 + q_1x_2 + r_1x_3 + s_1x_4 + t_1 \\ \text{IF } x_1 \text{ is } A_2 \text{ AND } x_2 \text{ is } B_2 \text{ AND } x_3 \text{ is } C_2 \text{ AND } x_4 \text{ is } D_2, \\ \text{THEN } f_2 &= p_2x_1 + q_2x_2 + r_2x_3 + s_2x_4 + t_2 \\ \text{IF } x_1 \text{ is } A_3 \text{ AND } x_2 \text{ is } B_3 \text{ AND } x_3 \text{ is } C_3 \text{ AND } x_4 \text{ is } D_3, \\ \text{THEN } f_3 &= p_3x_1 + q_3x_2 + r_3x_3 + s_3x_4 + t_3 \\ \text{IF } x_1 \text{ is } A_4 \text{ AND } x_2 \text{ is } B_4 \text{ AND } x_3 \text{ is } C_4 \text{ AND } x_4 \text{ is } D_4, \\ \text{THEN } f_4 &= p_4x_1 + q_4x_2 + r_4x_3 + s_4x_4 + t_4\end{aligned}$$

Firing strength pada lapisan ini dihitung dengan menggunakan persamaan (8) berdasarkan 4 aturan fuzzy yang telah ditetapkan, yaitu

$$\begin{aligned}w_1 &= \mu_{A_1}(x_1) \mu_{B_1}(x_2) \mu_{C_1}(x_3) \mu_{D_1}(x_4) \\ w_2 &= \mu_{A_2}(x_1) \mu_{B_2}(x_2) \mu_{C_2}(x_3) \mu_{D_2}(x_4) \\ w_3 &= \mu_{A_3}(x_1) \mu_{B_3}(x_2) \mu_{C_3}(x_3) \mu_{D_3}(x_4) \\ w_4 &= \mu_{A_4}(x_1) \mu_{B_4}(x_2) \mu_{C_4}(x_3) \mu_{D_4}(x_4)\end{aligned}$$

Output lapisan 2 ANFIS seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. *Output* Lapisan 2 ANFIS

No	w_1	w_2	w_3	w_4
1	2,651E-06	8,019E-10	5,813E-03	5,678E-06
2	5,514E-06	1,474E-09	1,361E-02	1,091E-05
3	1,340E-05	2,947E-09	4,510E-02	2,180E-05
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
125	1,970E-05	5,608E-07	8,699E-06	3,141E-02

3. Lapisan 3

Pada lapisan 3 dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (9), yaitu

$$\begin{aligned}\bar{w}_1 &= \frac{w_1}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} \\ &\vdots\end{aligned}$$

$$\bar{w}_4 = \frac{w_4}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4}$$

Output lapisan 3 berupa *normalized firing strength* yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Output Lapisan 3 ANFIS

No	\bar{w}_1	\bar{w}_2	\bar{w}_3	\bar{w}_4
1	4,554E-04	1,378E-07	9,986E-01	9,753E-04
2	4,048E-04	1,082E-07	9,988E-01	8,009E-04
3	2,968E-04	6,529E-08	9,992E-01	4,830E-04
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
125	6,268E-04	1,784E-05	2,767E-04	9,991E-01

4. Lapisan 4

Perhitungan nilai parameter konsekuen akan dilakukan dengan menggunakan persamaan (11). Matriks X adalah matriks berukuran 125×20 , yang anggotanya merupakan koefisien dari parameter konsekuen, variabel f merupakan data aktual tingkat inflasi sebanyak 125 data, sehingga membentuk matriks berukuran 125×1 , dan θ merupakan parameter konsekuen $p_1, q_1, r_1, s_1, t_1, p_2, q_2, r_2, s_2, t_2, p_3, q_3, r_3, s_3, t_3, p_4, q_4, r_4, s_4$, dan t_4 , sehingga membentuk matriks yang memiliki ordo 20×1 .

$$X = \begin{bmatrix} 3,81E-03 & \cdots & 9,75E-04 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1,22E-03 & \cdots & 9,99E-01 \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} 6,96 \\ 6,29 \\ 6,38 \\ \vdots \\ 1,60 \end{bmatrix}$$

Tabel 8 berisikan nilai parameter konsekuen yang diperoleh pada lapisan 4.

