

Penerapan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa

Application of the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Method to Predict Student Graduation

**Mikha Dayan Sinaga^{a,1}, Nita Sari Br Sembiring^{b,2}, Erwin Ginting^{c,3},
Charles Jhony Mantho Sianturi^{d,4}, Muhammad Fauzi^{e,5}, Yudi^{f,6}, Daifiria^{g,7}**

^{a,b,c,d,e,f} Universitas Potensi Utama, Jl. K.L. Yos Sudarso KM 6,5 Tanjung Mulia, Kota Medan, 20241, Indonesia.
mikhadayan88@gmail.com¹, nita.sembiring86@gmail.com², erwinginting82@gmail.com³,
79sianturi@gmail.com⁴, mfauzixx@gmail.com⁵, yudimkom@gmail.com⁶, daifiria@potensi-utama.ac.id⁷

ABSTRAK

Mahasiswa sebagai kaum yang memiliki intelektual tinggi dan sebagai anggota masyarakat, harus mampu menempatkan diri baik secara profesional maupun secara proporsional di masyarakat dan di dunia Pendidikan. Setelah Pandemi Covid-19 mereda, proses pembelajaran kembali menjadi pembelajaran secara luring atau tatap muka. Proses peralihan metode pembelajaran inilah yang banyak menyebabkan mahasiswa memiliki kecemasan terkait pencapaian nilai akademik serta waktu kelulusan studi mereka. atau banyak nilai indeks prestasi mahasiswa yang turun secara drastis sehingga mempengaruhi kelulusan mereka. IPK atau indeks prestasi kumulatif merupakan cerminan seluruh nilai yang diperoleh mahasiswa dalam setiap semesternya dan dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengukur tingkat kelulusan mahasiswa. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah di atas ialah dengan menggunakan penggalian pengetahuan atau data mining untuk meramalkan kelulusan mahasiswa. Dalam memprediksi kelulusan mahasiswa ini akan menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Hasil dari penelitian ini ialah terciptanya suatu model yang dapat digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa tepat waktu atau tidak.

Kata Kunci: Mahasiswa, Kelulusan Mahasiswa, ANFIS, Data Mining, Prediksi

ABSTRACT

Students as people who have high intellectual abilities and as members of society, must be able to position themselves both professionally and proportionally in society and in the world of education. After the Covid-19 pandemic subsided, the learning process returned to offline or face-to-face learning. This process of switching learning methods is what causes many students to have anxiety regarding achieving academic grades and the timing of completing their studies. or many students' achievement index scores have dropped drastically, affecting their graduation. GPA or cumulative achievement index is a reflection of all the grades obtained by students in each semester and can be used as a parameter to measure a student's graduation rate. One solution that can be done to solve the problem above is to use knowledge mining or data mining to predict student graduation. In predicting student graduation, the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method will be used. The result of this research is the creation of a model that can be used to predict whether students will graduate on time or not.

Keywords: Students, Student Graduation, ANFIS, Data Mining, Prediction

Info Artikel :

Disubmit:

Direview:

Diterima :

Copyright © 2024 - Journal UPU. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Mahasiswa sebagai kaum yang memiliki intelektual tinggi dan sebagai anggota masyarakat, harus mampu menempatkan diri baik secara profesional dan maupun proporsional di masyarakat dan di dunia Pendidikan [1]. Mahasiswa tidak hanya berperan dalam kegiatan pembelajaran atau pendidikan, tetapi mahasiswa juga memiliki peran sebagai seorang *agent of change* atau agen perubahan yang dapat menuntun sebuah kelompok masyarakat, dunia usaha, ataupun sebuah negara ke arah yang lebih baik dari sebelumnya [2][3]. Mahasiswa diharapkan mampu untuk menghadapi permasalahan secara sistematis dengan pengetahuan yang dimilikinya sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan bersaing dalam dunia kerja [4][5].

Sebelum adanya pandemi Covid-19, mahasiswa sudah sering mengalami stres dan tekanan lainnya akibat tugas perkuliahan. Namun, di masa pandemi ini semakin banyak mahasiswa yang mengalami stres karena tugas yang dikerjakan jauh lebih banyak daripada sebelumnya [6]. Setelah Pandemi Covid-19 mereda, proses pembelajaran Kembali menjadi pembelajaran secara luring atau tatap muka. Proses peralihan metode pembelajaran inilah yang banyak menyebabkan mahasiswa memiliki kecemasan terkait pencapaian nilai akademik serta waktu kelulusan studi mereka. atau banyak nilai indeks prestasi mahasiswa yang turun secara drastis sehingga mempengaruhi kelulusan mereka [5][6].

IPK atau indeks prestasi kumulatif merupakan cerminan seluruh nilai yang diperoleh mahasiswa dalam setiap semesternya dan dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengukur tingkat kelulusan mahasiswa. IPK diperoleh dengan menjumlahkan nilai dari semua mata kuliah yang telah diambil dan membaginya dengan total SKS (Satuan Kredit Semester) [7]. Tingkat kelulusan mahasiswa yang tepat waktu juga menjadi salah satu aspek penilaian kesuksesan pihak akademisi dalam menyelenggarakan kegiatan pembelajaran [8].

