

## Penentuan Keputusan Pemberian Pinjaman Kredit Usaha Rakyat Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Studi Kasus: BRI Unit A. Yani Bontang)

Wahyu Dyan Permana<sup>1)</sup>, Indah Fitri Astuti<sup>2)</sup>, Heliza Rahmania Hatta<sup>3)</sup>

Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman.

Alamat Kampus Gunung Kelua Universitas Mulawarman, Samarinda 735133

E-mail: [wahyudyanpermana@gmail.com](mailto:wahyudyanpermana@gmail.com)<sup>1)</sup>, [indahfitriastuti@gmail.com](mailto:indahfitriastuti@gmail.com)<sup>2)</sup>, [heliza.rahmania@gmail.com](mailto:heliza.rahmania@gmail.com)<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

Kredit Usaha Rakyat (KUR) merupakan program pemerintah yang termasuk dalam kelompok program penanggulangan kemiskinan berbasis pemberdayaan usaha ekonomi mikro dan kecil. Bank Rakyat Indonesia (BRI) unit A.Yani Bontang merupakan salah satu bank penyedia pemberian modal KUR yang pada 1 tahun terakhir kredit macet sebesar 1.2 % dari total pinjaman yang didistribusikan. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis *soft computing* metode ANFIS dapat membantu masalah pemberian pinjaman dengan memberikan alternatif keputusan yang dapat membantu mengefesienkan waktu dalam pengambilan keputusan oleh bank. ANFIS merupakan sistem *hybrid* yang menggabungkan kelebihan antara sistem fuzzy dan jaringan syaraf tiruan. Variabel *input* yang digunakan adalah penghasilan, tempat tinggal, jumlah tanggungan, jaminan, serta lama usaha dan *output* adalah keputusan diterima atau ditolaknya pengajuan pinjaman oleh debitur. Hasil uji coba pelatihan menggunakan jenis *membership function* yang paling efektif adalah jenis *Generalized Bell* dengan hasil rata-rata *error* sebesar  $8.3278 \times 10^{-7}$ . Metode ANFIS dapat digunakan dalam memberikan keputusan pemberian KUR dengan baik sesuai dengan jenis *membership function* dan iterasi pada tahap pelatihan jaringan.

Kata Kunci - ANFIS; Sistem hybrid; Sistem Penunjang Keputusan; Kredit Usaha Rakyat

### 1. PENDAHULUAN

UMKM telah diatur secara hukum melalui Undang-undang Nomor 20 tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah yang menjelaskan bahwa dalam rangka meningkatkan sumber pembiayaan Usaha Mikro dan Usaha Kecil, Pemerintah melakukan upaya pengembangan sumber pembiayaan dari kredit perbankan dan lembaga keuangan bukan bank. Sesuai dengan UU (Republik Indonesia, 2008), pemerintah menyediakan program peminjaman modal usaha yang disebut dengan Kredit Usaha Rakyat (KUR). KUR merupakan program pemerintah yang termasuk dalam kelompok program penanggulangan kemiskinan berbasis pemberdayaan usaha ekonomi mikro dan kecil.

Pemberian KUR harus didasarkan pada kebutuhan debitur dengan melihat prinsip-prinsip dalam pemberian KUR yang biasa disebut "*5 of Credit*" yaitu *character* (keadaan watak), *capacity* (kemampuan), *capital* (modal), *condition* (kondisi sosial ekonomi), dan *collateral* (barang yang diserahkan) debitur yang terkait. Analisa penentuan diterima atau ditolaknya suatu pengajuan KUR dengan prinsip yang ada serta melihat pada parameter seperti penghasilan, tempat tinggal, jumlah tanggungan, jaminan, serta lama usaha (Untung, 2000).

Bank Rakyat Indonesia (BRI) unit A.Yani Bontang merupakan salah satu bank penyedia pemberian modal KUR yang dalam 1 tahun terakhir didapati kredit macet di BRI Unit A.Yani Bontang menunjukkan persentase sebesar 1.2 % dari total

pinjaman yang didistribusikan. Kerugian yang dialami oleh Bank apabila proses pengembalian kredit tidak sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada saat perjanjian adalah kredit macet. Kredit macet terjadi akibat kesalahan pihak Bank dalam memprediksi keputusan diterima atau ditolak pemberian pinjaman berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Permasalahan lain yang muncul ketika penentuan keputusan dilakukan berdasarkan prosedur Bank yakni dikarenakan pada prosesnya membutuhkan waktu yang cukup lama.

Salah satu cara yang dapat membantu masalah pemberian pinjaman oleh bank adalah dengan membangun sebuah Sistem Penunjang Keputusan (SPK) yang memberikan alternatif keputusan sehingga dapat membantu mengefesienkan waktu dalam pengambilan keputusan oleh bank. Variabel *input* yang dapat digunakan untuk membangun sistem adalah penghasilan, tempat tinggal, jumlah tanggungan, jaminan, serta lama usaha. Sedangkan variabel *output* dari sistem tersebut adalah diterima atau ditolaknya pengajuan pinjaman oleh debitur.

*Soft computing* adalah suatu model pendekatan untuk melakukan komputasi dengan meniru akal manusia dan memiliki kemampuan untuk menalar dan belajar. Adakalanya komponen-komponen utama *soft computing* saling di padupadankan untuk mendapatkan algoritma yang lebih sempurna. Penggabungan *soft computing* yang biasa digunakan adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). ANFIS merupakan metode yang menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk

mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy. Keunggulan sistem fuzzy dapat menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam bentuk aturan-aturan, namun biasanya dibutuhkan waktu yang lama untuk menetapkan fungsi keanggotaannya, oleh sebab itu dibutuhkan teknik pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy (K. Dewi & Hartati, 2010).