Tabel 8. Nilai Parameter Konsekuen

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
p_1	0,847	p_3	0,860
q_1	0,258	q_3	-0,269
r_1	-0,000	r_3	0,000
s_1	0,000	s_3	0,000
t_1	6,830	t_3	4,398
p_2	0,256	p_4	0,834
q_2	0,104	q_4	-0,355
r_2	-0,000	r_4	0,000
s_2	0,000	s_4	0,000
t_2	-0,861	t_4	2,516

Parameter konsekuen pada tabel 8 secara matematik dapat ditulis dalam persamaan linear pada setiap aturan fuzzy sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f_1 &= 0,847x_1 + 0,258x_2 - 0,000x_3 \\ &\quad + 0,000x_4 + 6,830 \\ f_2 &= 0,256x_1 + 0,104x_2 - 0,000x_3 \\ &\quad + 0,000x_4 - 0,861 \\ f_3 &= 0,860x_1 - 0,269x_2 + 0,000x_3 \\ &\quad + 0,000x_4 + 4,398 \\ f_4 &= 0,834x_1 - 0,355x_2 + 0,000x_3 \\ &\quad + 0,000x_4 + 2,516 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan (10), diperoleh *output* lapisan 4 seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Output Lapisan 4 ANFIS

No	$\bar{w}_1 f_1$	$\bar{w}_2 f_2$	$\bar{w}_3 f_3$	$\bar{w}_4 f_4$
1	4,330E-03	3,553E-07	7,761E+00	7,221E-03
2	3,348E-03	2,353E-07	6,690E+00	5,021E-03
3	2,234E-03	1,290E-07	6,185E+00	2,810E-03
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
125	-3,562E-04	5,294E-05	-1,122E-03	1,998E+00

5. Lapisan 5

Perhitungan pada lapisan 5 menggunakan persamaan (12), dengan hasil perhitungan seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Output Lapisan 5 ANFIS

No	t	Hasil Prediksi
1	Januari 2015	7,77
2	Februari 2015	6,70
3	Maret 2015	6,19
⋮	⋮	⋮
125	Mei 2025	2,00

Setelah melakukan proses pelatihan dengan ANFIS, dilakukan perhitungan RMSE untuk mengukur akurasi hasil prediksi. Perhitungan RMSE menggunakan persamaan (13), seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan RMSE

No	t	Hasil Prediksi (\hat{y})	Data Aktual (y)	$(y - \hat{y})^2$
1	Januari 2015	7,77	6,96	0,66046
2	Februari 2015	6,70	6,29	0,16653
3	Maret 2015	6,19	6,38	0,03625

:	:	:	:	:
125	Mei 2025	2,00	1,60	0,15713
Jumlah				16,60553

$$RMSE = \sqrt{\frac{16,60553}{125}} = 0,3645$$

Pada proses pelatihan dengan ANFIS didapatkan nilai RMSE 0,3645, yang berarti model matematika yang terbentuk memiliki akurasi yang cukup akurat dalam prediksi tingkat inflasi di Indonesia, sehingga proses prediksi tingkat inflasi di masa mendatang dapat dilakukan dengan menggunakan model matematika yang telah terbentuk.

PROSES PREDIKSI

Proses prediksi dilakukan untuk tingkat inflasi di Indonesia pada bulan Juni 2025-Agustus 2025. Proses perhitungan memiliki langkah yang sama seperti pada proses pelatihan, namun tanpa melakukan estimasi parameter premis dan parameter konsekuen, sehingga didapatkan hasil prediksi dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Prediksi Tingkat Inflasi

No	t	x_1	x_2	x_3	x_4	Hasil Prediksi
1	Juni 2025	1,60	5,50	16255	2837376,84	1,72
2	Juli 2025	1,87	5,50	16233	2955135,00	1,86
3	Agustus 2025	2,37	5,25	16297	3013000,00	2,33

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bagian hasil dan pembahasan, kesimpulan yang dapat ditarik adalah

1. Pada proses pengelompokkan data dengan FCM, data dikelompokkan ke dalam 4 cluster, yaitu Cluster 1 (38 bulan), Cluster 2 (19 bulan), Cluster 3 (29 bulan), dan Cluster 4 (39 bulan).
2. Proses prediksi dengan menggunakan metode ANFIS dilakukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan *generalized bell*. Ada 4 aturan fuzzy yang ditetapkan sejumlah dengan banyaknya cluster yang terbentuk. Berdasarkan hasil prediksi tingkat inflasi dengan menggunakan FCM-ANFIS, Indonesia diperkirakan akan mengalami inflasi sebesar 1,72% pada bulan Juni 2025, kemudian naik menjadi 1,86% pada bulan Juli

2025, dan inflasi di Indonesia kembali naik menjadi 2,33% pada bulan Agustus 2025 mendatang. Hasil prediksi menunjukkan bahwa terdapat kenaikan tingkat inflasi pada bulan Juni 2025 sampai dengan Agustus 2025. Berdasarkan hasil penelitian ini, pemerintah diharapkan dapat menyiapkan langkah, serta kebijakan yang tepat guna menjaga stabilitas inflasi.