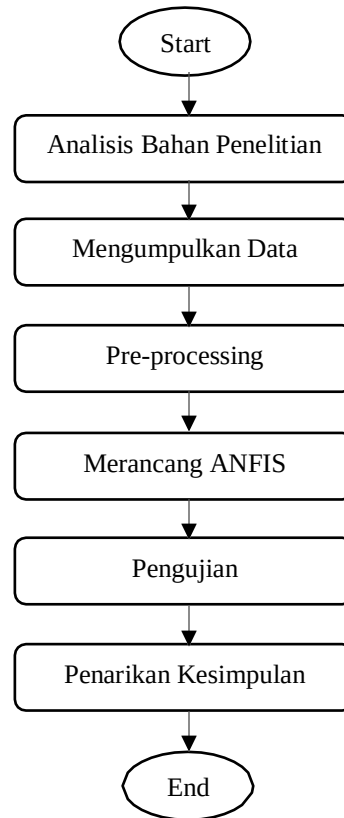
Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah di atas ialah dengan menggunakan penggalian pengetahuan atau data mining untuk meramalkan kelulusan mahasiswa [8]. Dalam memprediksi kelulusan mahasiswa ini akan menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Metode *ANFIS* adalah suatu penggabungan antara jaringan syaraf tiruan dengan sistem inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference Sistem*) model Sugeno [10][11]. Sistem ini disebut juga suatu kelas jaringan adaptif yang secara fungsional sama dengan sistem inferensi *Fuzzy (FIS)*, atau disebut juga dengan *Adaptive Network-based Fuzzy Inference Sistem* [11][12].

Pemilihan metode *ANFIS* dalam melakukan prediksi kelulusan didasari oleh keefektifan metode *ANFIS* dalam melakukan prediksi karena tingkat kesalahannya yang kecil dibandingkan dengan beberapa metode prediksi lainnya. Tingkat keakuratan metode *ANFIS* juga dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas dari sampel data yang digunakan untuk memprediksi. Hal ini membuat metode *ANFIS* sangat sesuai digunakan untuk memprediksi kasus dengan jumlah data yang banyak.

Hasil dari penelitian ini ialah terciptanya suatu model yang dapat digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa tepat waktu atau tidak. Penelitian ini diharapkan mampu untuk memberikan solusi kepada perguruan tinggi di Indonesia untuk mengurangi jumlah mahasiswa yang tidak lulus tepat waktu.

2. METODE

Metode penelitian atau bagan alur penelitian yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

A. Analisis Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah:

1. Laptop core i5 gen 11, ram 8 GB, SSD 500 GB.
2. *Software Microsoft Word* dan *Excel*, digunakan untuk membuat karya ilmiah dan pengolahan data penelitian.
3. *Software Mendeley*, digunakan untuk studi Pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
4. *Software Matlab*, digunakan untuk merancang struktur *ANFIS* dan pengujian data.

B. Mengumpulkan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data IP (Indeks Prestasi) mahasiswa mulai dari semester 1 hingga semester 5. Data yang digunakan berjumlah 100 data yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu 80% sebagai data latih dan 20% untuk data uji. Data diperoleh dari salah satu perguruan tinggi swasta di Kota Medan. Adapun data yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 1. Data Kelulusan Mahasiswa

No	Nama	JK	Pekerjaan Ortu	IPS1	IPS2	IPS3	IPS4	IPS5	Lulus
1	Mhs1	L	PNS/TNI/Polri	2.964	2.704	3.117	3.314	2.962	TTW
2	Mhs2	L	PNS/TNI/Polri	3.383	3.201	3.234	3.348	3.332	TW
3	Mhs3	L	Wiraswasta	3.333	3.168	3.085	3.417	3.277	TW
4	Mhs4	L	Lainnya	3.218	3.134	3.051	3.334	3.211	TW
5	Mhs5	P	PNS/TNI/Polri	3.535	3.15	3.384	3.516	3.332	TW
6	Mhs6	L	PNS/TNI/Polri	2.416	3.092	2.734	3.167	2.632	TTW
7	Mhs7	P	Wirausaha	3.417	3.366	3.516	3.683	3.471	TW
8	Mhs8	P	PNS/TNI/Polri	3.249	3.2	3.168	3.433	3.195	TW
9	Mhs9	P	Karyawan Swasta	3.249	3.2	3.085	3.235	3.195	TW
10	Mhs10	L	PNS/TNI/Polri	3.234	3.217	3.25	3.318	3.223	TW
11	Mhs11	L	PNS/TNI/Polri	3.368	3.101	3.234	3.417	3.415	TW
12	Mhs12	P	PNS/TNI/Polri	3.401	3.125	3.168	3.332	3.277	TW
13	Mhs13	P	Wiraswasta	3.4	3.111	3.234	3.334	3.034	TTW
14	Mhs14	P	Wiraswasta	3.45	3.066	3.151	3.499	3.454	TW
15	Mhs15	P	PNS/TNI/Polri	3.868	3.450	3.665	3.716	3.75	TW
16	Mhs16	L	PNS/TNI/Polri	3.55	3.052	3.250	3.417	3.305	TW
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
98	Mhs98	P	Lainnya	3.617	3.134	3.316	3.601	3.445	TW
99	Mhs99	P	Wiraswasta	2.885	2.909	3.234	3.167	3.11	TTW
100	Mhs100	L	Lainnya	3.383	3.45	3.398	3.417	3.497	TW

Keterangan:

IPS = Indeks Prestasi Semester

Mhs = Mahasiswa

TW = Tepat Waktu

TTW = Tidak Tepat Waktu

C. Pre-processing

Pada tahap ini dilakukan transformasi data yang diperoleh menjadi data yang dapat diproses dengan metode *ANFIS*. Transformasi data dilakukan dengan mengeliminasi beberapa atribut yang tidak diperlukan seperti atribut nama, jenis kelamin, dan pekerjaan orang tua saat memproses data dengan *ANFIS*. Adapun hasil transformasi data dapat dilihat pada tabel berikut.