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang menerapkan metode ANFIS sebagai pemberi alternatif keputusan dalam SPK, diantaranya adalah Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS untuk Memprediksi Cuaca (C. Dewi & Muslikh, 2013); Implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk Peramalan Pemakan Air di Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Moedal Semarang (Hani'ah, Arifudin, & Sugiharti, 2016). Aplikasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* Pemilihan Siswa Mengikuti Lomba Olimpiade Matematika (Hendri, 2016). *A Decision Support System using ANFIS to Determine the Major of Prospective Students in A Vocational School of Indonesia* (Pranolo, In'ammurrohan, Hendriana, & Octaviani, 2015). Beberapa penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa metode ANFIS dapat diterapkan dengan baik untuk SPK.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, peneliti tertarik untuk menganalisis penentuan pemberian KUR dengan menggunakan metode ANFIS.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan metode yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan menggunakan Metode Hybrid gabungan antara Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Inferensi Fuzzy yaitu *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). ANFIS menggabungkan kelebihan dari JST dan fuzzy untuk mendapatkan algoritma yang lebih sempurna.

**A. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System**

ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model sugeno dan juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Dapat dikatakan ANFIS adalah suatu metode yang dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data, ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi (K. Dewi & Hartati, 2010).

Misalkan terdapat 2 input  $x_1$ ,  $x_2$  dan output  $y$ . Ada 2 aturan pada basis aturan model Sugeno:

- If  $x_1$  is  $A_1$  and  $x_2$  is  $B_1$   
 Then  $y_1 = c_{11} x_1 + c_{12} x_2 + c_{10}$
- If  $x_1$  is  $A_2$  and  $x_2$  is  $B_2$   
 Then  $y_2 = c_{21} x_1 + c_{22} x_2 + c_{20}$

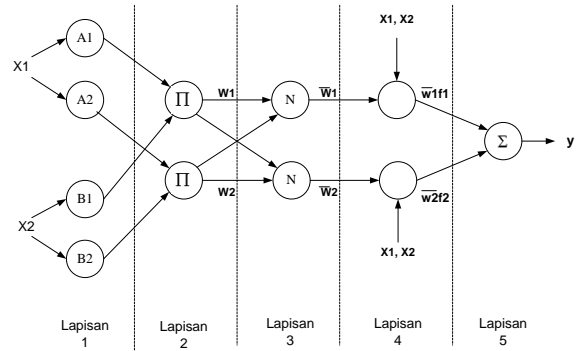
Jika  $a$  predikat ke dua aturan adalah  $w_1$  dan  $w_2$ , maka dapat dihitung rata-rata terbobot:

$$y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2}{w_1 + w_2} = \bar{w}_1 y_1 + \bar{w}_2 y_2 \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

- $y = output$
- $w = a$  predikat aturan

ANFIS memiliki arsitektur yang dapat terlihat pada Gambar 1, dengan system inferensi fuzzy yang diterapkan adalah inferensi fuzzy model Takagi Sugeno Kang.



Gambar 1 Arsitektur Dasar ANFIS

Jaringan ANFIS pada Gambar 1 terdiri dari lapisan-lapisan, antara lain:

1) Lapisan 1 (Proses Fuzzyfikasi)

Lapisan I berfungsi sebagai proses fuzzyfikasi. Output dari node I pada lapisan I dinotasikan sebagai  $O_{1,i}$  setiap 1 pada lapis 1 ini adalah node adaptif (parameter dapat berubah) dengan fungsi node sebagai berikut.

- $O_{1,i} = \mu_{A_i}(x_1)$  untuk  $i = 1, 2$  dan
- $O_{1,i} = \mu_{B_i}(x_2)$  untuk  $i = 3, 4$

Dimana  $x$  atau  $y$  adalah input ke node I dan  $A_i$  atau  $B_i$  himpunan fuzzy dan  $O_{1,i}$  adalah derajat keanggotaan fuzzy set ( $A_1, A_2, B_1$  atau  $B_2$ ). Pemetaan tersebut dapat dilihat bahwa  $x_1$  dan  $x_2$  sudah menjadi variable fuzzy yang masing-masing mempunyai nilai  $\mu$  kecil dan besar tertentu.  $x_1$  mempunyai nilai  $\mu_{A_1}$  dan  $\mu_{A_2}$  sedangkan  $x_2$  mempunyai nilai  $\mu_{B_1}$  dan  $\mu_{B_2}$ . Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi *Generalized-Bell* yang dirumuskan:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \dots\dots\dots 2$$

Dimana:

- $a$  = parameter standar deviasi,
- $b$  = parameter bobot,
- $c$  = parameter rata-rata (mean).

{ $a, b$ , dan  $c$ } merupakan parameter-parameter, biasanya  $b = 1$ . Jika nilai parameter-parameter ini berubah, maka bentuk kurva yang terjadi pun ikut berubah. Parameter-parameter pada lapisan itu biasanya dikenal dengan nama *premise parameters*.