SARAN

Ada banyak kekurangan dalam penelitian ini, yang dapat dikaji lebih lanjut pada penelitian selanjutnya. Peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan perhitungan dengan menggunakan jumlah *cluster* optimal, yang ditentukan berdasarkan indeks Xie-Beni atau dengan menggunakan metode yang sejenis, serta menambah variabel *input* dan menggunakan fungsi keanggotaan yang berbeda dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2025). *Pada Desember 2024 inflasi Year-on-Year (y-on-y) adalah sebesar 1,57 persen*.
<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2025/01/02/2397/pada-desember-2024-inflasi-year-on-year--y-on-y--adalah-sebesar-1-57-persen-.html>
- Damayanti, A., & Agustina, D. (2024). Implementasi Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Prediksi Harga Saham X. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 12(1), 71–76.
<https://doi.org/10.37905/euler.v12i1.25278>
- Darmawand, N. A. A., Ratnawati, D. E., & Perdana, R. S. (2018). *Prediksi Suku Bunga Acuan (BI Rate) Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*.
- Dewi, C. (2015). Pengaruh Arsitektur ANFIS pada Peramalan Cuaca. *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology*, 2(1), 12–19.
<https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2015.002.01.3>
- Dewi, C. (2018). Performance of Clustering on ANFIS for Weather Forecasting. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 12(1), 43.
<https://doi.org/10.21512/commit.v12i1.3941>
- Fadilla, F., & Aravik, H. (2018). Pandangan Islam dan Pengaruh Kurs, BI Rate terhadap Inflasi. *Jurnal*

- Ecoment Global, 3(2), 95–108.
<https://doi.org/10.35908/jeg.v3i2.478>
- Fitriah, A., & Abadi, A. M. (2011). *Aplikasi Model Neuro Fuzzy Untuk Prediksi Tingkat Inflasi di Indonesia*.
- Jang, J.-S. R., Sun, C.-T., & Mizutani, E. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. Prentice Hall.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan* (2nd ed.).
- Langi, T. M., Masinambow, V., & Siwu, H. (2014). *Analisis Pengaruh Suku Bunga BI, Jumlah Uang Beredar, dan Tingkat Kurs terhadap Tingkat Inflasi di Indonesia*. 14(2).
- Lanori, T., & Supriyanto, H. (2023). *Analisis Prilaku Inflasi Negara Indonesia Tinjauan Historis Ekonomi Dalam Pusara Ekonomi Kerakyatan*. Global Express Media.
- Laraswati, N., & Tri Putri, N. (2023). *Analysis of the Effect of BI Rate, Exchange Rate, and Economic Growth on Inflation for the Period 1993-2022*. 12(04).
- Marfuah, Bettiza, M., & Uperiati, A. (2021). Implementasi Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Prediksi Curah Hujan. *Jurnal Teknik Informatika*, 2(1), 186–196.
- Muzani, M. A., Utami, E., & Hartanto, A. D. (2022). Optimasi ANFIS untuk Prediksi Data Time Series. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2449–2460.
<https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i3.2956>
- Nurhasanah, H., & Nugroho, F. A. (2024). Menghadapi Inflasi: Strategi Pengendalian dan Dampak terhadap Ekonomi dan Kesejahteraan Rakyat. *OPTIMAL Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 4(2), 56–72.
<https://doi.org/10.55606/optimal.v4i2.3331>
- Puspitaningrum, R. (2014). *Pengaruh Tingkat Inflasi, Tingkat Suku Bunga SBI, dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Nilai Tukar Rupiah*. 8(1).
- Ramadanti, R. A., Nusyirwan, Ferdias, P., & Nisa, K. (2023). Penerapan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Menggunakan Fungsi Keanggotaan Generalized Bell untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 9(2).
<https://dx.doi.org/10.24014/jsms.v9i2.20789>
- Robandi, I. (2019). *Artificial Intelligence-Mengupas Rekayasa Kecerdasan Tiruan*. Penerbit ANDI.
- Rosadi, D., Handayanto, R. T., Maimunah, & Whidhiasih, R. N. (2018). Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Pengidentifikasi Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Warna Kerabang. *Informatics for Educators and Professionals*, 3(1).
- Roviq, A., Ashari, M. Z., Hanafi, M. R., Nugroho, A. D., & Dimiyati, B. T. (2025). Analisis Pengaruh Impor, Jumlah Uang Beredar, Suku Bunga, Harga Komoditas terhadap Inflasi di Indonesia Tahun 2020-2023. *Investama: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 11.
- Widya, F. A., Maula, F. L., Dizikrillah, M., Hakim, D. L. A., Salshabilla, H., Afifah, D. N., & Nur, B. (2023). *Inflation and Its Contribution to Economic Stability in Indonesia in an Islamic Economic Perspective*.
- Wijaya, I. P. S., Raharja, M. A., Ayu Rahning Putri, L. A., Hendra Suputra, I. P. G., Mahendra, I. B. M., & Santi Astawa, I. G. (2022). Penerapan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dengan Membership Function Tipe Gaussian dan Generalized Bell dalam Prediksi Harga Tertinggi Saham. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 11(1), 111.
<https://doi.org/10.24843/JLK.2022.v11.i01.p12>