Table 2. Hasil Transformasi Data

No	IPS1	IPS2	IPS3	IPS4	IPS5	Lulus
1	2.964	2.704	3.117	3.314	2.962	TTW
2	3.383	3.201	3.234	3.348	3.332	TW
3	3.333	3.168	3.085	3.417	3.277	TW
4	3.218	3.134	3.051	3.334	3.211	TW
5	3.535	3.15	3.384	3.516	3.332	TW
6	2.416	3.092	2.734	3.167	2.632	TTW
7	3.417	3.366	3.516	3.683	3.471	TW
8	3.249	3.2	3.168	3.433	3.195	TW

9	3.249	3.2	3.085	3.235	3.195	TW
10	3.234	3.217	3.25	3.318	3.223	TW
11	3.368	3.101	3.234	3.417	3.415	TW
12	3.401	3.125	3.168	3.332	3.277	TW
13	3.4	3.111	3.234	3.334	3.034	TTW
14	3.45	3.066	3.151	3.499	3.454	TW
15	3.868	3.450	3.665	3.716	3.75	TW
16	3.55	3.052	3.250	3.417	3.305	TW
...	...	...	...	...	...	...
98	3.617	3.134	3.316	3.601	3.445	TW
99	2.885	2.909	3.234	3.167	3.11	TTW
100	3.383	3.45	3.398	3.417	3.497	TW

D. Merancang ANFIS

ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) termasuk dalam kelas jaringan *neural* namun berdasarkan fungsinya sama dengan *fuzzy inference system* [9][13]. Pada sistem *neuro fuzzy*, proses belajar pada *neural network* dengan sejumlah pasangan data yang berguna untuk memperbaharui parameter-parameter *fuzzy inference system* [14][15].

ANFIS yang menggunakan model *fuzzy sugeno* memiliki aturan yang umum dengan dua aturan *fuzzy IF THEN* sebagai berikut ^{[13][17]}:

RULE 1: IF x is A_1 AND y is B_1 , THEN $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$;

RULE 2: IF x is A_2 AND y is B_2 , THEN $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$;

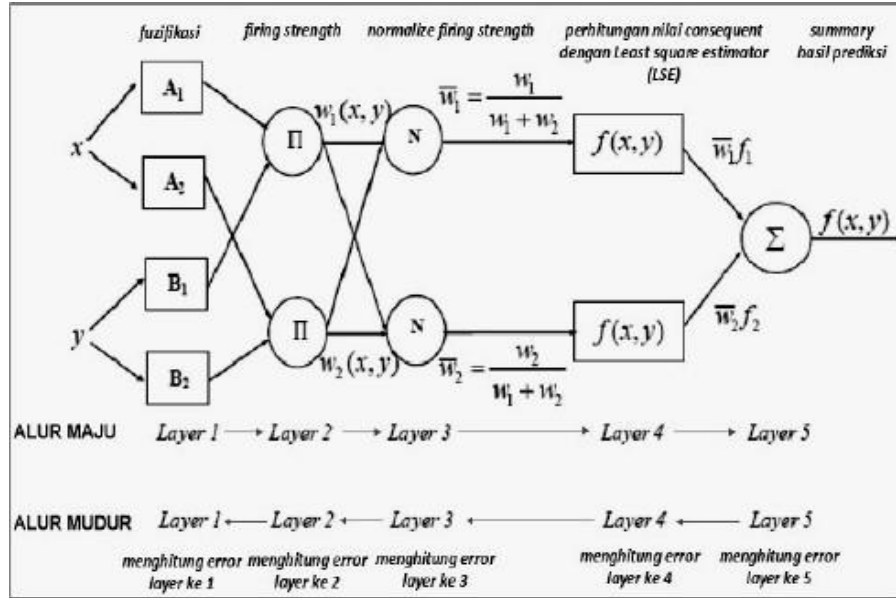
Ket:

x, y = masukan tegas pada node ke i

A_i, B_i = label linguistik (rendah, sedang, tinggi, dan lain-lain) yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan yang sesuai

p_i, q_i, r_i = parameter consequent ($i = 1$ atau 2).

ANFIS menggunakan data *input*-an, parameter dan data *test* untuk memperoleh hasil prediksi yang baik dalam proses *learning*. ANFIS menggunakan algoritma *hybrid* dalam proses *training*, dimana ANFIS melakukan penggabungan metode *Least-Squares Estimator* (LSE) untuk menghitung nilai *consequent* pada alur maju dan menggunakan *Error Backpropagation* (EBP) dan *gradient descent* pada alur mundur untuk menghitung *error* yang terjadi pada tiap layer [17][18].