2) Lapisan 2 (Menghitung Derajat Pengaktifan)

Setiap neuron pada lapisan ke dua berupa neuron tetap (nonadaptif) yang outputnya adalah hasil dari masukan. Biasanya digunakan operator AND. Tiap-tiap node merepresentasikan  $\alpha$  predikat dari aturan ke-i. Fungsi node ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang, seperti persamaan:

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x_1) \mu_{B_i}(x_2), i = 1, 2 \dots\dots\dots 3$$

Dimana:

- w = derajat pengaktifan (output lapisan kedua),
- $\mu_A$  = derajat keanggotaan variabel A,
- $\mu_B$  = derajat keanggotaan variabel B,
- i = 1, 2.

3) Lapisan 3 (Normalized firing strength)

Setiap neuron pada lapisan ke tiga berupa node tetap yang merupakan hasil penghitungan rasio dari  $\alpha$  predikat (w), dari aturan ke-i terhadap jumlah dari keseluruhan  $\alpha$  predikat. Perhitungan output lapisan 3 seperti pada persamaan 4.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \dots\dots\dots 4$$

Dimana:

- $\bar{w}_i$  = normalized firing strength,
- w<sub>1</sub> = derajat pengaktifan pertama,
- w<sub>2</sub> = derajat pengaktifan kedua.

Hasil ini dikenal dengan nama *normalised firing strength*.

4) Lapisan 4 (Proses Defuzzyfikasi)

Setiap neuron pada lapisan ke empat merupakan node adaptif terhadap suatu output. Lapisan ini merupakan perhitungan mengubah hasil fuzzy menjadi bentuk himpunan klasik (*crisp*). Lapisan keempat merupakan perhitungan LSE untuk mendapatkan nilai parameter koefisien. Perhitungan parameter koefisien berdasarkan persamaan 5.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i y_i = \bar{w}_i (c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + c_{i0}) \dots\dots\dots 5$$

Dimana:

- $\bar{w}_i y_i$  = koefisien parameter
- i = 1, 2
- $\bar{w}_i$  = *normalised firing strength* (kuat penyuluhan ternormalisasi) pada lapisan ke tiga
- c<sub>i1</sub>, c<sub>i2</sub>, c<sub>i0</sub> = parameter-parameter pada neuron tersebut.

Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameters*.

5) Lapisan 5

Setiap neuron pada lapisan ke lima adalah node tetap yang merupakan jumlahan dari semua masukan.

**B. Pembelajaran Hybrid**

ANFIS menggunakan proses *hybrid learning* dalam proses pembelajarannya. Ada dua langkah dalam pelatihan *hybrid* yaitu perambatan maju (*forward*) dan perambatan mundur (*backward*). Tahap maju parameter premis tetap, *input* jaringan akan merambat maju hingga simpul keempat di mana parameter konsekuen (p, q, r) akan diidentifikasi menggunakan *Least Square Estimation* (LSE). Sedangkan pada tahap mundur *error signal* antara keluaran yang diinginkan dengan keluaran aktual, akan merambat mundur dan parameter premis (a, b, c) akan diperbaiki menggunakan *gradient descent* sederhana.

Metode ini membuat *training error* akan mengecil sampai paling tidak mendekati harga *local minimal* selama proses *training*. Semakin banyak parameter fungsi keanggotaan (parameter premis) yang mendekati harga optimalnya maka proses *training* akan semakin mendekati harga minimum dari *training error*. Proses perubahan bobot inilah yang dinamakan *learning*. Satu kali proses *forward* dan *backward* disebut satu *epoch*.

**C. Root Mean Square Error**

Perhitungan kesalahan merupakan pengukuran bagaimana jaringan dapat belajar dengan baik sehingga bila dibandingkan dengan pola yang baru akan dengan mudah dikenali. Kesalahan pada keluaran jaringan merupakan selisih antara keluaran sebenarnya (*current output*) dan keluaran yang diinginkan (*desired output*). Selisih yang dihasilkan antara keduanya biasanya ditentukan dengan cara dihitung menggunakan suatu persamaan (Ahmad, 2015).

Perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) dapat dirumuskan:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_p} (y_{oi} - y_{pi})^2}{N_p}} \dots\dots\dots 6$$

Dimana:

- Y<sub>oi</sub> = data target pelatihan dari ke I sampai n
- y<sub>pi</sub> = data target model ANFIS dari ke i sampai n
- N<sub>p</sub> = banyaknya data

**3. METODE PENELITIAN**

**A. Perancangan Data**

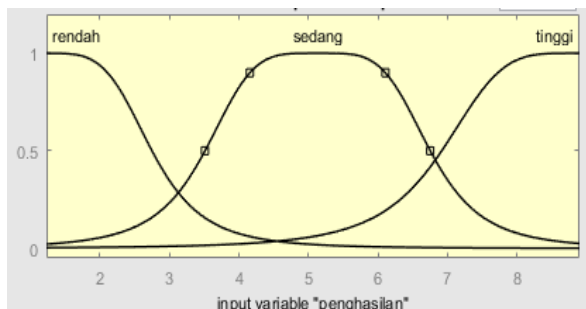
Desain struktur data menggunakan himpunan fuzzy. Data dibedakan atas kriteria/variabel dan parameter. Kriteria sesuai dengan prinsip-prinsip dalam pemberian KUR yaitu penghasilan, tempat tinggal, jumlah tanggungan, jaminan, dan lama usaha. Kriteria penerimaan KUR ini direpresentasikan sebagai data fuzzy. Masing-masing kriteria memiliki parameter yang mencerminkan keanggotaan pada himpunan fuzzy. Keanggotaan dalam sistem fuzzy direpresentasikan dalam *membership function* (MF). Semua variabel input menggunakan bentuk kurva *generalized bell*.