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian
(Sumber: Nugraha, dkk, 2021)

Berikut ini adalah penjelasan untuk setiap lapisannya [16][18][19].

1. **Lapisan 1:** pada lapisan ini, semua *node* adalah *node* adaptif (parameter dapat berubah) yang menggunakan fungsi *generalized bell* sebagai fungsi *node*-nya.

$$O_1 = \mu A_i(x) \quad (1)$$

2. **Lapisan 2:** pada lapisan ini, tiap-tiap *neuron* berupa *neuron* tetap yang *output*-nya adalah hasil dari lapisan pertama. Adapun persamaan pada lapisan 2 ini adalah sebagai berikut [20]:

$$O_2 = w_i = \sum_{j=1}^m \mu A_i(x) \quad (2)$$

3. **Lapisan 3:** pada lapisan ini, setiap *node* merupakan *node* nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi yaitu rasio keluaran *node* ke- i pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya [21]. Adapun persamaan pada lapisan ini adalah sebagai berikut:

$$O_3 = N = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad (3)$$

4. **Lapisan 4:** pada lapisan ini, setiap *node* adalah *node* adaptif dengan fungsi *node* [22].

$$O_4 = y_i = \overline{w_i}(p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad (4)$$

for $i = 1, 2, 3, \dots$

5. **Lapisan 5:** pada lapisan ini, semua *output* yang diperoleh dari lapisan 4 akan dijumlahkan [23]. Adapun persamaan pada lapisan 5 adalah sebagai berikut:

$$O_5 = \sum_i y_i = \overline{w_1}(p_1x_1 + q_1x_2 + r_1) + \overline{w_1}(p_1x_1 + q_1x_2 + r_1) \quad (5)$$

E. Pengujian

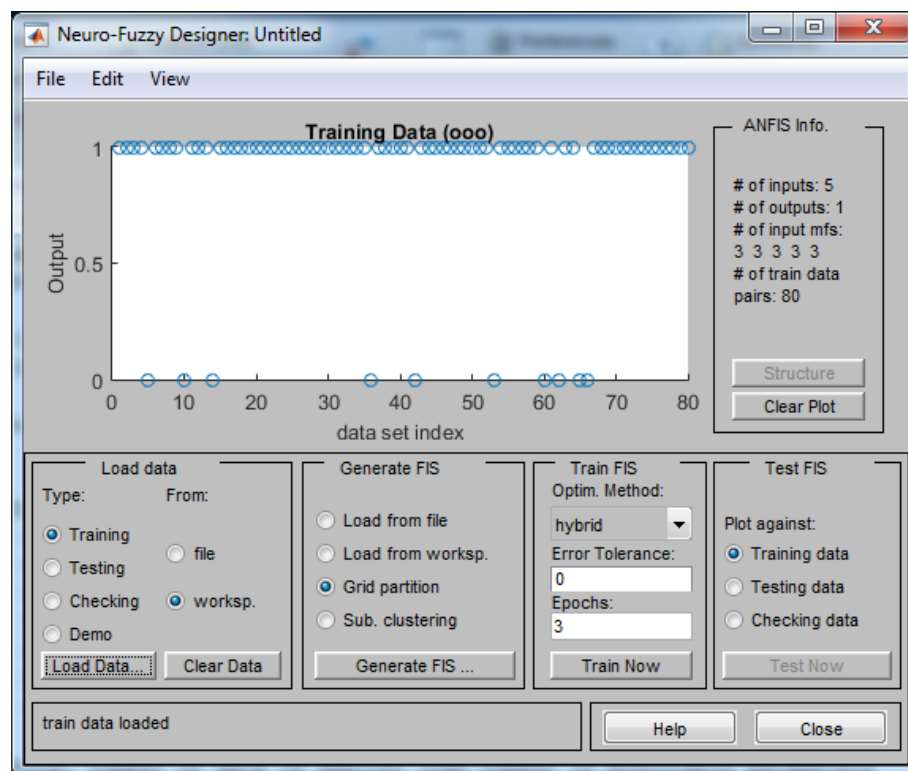
Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan menggunakan *software Matlab*. Pengujian dilakukan setelah struktur ANFIS dibuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 80 data latih dan 20 data uji.