1) Variabel Penghasilan

Variabel Penghasilan terdiri dari 3 parameter yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Tabel nilai fuzzy penghasilan dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan kurva dari variabel penghasilan terdapat pada Gambar 2.

Tabel 1 Nilai Variabel Penghasilan

Penghasilan	Nilai	Keterangan
Rendah	1-4.5	Penghasilan dari Rp 1.000.000,- sampai dengan Rp 4.500.000,-
Sedang	2-5-8	Penghasilan dari Rp 2.000.000,- sampai dengan Rp 8.000.000,-
Tinggi	4.5-9	Penghasilan dari Rp 4.500.000,- sampai dengan Rp 9.000.000,-



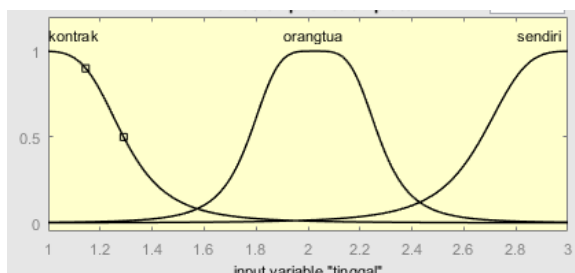
Gambar 2 Kurva Variabel Penghasilan

2) Variabel Tempat Tinggal

Variabel Tempat Tinggal terdiri dari 3 parameter yaitu kontrak, milik orang tua, dan milik sendiri. Tabel nilai fuzzy dari tempat tinggal dapat dilihat pada Tabel 2, kurva variabel tempat tinggal dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2 Nilai Variabel Tempat Tinggal

Tempat Tinggal	Nilai	Keterangan
Kontrak	1	Bobot tempat tinggal kontrak adalah 1
Milik Orang Tua	2	Bobot tempat tinggal milik orang tua adalah 2
Milik Sendiri	3	Bobot tempat tinggal milik sendiri adalah 3



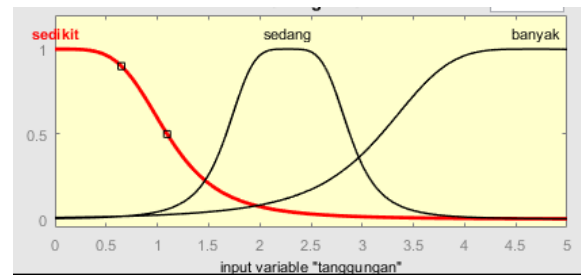
Gambar 3 Kurva Variabel Tempat Tinggal

3) Variabel Jumlah Tanggungan

Variabel jumlah tanggungan terdiri dari 3 parameter, yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Tabel nilai fuzzy penghasilan dapat dilihat pada Tabel 3, kurva dari variabel penghasilan terdapat pada Gambar 4.

Tabel 3 Nilai Variabel Jumlah tanggungan

Tempat Tinggal	Nilai	Keterangan
Sedikit	0-2.3	Jumlah tanggungan dari 0 sampai dengan 2 /anak
Sedang	1-2.3-3.8	Jumlah tanggungan dari 1 sampai dengan 3 anak
Banyak	2.2-5	Jumlah tanggungan dari 2 sampai dengan 5 /anak.



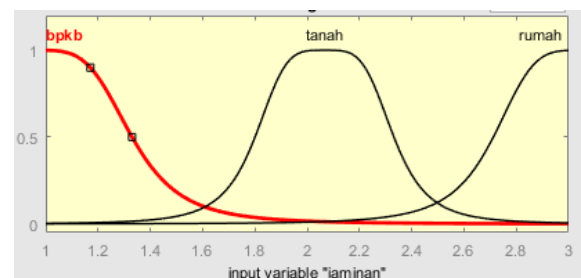
Gambar 4 Kurva Variabel Jumlah Tanggungan

4) Variabel Jaminan

Variabel jaminan terdiri dari 3 parameter yaitu BPKB, akta tanah, dan sertifikat rumah. Tabel nilai fuzzy dari jaminan dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan kurva variabel jaminan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 4 Nilai Variabel Jaminan

Tempat Tinggal	Nilai	Keterangan
BPKB	1	Bobot kepemilikan jaminan BPKB adalah 1
Akta Tanah	2	Bobot kepemilikan jaminan akta tanah adalah 2
Sertifikat Rumah	3	Bobot kepemilikan jaminan sertifikat rumah adalah 3



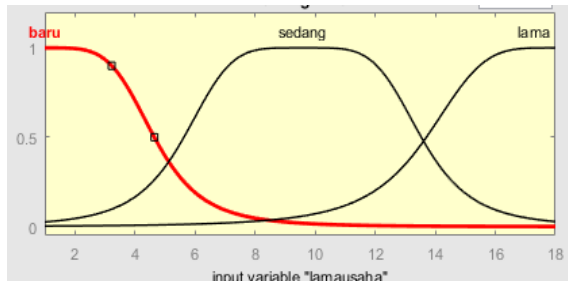
Gambar 5 Kurva Variabel Jaminan

5) Lama Usaha

Variabel lama usaha terdiri dari 3 parameter yaitu baru, sedang, dan lama. Tabel nilai fuzzy lama usaha dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan kurva dari variabel lama usaha terdapat pada Gambar 6

Tabel 5 Nilai Variabel Lama Usaha

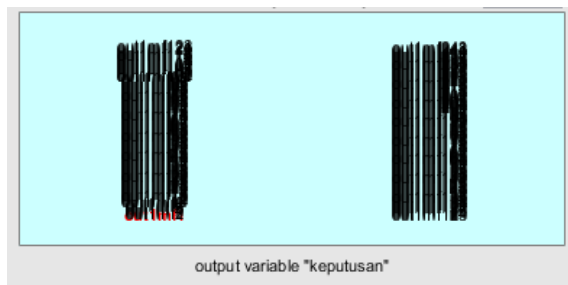
Penghasilan	Nilai	Keterangan
Baru	1-8	Lama usaha Baru dari 1-8 tahun
Sedang	2-10-16	Lama usaha Sedang dari 2-16 tahun
Lama	9-18	Lama usaha Lama dari 9-18 tahun.