F. Penarikan Kesimpulan

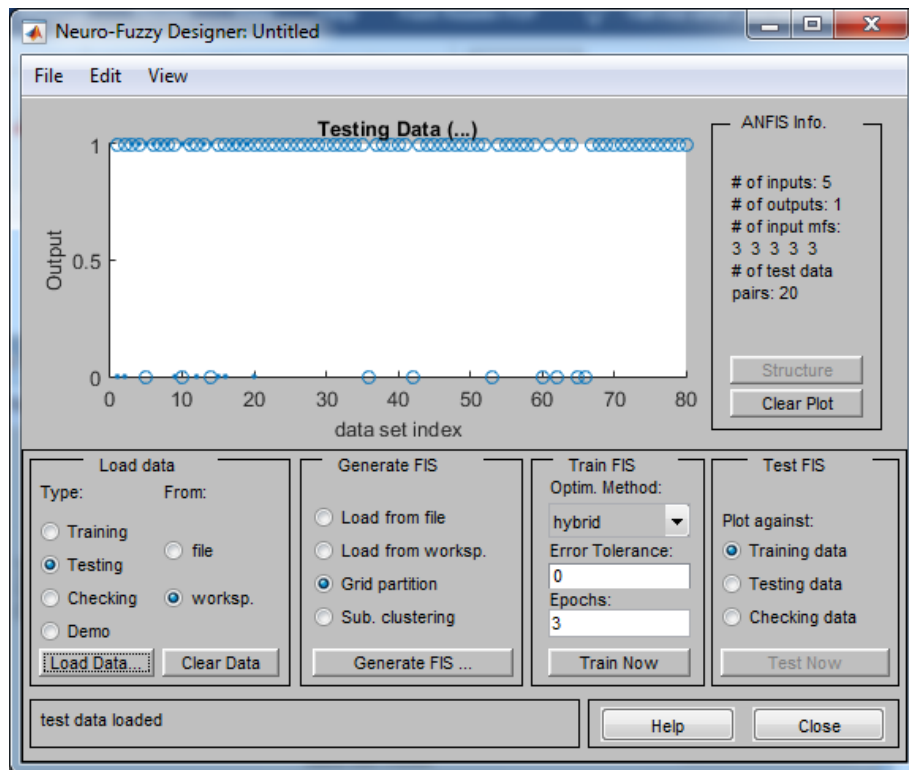
Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini dimulai dengan membagi 100 data mahasiswa menjadi 2 bagian yaitu 80 data untuk data latih dan 20 data untuk data uji. Setelah itu kedua data tersebut dimasukkan ke dalam *GUI ANFIS* dengan menggunakan *Software Matlab*. Adapun data uji dan data latih pada *GUI ANFIS* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Load Data Latih



Gambar 4. Load Data Uji

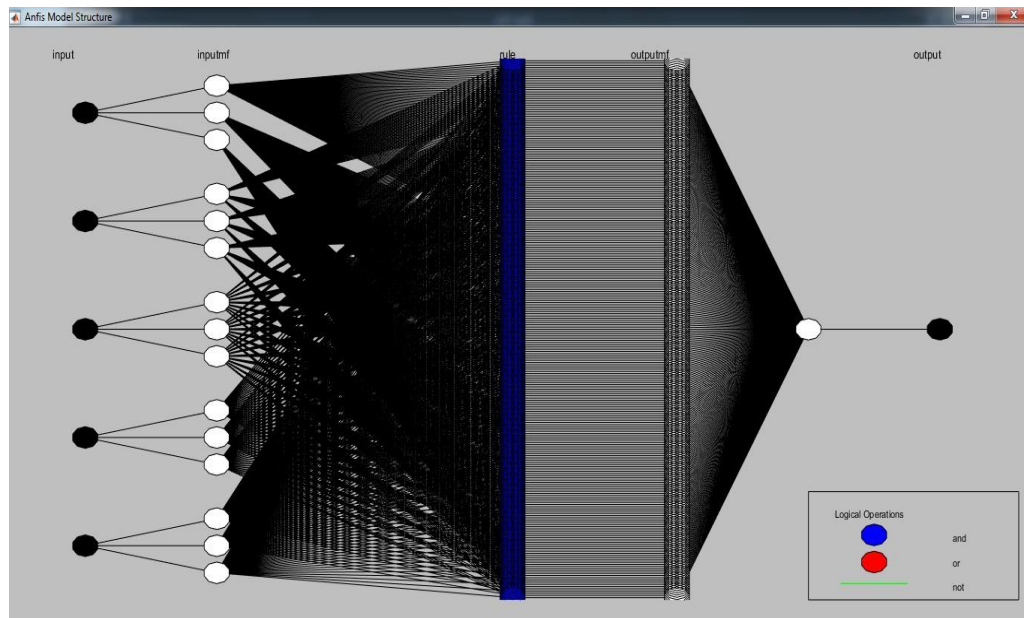
Berikutnya masukkan desain *FIS* yang akan digunakan kemudian lakukan *train* data dengan rentang *epoch* dari 10 hingga 1000 untuk melihat tingkat *error* yang paling rendah. Adapun hasil yang diperoleh dari hasil *train* data dari *epoch* 10 hingga 1000 dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 3. Hasil *Train* Data

No	Epoch	Error
1	10	0.020079
2	20	0.01953
3	30	0.019216
4	40	0.018972
5	50	0.018762
6	100	0.018453
7	250	0.017884
8	500	0.017107
9	1000	0.01628