Gambar 6 Kurva Variabel Lama Usaha

#### 6) Variabel Output Keputusan

Variabel keputusan pada permodelan jaringan ANFIS, sesuai dengan fuzzy inferensi model Takagi-Sugeno berupa persamaan linear. Gambar 7 menunjukkan *output* jaringan ANFIS.



Gambar 7 Output Keputusan

Keputusan akhir diterima jika hasil keluaran sistem  $>0.5$  dan ditolak jika  $<0.5$ .

### B. Pembagian Data

Data yang didapat dari BRI A. Yani Bontang sebanyak 236 data debitur dari tahun 2015 s/d 2017. 236 data debitur tersebut akan dibagi menjadi 2 dataset dengan komposisi yang berbeda pada setiap dataset. Dataset 1 memiliki komposisi data latih sebesar 70% dan data uji sebesar 30%, atau sebanyak 166 data latih dan 70 data uji. Dataset 2 memiliki komposisi data latih sebesar 30% dan data uji sebesar 70% dari keseluruhan data, atau sebanyak 70 data latih dan 166 data uji.

### C. Membership Function Optimal

Analisis jenis *membership function* menggunakan software MATLAB dengan mengujicobakan 3 jenis fungsi keanggotaan seperti *trimf*, *gaussmf*, dan *gbellmf* terhadap data latih pada dataset 1 sebanyak 166 data latih yang selanjutnya dari perbandingan ketiga fungsi keanggotaan tersebut dipilih fungsi keanggotaan yang memiliki hasil *error* pelatihan terkecil akan digunakan sebagai

jenis fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian.

Uji coba iterasi dimulai dari 50 iterasi selanjutnya iterasi dilakukan dengan kelipatan 50. Iterasi maksimal ditentukan oleh peneliti yaitu sebanyak 150 iterasi. Hasil uji coba ketiga *membership function* tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Coba 3 MF

Tipe MF	Jumlah Iterasi		
	50	100	150
<i>trimf</i>	1.241e-5	9.290e-6	7.322e-6
<i>gaussmf</i>	7.674e-6	2.189e-6	1.030e-6
<i>gbellmf</i>	2.639e-6	1.314e-6	8.327e-7

Uji coba dari ketiga tipe fungsi keanggotaan tersebut menunjukkan bahwa jenis *gbellmf* menghasilkan *error* data *training* terkecil sebesar  $8.3278e-07$  di iterasi ke-150. Selanjutnya MF tipe *gbellmf* yang akan digunakan pada penelitian menggunakan dataset1 dan dataset2.

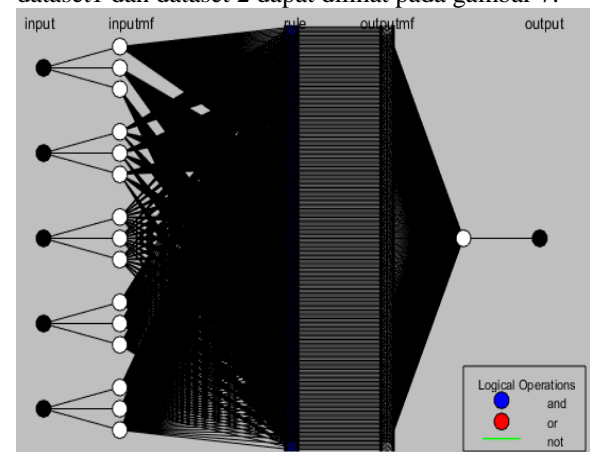
### D. Spesifikasi Permodelan Sistem

Spesifikasi akhir dari permodelan jaringan ANFIS yang dibuat menggunakan MATLAB dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Spesifikasi Permodelan Sistem

Karakteristik	Spesifikasi
Fungsi Keanggotaan <i>Input</i>	<i>gbellmf</i>
Jumlah Fungsi Keanggotaan	3
Fungsi <i>Output</i>	linear
Algoritma <i>Training</i>	Hybrid
Jumlah Epoch	150
Toleransi <i>Error</i>	0.01
Jumlah <i>Input</i>	5
Jumlah <i>Output</i>	1
Jumlah Lapisan	5
Jumlah Rules	243

Arsitektur jaringan terbentuk dari data *training* yang telah dilatih menggunakan ANFIS. Arsitektur jaringan ANFIS untuk permodelan dari data latih dataset1 dan dataset 2 dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 8 Arsitektur Jaringan ANFIS

**E. Uji Coba Dataset1**

Dataset1 memiliki komposisi data latih sebesar 70% dan data uji sebesar 30%, atau sebanyak 166 data sebagai data latih dan 70 data sebagai data uji.