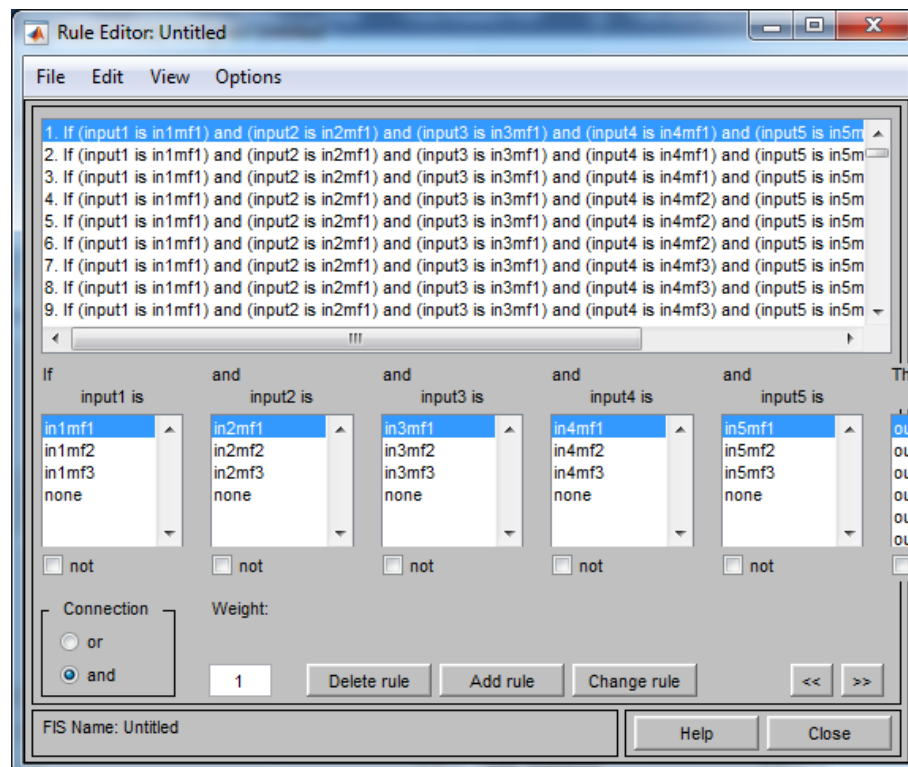
Berdasarkan tabel di atas dapat diperoleh hasil bahwa semakin banyak *epoch* yang digunakan maka tingkat *error* yang diperoleh juga semakin kecil. Hal ini menandakan bahwa desain *ANFIS* yang digunakan sudah baik dan dapat digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa.

Setelah proses *train ANFIS* selesai dilakukan maka kita dapat menampilkan struktur *ANFIS* yang terbentuk. Adapun struktur *ANFIS* yang terbentuk dapat dilihat pada gambar berikut:

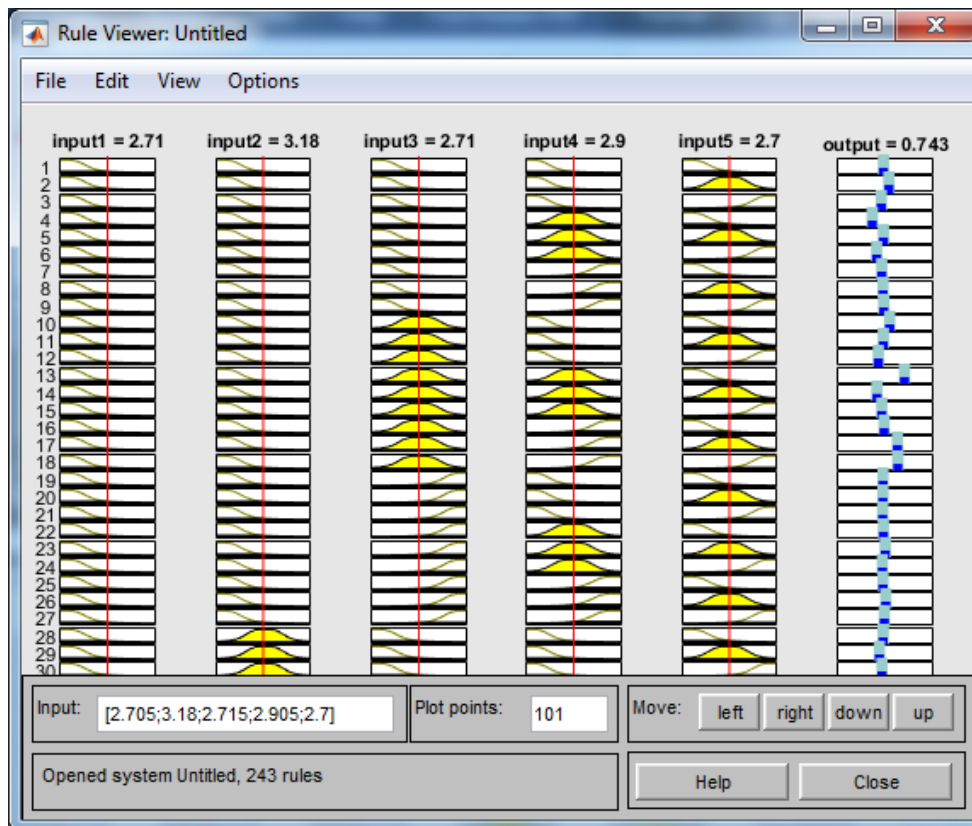


Gambar 5. Struktur *ANFIS* yang Terbentuk

Dari proses yang telah dilakukan, terbentuk 243 aturan. Adapun aturan-aturan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

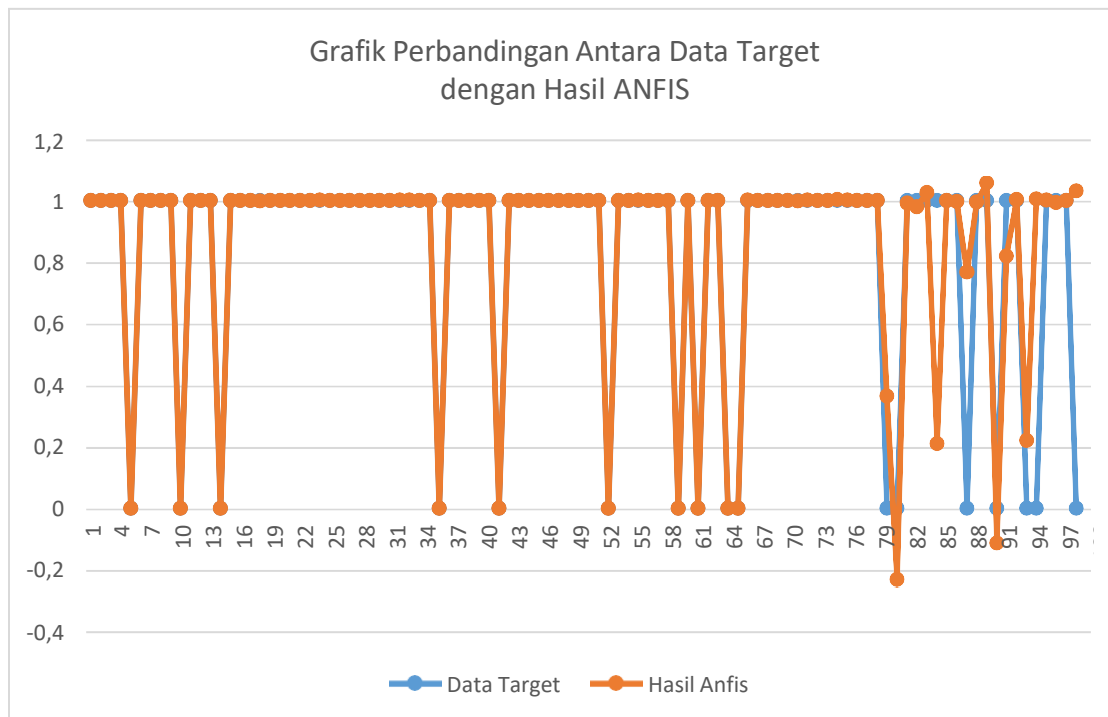


Gambar 6. Aturan yang Terbentuk



Gambar 7. Daftar 243 Aturan yang Terbentuk

Berdasarkan proses *ANFIS* yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa struktur *ANFIS* yang terbentuk mampu untuk melakukan prediksi kelulusan mahasiswa dengan tingkat *error* di epoch 1000 ialah 0.01628. Berikutnya dilakukan perbandingan hasil model *ANFIS* yang dirancang dengan data *real* yang ada. Dari hasil perbandingan diperoleh keakuratan dari model *ANFIS* mencapai 96%. Adapun hasil perbandingan antara data *real* dengan hasil *ANFIS* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Grafik Perbandingan Data *Real* dengan Hasil ANFIS

Dari gambar di atas, kita dapat melihat hanya ada 4 data yang berbeda antara data target dengan hasil ANFIS. Dengan tingkat keberhasilan yang mencapai 96% ini, maka dapat disimpulkan bahwa model ANFIS yang dibuat dapat digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan 100 data mahasiswa yang telah lulus atau pun yang belum lulus. 100 data tersebut dibagi menjadi 2 bagian yaitu 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini ialah nilai indeks prestasi (IP) mahasiswa dari semester 1 hingga semester 5. Penelitian ini menemukan ada 4 dari 100 data yang tidak sesuai antara data real dengan hasil anfis yang diperoleh. Hasil dari penelitian yang dilakukan telah menemukan bahwa tingkat keberhasilan model ANFIS yang telah dirancang sebesar 96%. Tingkat keberhasilan ini dianggap sangat baik sehingga model ANFIS yang telah dibuat dapat digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perguruan tinggi untuk dapat melakukan prediksi terhadap kelulusan mahasiswa, sehingga tidak terjadi keterlambatan kelulusan mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama atas bantuan dan dukungan yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan sahabat atas bantuan dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] V. Hidayat, "Kebermaknaan Hidup pada Mahasiswa Semester Akhir," *J. PSIKOL. INTEGR.*, vol. 6, no. 2, 2018.