Data latih dataset1 dapat dilihat pada Tabel 8 dan data uji dataset1 dapat dilihat pada Tabel 9. Penghasilan debitur diubah kedalam pecahan desimal, jika debitur memiliki penghasilan Rp. 1.230.000,- maka menjadi 1.23. Tempat tinggal bernilai 1 untuk kontrak, 2 untuk milik orang tua, dan 3 milik sendiri. Jumlah tanggungan adalah jumlah anak dari debitur. Jaminan bernilai 1 untuk BPKB, 2 untuk akta tanah, dan 3 untuk sertifikat rumah.

Tabel 8 Data Latih Dataset1

Data ke-	Sampel	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	y
1	A1	1.23	1	1	1	1	0
2	A2	3	3	0	3	5	1
3	A3	5.24	3	3	3	6	1
4	A4	3.2	3	0	2	3	1
5	A5	2	3	3	2	5	0
...	...	...	...	...	...	...	...
166	A166	6.35	3	1	1	4	1

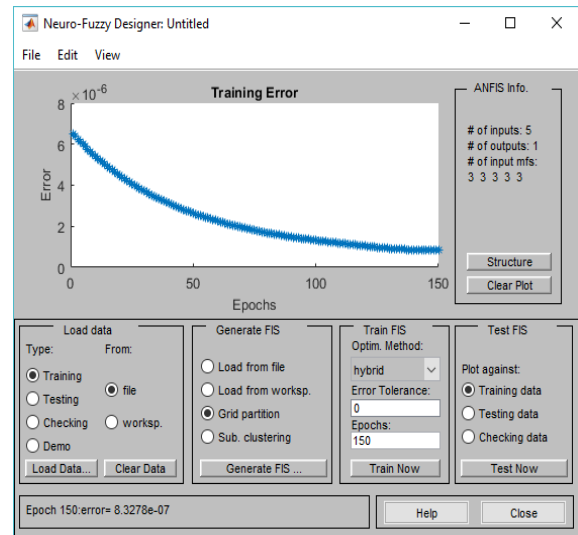
Tabel 9 Data Uji Dataset1

Data ke-	Sampel	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	y
167	B1	1.65	3	4	1	4	0
168	B2	4.25	3	4	2	3	1
169	B3	5.36	3	1	2	4	1
170	B4	3.21	1	1	1	2	0
171	B5	1.65	1	3	1	4	0
...	...	...	...	...	...	...	...
256	B70	7.5	3	1	1	16	1

Keterangan:

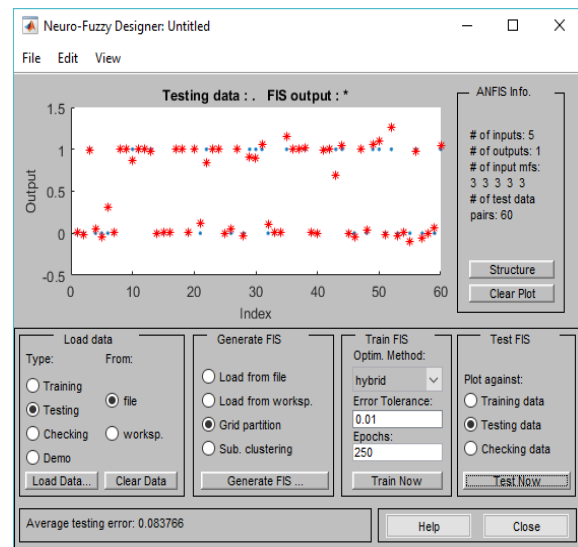
- x1 : Penghasilan;
- x2 : Tempat tinggal;
- x3 : jumlah tanggungan;
- x4 : Jaminan;
- x5 : Lama Usaha;
- y : Keputusan Bank

Data latih pada Tabel 8 di latih dengan menggunakan software MATLAB ke dalam *tools* ANFIS sesuai dengan spesifikasi permodelan sistem. Gambar 9 menunjukkan hasil pelatihan 166 data latih dataset1 dengan iterasi 150.



Gambar 9 Hasil Pelatihan Dataset1

Hasil rata-rata error data latih dataset1 didapatkan error terkecil maksimal sebesar 8.3278e-07. Permodelan jaringan yang sudah dilatih ini diujicobakan terhadap data uji dataset1. Hasil uji coba data uji dataset1 terhadap permodelan data latih dataset1 dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Hasil Pengujian Data Uji Dataset1

Rata-rata *error* yang dihasilkan pada saat pengujian data uji dataset1 pada permodelan jaringan, didapatkan rata-rata error (RMSE) sebesar 0.4367. Hasil perbandingan keputusan bank dan hasil keputusan ANFIS pada dataset1 dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Perbandingan Hasil Keputusan Dataset1

Data ke-	Sampel	Bank		ANFIS	
		Target	Keputusan	Output	Keputusan
167	B1	0	Ditolak	0.0003	Ditolak
168	B2	1	Diterima	0.8271	Diterima
169	B3	1	Diterima	1.0008	Diterima
170	B4	0	Ditolak	0.0119	Ditolak
171	B5	0	Ditolak	-0.0003	Ditolak
172	B6	1	Diterima	-0.0059	Ditolak
173	B7	0	Ditolak	0.0015	Ditolak
174	B8	1	Diterima	1.0133	Diterima
...	...	...	...	...	...
256	B70	1	Diterima	0.8454	Diterima

Keluaran ANFIS dari 70 data uji dataset1, terdapat 9 data keputusan tidak sesuai dengan data target keputusan bank yaitu sampel B6, B10, B14, B25, B32, B45, B50, B57, dan B59. Persentase keputusan sesuai sebesar 87.14% dan 12.86% keputusan tidak sesuai

**2) Uji coba Dataset2**

Dataset2 memiliki komposisi data latih sebesar 30% dan data uji sebesar 70% atau sebanyak 70 data digunakan sebagai data latih, dan 166 data digunakan sebagai data uji.

Data latih dataset2 dapat dilihat pada Tabel 11 dan data uji dataset2 dapat dilihat pada Tabel 12. Penghasilan debitor diubah kedalam pecahan desimal, jika debitor memiliki penghasilan Rp. 1.230.000,- maka menjadi 1.23. Tempat tinggal bernilai 1 untuk kontrak, 2 untuk milik orang tua, dan 3 milik sendiri. Jumlah tanggungan adalah jumlah anak dari debitor. Jaminan bernilai 1 untuk BPKB, 2 untuk akta tanah, dan 3 untuk sertifikat rumah.

Tabel 11 Data Latih Dataset2

Data ke-	Sampel	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	C1	1.23	1	1	1	1	0
2	C2	3	3	0	3	5	1
3	C3	5.24	3	3	3	6	1
4	C4	3.2	3	0	2	3	1
5	C5	2	3	3	2	5	0
...	...	...	...	...	...	...	...
70	C70	5.45	3	4	3	11	1

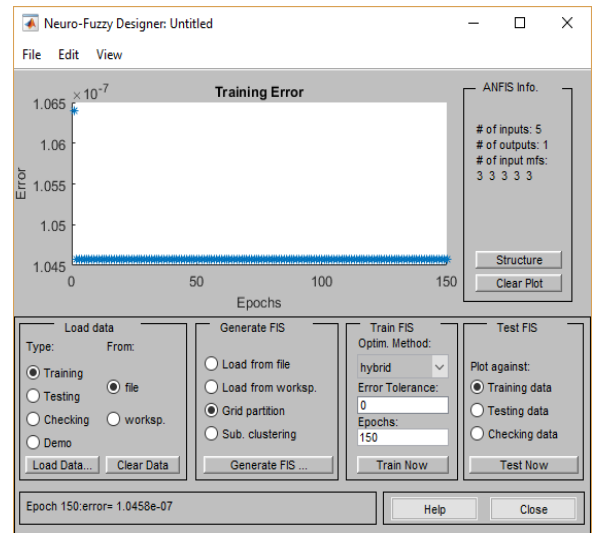
Tabel 12 Data Uji Dataset2

Data ke-	Sampel	x1	x2	x3	x4	x5	y
71	D1	8	2	4	1	2	1
72	D2	5.5	3	2	3	6	1
73	D3	4.87	1	3	1	11	1
74	D4	2.45	2	2	1	3	0
75	D5	6.52	3	1	2	4	1
...	...	...	...	...	...	...	...
166	D166	7.3	3	1	1	16	1

Keterangan:

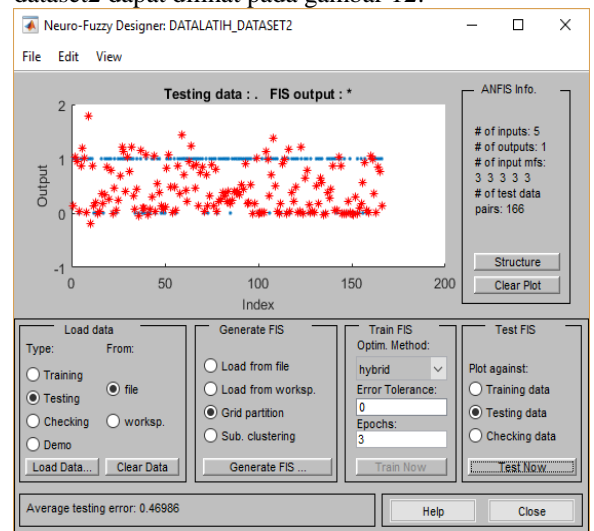
x1 : Penghasilan; x2 : Tempat tinggal;  
x3 : jumlah tanggungan; x4 : Jaminan;  
x5 : Lama Usaha; y : Keputusan Bank.

Data latih pada Tabel 11 di latih dengan menggunakan software MATLAB ke dalam *tools* ANFIS sesuai dengan spesifikasi permodelan sistem. Gambar 11 menunjukkan hasil pelatihan 70 data latih dataset2 dengan iterasi 150.



Gambar 11 Hasil Pelatihan Dataset2

Hasil rata-rata error data latih dataset2 didapatkan error terkecil maksimal sebesar 1.0458e-07. Permodelan jaringan yang sudah dilatih ini diujicobakan terhadap data uji dataset2. Hasil uji coba data uji dataset2 terhadap permodelan data latih dataset2 dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Hasil Pengujian Data Uji Dataset2

Rata-rata *error* yang dihasilkan pada saat pengujian data uji dataset2 pada permodelan jaringan, didapatkan rata-rata error (RMSE) sebesar 0.4661. Hasil perbandingan keputusan bank dan hasil keputusan ANFIS pada dataset2 dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 13 Perbandingan Hasil Keputusan Dataset2

Data ke-	Sampel	Bank		ANFIS	
		Target	Keputusan	Hasil	Keputusan
71	D1	1	Diterima	0.1418	Ditolak
72	D2	1	Diterima	1.0321	Diterima
73	D3	1	Diterima	0.9502	Diterima
74	D4	0	Ditolak	0.0333	Ditolak
75	D5	1	Diterima	0.8626	Diterima
76	D6	1	Diterima	1.1867	Diterima
77	D7	1	Diterima	1.0033	Diterima
78	D8	0	Ditolak	0.0144	Ditolak
...	...	...	...	...	...
236	D166	1	Diterima	0.1367	Ditolak