- [2] O. Arifudin, "Pendampingan Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Dalam Submit Jurnal Ilmiah Pada Open Journal System," *J. BAKTI TAHSINIA*, vol. 1, no. 1, pp. 50–58, 2023.
- [3] A. Purwanto *et al.*, "Peluang dan Hambatan Publikasi Artikel pada Jurnal Internasional Bereputasi: Studi Eksploratori pada Mahasiswa Doktoral di Sebuah Perguruan Tinggi Swasta di Jakarta," *EDUMASPUL - J. PENDIDIK.*, vol. 4, no. 1, pp. 219–228, 2020.
- [4] L. A. R. Hakim, A. A. Rizal, and D. Ratnasari, "Aplikasi Prediksi Kelulusan Mahasiswa Berbasis K-Nearest Student Graduation Prediction Using K-Nearest Neighbor (K-NN)," *J. TEKNOLOG. INF. DAN MULTIMEDIA.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–36, 2019.
- [5] A. S. Maghfirah, V. Anggrainika, and Y. D. S. B. Sinaga, "Pengaruh Budaya K-Pop Terhadap Kehidupan Mahasiswa Universitas Diponegoro," *J. INDONES. SOS. TEKNOLOG.*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [6] E. Deliviana, M. H. Erni, P. M. Hilery, and N. M. Naomi, "Pengelolaan Kesehatan Mental Mahasiswa Bagi Optimalisasi Pembelajaran Online Di Masa Pandemi Covid-19," *J. SELARAS*, vol. 3, no. 2, pp. 129–138, 2020.
- [7] I. Kurnawan, F. Marisa, and D. Purnomo, "Implementasi Data Mining Dengan Algoritma Apriori Untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa," *J. TEKNOLOG. MANAJ. INFORM.*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [8] R. D. Pambudi, A. A. Supianto, and N. Y. Setiawan, "Prediksi Kelulusan Mahasiswa Berdasarkan Kinerja Akademik Menggunakan Pendekatan Data Mining Pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya," *J. PENGEMB. TEKNOLOG. INF. DAN ILMU KOMPUT.*, vol. 3, no. 3, pp. 2194–2200, 2019.
- [9] F. A. Mufarroha, "Aplikasi Penerjemah Sebagai Media Komunikasi Bagi Penyandang Disabilitas Menggunakan Kombinasi Metode Skin Detection-Anfis, KNN Dan TTS," *J. SIMANTEC*, vol. 9, no. 2, pp. 57–64, 2021.
- [10] I. Sulaeman, A. W. Dani, T. Pangaribowo, and F. Sirait, "Analisa Inverse Kinematics Pada Prototype 3-DOF Arm Robot Dengan Metode ANFIS," *J. TEKNOLOG. ELEKTRO*, vol. 13, no. 01, pp. 14–18, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i1.003.
- [11] G. Suwanto and R. I. Adam, "Identifikasi Citra Digital Jenis Beras Menggunakan Metode Anfis dan Sobel," *JIP (JURNAL INFORM. POLINEMA)*, vol. 7, no. 2, pp. 123–128, 2021.
- [12] T. Ayudia, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Akibat Konsumsi Berlebihan Monosodium Glutamat (MSG) Menggunakan Metode Anfis," *J. PELITA INFORM.*, vol. 8, no. 3, pp. 382–388, 2020.
- [13] Nurfalinda, E. Oktafiansyah, and A. Uperiati, "Prediksi Pendistribusian Air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) (Studi Kasus : PDAM Tirta Kepri Tanjungpinang)," *J. SUSTAIN.*, vol. 10, no. 01, pp. 32–36, 2021.
- [14] N. Nikentari, M. Bettiza, and H. S. Pratiwi, "Prediksi Kecepatan Angin Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy (ANFIS) dan Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)," *JEPIN (JURNAL EDUKASI DAN PENELITIAN. INFORM.)*, vol. 4, no. 1, pp. 70–75, 2018.
- [15] W. Anggraeni *et al.*, "Analisis Kinerja Metode ANFIS untuk Peramalan Kasus Demam Berdarah di Kabupaten Malang," *J. SISFO*, vol. 07, no. 03, 2018.

- [16] Y. T. Nugraha, K. Ghabriel, and I. F. Dharmawan, "Implementasi ANFIS Dalam Prakiraan Konsumsi Energi Listrik Di Kota Medan Pada Tahun 2030," *RELE (REKAYASA ELEKTR. DAN ENERGI) J. TEK. ELEKTRO*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [17] I. M. Satriawan, I. M. Mataram, and A. A. N. Amrita, "Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Di Gardu Induk Nusa Dua Bali," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, pp. 83–89, 2020.
- [18] T. S. Valentina, Tarno, and A. Prahutama, "Pemilihan Input Model Anfis Untuk Data Runtun Waktu Menggunakan Metode Forward Selection Dilengkapi Gui Matlab (Studi Kasus: Jumlah Penumpang Kereta Api di Wilayah Jawa Non Jabodetabek)," *J. GAUSSIAN*, vol. 8, no. 2, pp. 233–243, 2019.
- [19] Anurag and R. Sharma, "Load Forecasting by using ANFIS," *INT. J. RES. DEV. APPL. SCI. ENG.*, vol. 20, no. 1, 2020.
- [20] B. Azmi, J. A. H, P. E. B, and H. Seputra, "Review Perbandingan Teknik Maximum Power Point Tracker (Mppt) Untuk Sistem Pengisian Daya Menggunakan Sel Surya," *J. TEKNOLOG. DIRGANT.*, vol. 16, no. 2, pp. 111–122, 2019.
- [21] L. Farah, A. Haddouche, and A. Haddouche, "Comparison between proposed fuzzy logic and ANFIS for MPPT control for photovoltaic system," *INT. J. POWER ELECTRON. DRIVE SYST.*, vol. 11, no. 2, pp. 1065–1073, 2020, doi: 10.11591/ijpeds.v11.i2.pp1065-1073.
- [22] D. C. R. Novitasari, Suwanto, M. H. Bisri, and A. H. Asyhar, "Classification of EEG Signals using Fast Fourier Transform (FFT) and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)," *J. MAT. MANTIKA*, vol. 5, no. 1, pp. 36–45, 2019.
- [23] F. Ghashami and K. Kamyar, "Performance Evaluation of ANFIS and GA-ANFIS for Predicting Stock Market Indices," *INT. J. ECON. FINANC.*, vol. 13, no. 7, pp. 5–10, 2021, doi: 10.5539/ijef.v13n7p1.