Keluaran ANFIS dari 166 data uji dataset2, terdapat 56 data keputusan tidak sesuai dengan data target keputusan bank yaitu sampel D1, D10, D16, D18, D20, D23, D25, D29, D33, D35, D43, D47, D53, D58, D61, D62, D66, D68, D74, D76, D79, D80, D81, D81, D82, D83, D84, D86, D87, D88, D89, D90, D90, D92, D94, D95, D98, D102, D110, D118, D119, D120, D121, D128, D131, D132, D137, D138, D139, D141, D146, D149, D153, D155, D156, D162, D163, dan D166. Persentase keputusan sesuai sebesar 66.26% dan 33.74% keputusan tidak sesuai.

### 3) Pembahasan

Hasil uji coba *membership function* teroptimal dengan mengujicobakan 166 data latih terhadap 3 *membership function* dan masing-masing 150 iterasi, didapatkan hasil error untuk masing-masing *membership function* adalah *trimf* sebesar  $7.3229e-06$ , *gaussmf* sebesar  $1.0304e-06$ , dan *gbellmf* sebesar  $8.3278e-07$ . Jenis *membership function* yang memiliki error terkecil adalah jenis *membership function Generalized-bell/gbell* yang memiliki error sebesar  $8.3278 \times 10^{-7}$ .

Hasil uji coba juga diketahui bahwa perubahan jumlah epoch/iterasi yang diberikan pada ANFIS berpengaruh pada hasil yang dikeluarkan, hal ini disebabkan karena semakin banyak epoch yang diberikan pada jaringan ANFIS menyebabkan semakin banyak pula proses pembelajaran/*learning* yang dilakukan, dengan semakin banyaknya proses *learning* yang dilakukan maka parameter akan disesuaikan sehingga bisa menghasilkan error yang minimum untuk semua data latih dan data uji. Banyaknya epoch juga berpengaruh terhadap waktu, semakin banyak iterasi yang dilakukan, maka waktu yang digunakan untuk pembelajaran jaringan juga semakin lama.

Percobaan menggunakan dataset 1 dengan komposisi data latih dan data uji masing-masing sebesar 70% dan 30% atau sebanyak 166 data latih dan 70 data uji, didapatkan error pelatihan sebesar  $8.3278e-07$  dan rata-rata error data uji yang dihitung menggunakan RMSE didapatkan hasil sebesar 0.4367. Keluaran ANFIS dari 70 data uji terdapat 9 data keluaran yang tidak sesuai dengan data target keputusan bank. Persentase perbandingan keputusan antara data target dengan data keluaran ANFIS adalah sebesar 87.14% sesuai.

Percobaan menggunakan dataset 2 dengan komposisi data latih dan data uji masing-masing sebesar 30% dan 70% atau sebanyak 70 data latih dan 166 data uji, didapatkan error pelatihan sebesar  $1.0458e-07$  dan rata-rata error data uji yang dihitung menggunakan RMSE didapatkan hasil sebesar 0.4661. Keluaran ANFIS dari 166 data uji tersebut terdapat 56 data keluaran dari jaringan yang tidak sesuai dengan data target dari keputusan bank. Persentase perbandingan keputusan antara data target dengan data keluaran ANFIS adalah sebesar 66.26% sesuai.

### 4. KESIMPULAN

Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dapat digunakan dalam memberikan keputusan pemberian Kredit Usaha Rakyat dengan baik sesuai dengan jenis *membership function* dan iterasi pada tahap pelatihan jaringan. Pada studi kasus ini menggunakan 5 *input* dan 1 *output* keputusan, jumlah *membership function* input masing-masing memiliki 3 *membership function*. Persentase perbandingan keputusan antara data target dengan data keluaran pada dataset 1 dan dataset 2 memiliki perbedaan persentase yang cukup signifikan, hal ini disebabkan karena perbedaan pada komposisi data latih dan data uji. Semakin banyak data latih, maka memungkinkan pembelajaran data di jaringan semakin beragam dan membuat pola jaringan lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. (2015). *Analisis Studi Kelayakan Finansial Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Produksi Biodiesel menggunakan ANFIS*. Institut Pertanian Bogor.
- Dewi, C., & Muslikh, M. (2013). Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS untuk Memprediksi Cuaca. *Journal of Scientific Modeling & Computation*, 1(1), 7–13.
- Dewi, K., & Hartati, S. (2010). *Neuro-Fuzzy Integrasi system Fuzzy & Jaringan Syaraf* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hani'ah, U., Arifudin, R., & Sugiharti, E. (2016). Implementasi Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Peramalan Pemakaian Air di Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Moedal Semarang. *Scientific Journal of Informatics*, 3(1), 76–87.
- Hendri. (2016). Aplikasi Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Pemilihan Siswa Mengikuti Lomba Olimpiade Matematika. *Jurnal Informatika*, 3(1), 63–72.
- Pranolo, A., In'ammurrohman, F., Hendriana, Y., & Octaviani, D. (2015). A Decision Support System using ANFIS to Determine the Major of Prospective Students in A Vocational



School of Indonesia. *International Journal of Computer and Technologi (IJCTT)*, 27(2), 100–105.

Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2008 Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah*.

Untung, B. (2000). *Kredit Perbankan di Indonesia*. Yogyakarta: Penerbit Andi.