

**PENERAPAN METODE *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE*  
*SYSTEM (ANFIS)* UNTUK MENENTUKAN KLASIFIKASI  
*KOGNITIF* DAN *AFEKTIF* STUDI KASUS DATA DARI  
*GAME* PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA  
GUNUNG API**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**ABDUL AZIZ ISWAHYUDI**  
NIM. 15650103



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**PENERAPAN METODE *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE*  
*SYSTEM (ANFIS)* UNTUK MENENTUKAN KLASIFIKASI  
*KOGNITIF* DAN *AFEKTIF* STUDI KASUS DATA DARI  
GAME PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA  
GUNUNG API**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :  
**ABDUL AZIZ ISWAHYUDI**  
NIM. 15650103

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

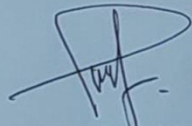
PENERAPAN METODE *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE*  
SYSTEM (ANFIS) UNTUK MENENTUKAN KLASIFIKASI  
KOGNITIF DAN *AFEKTIF* STUDI KASUS DATA DARI  
GAME PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA  
GUNUNG API

SKRIPSI

Oleh :  
ABDUL AZIZ ISWAHYUDI  
NIM. 15650103

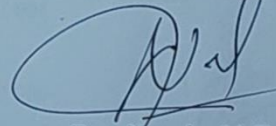
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 16 Juni 2022

Dosen Pembimbing I



Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T  
NIP. 19830616 201101 1 004

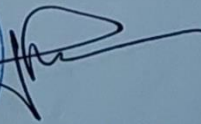
Dosen Pembimbing II



Fresy Nugroho, M. T  
NIP. 19740722 201101 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Fachrul Kurniawan ST., M.MT., IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE*  
*SYSTEM (ANFIS)* UNTUK MENENTUKAN KLASIFIKASI  
*KOGNITIF DAN AFEKTIF* STUDI KASUS DATA DARI  
*GAME PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA*  
GUNUNG API

SKRIPSI

Oleh :  
**ABDUL AZIZ ISWAHYUDI**  
NIM. 15650103

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal : 16 Juni 2022

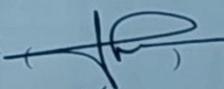
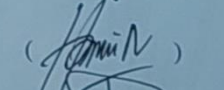

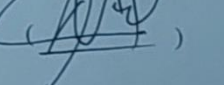
Susunan Dewan Penguji

Penguji Utama : Dr. Fachrul Kurniawan ST., M.MT., IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

Ketua Penguji : Hani Nurhayati, M. T  
NIP. 19780625 200801 2 006


Sekretaris Penguji : Dr. Yunifa Mifthacul Arif, M. T  
NIP. 19830616 201101 1 004

Anggota Penguji : Fresy Nugroho, M. T  
NIP. 19710722 201101 1 001

()  
()  
()  
()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Fachrul Kurniawan ST., M.MT., IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Aziz Iswahyudi  
NIM : 15650103  
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Penerapan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* untuk Menentukan Klasifikasi *Kognitif dan Afektif* Studi Kasus Data dari *Game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 16 Juni 2022  
Yang membuat pernyataan,



Abdul Aziz Iswahyudi  
NIM.15650103

**MOTTO**

*SAAT ENGKAU MERASA SEDANG BERUNTUNG*

*SADARILAH*

*BAHWA DOA IBUMU DIKABULKAN*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'Ala, dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah penulis mempersembahkan sebuah karya untuk orang-orang yang sangat berarti. Terima kasih diucapkan kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan juga doa. Dan selalu mengajarkan serta mendidik berbagai nilai-nilai pada kehidupan. Serta teruntuk adik saya sebagai saudara kandung yang telah memberikan bantuan dan motivasi kepada saya.

Terima kasih pula diucapkan untuk kedua bapak pembimbing yang telah membimbing pada melakukan penelitian ini dan memberikan motivasi serta dorongan hingga penelitian terselesaikan dengan lancar. Tak lupa juga diucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat saya yang telah mendukung serta mendoakan selama saya masuk perkuliahan di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dan juga keluarga besar Teknik Informatika Interface 2015 yang telah memberikan semangat dan doa-doa yang dikirimkan. Terima kasih untuk orang – orang yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah mendoakan serta mendukung sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'Ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri judul “Penerapan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk Menentukan Klasifikasi *Kognitif* dan *Afektif* Studi Kasus Data dari *Game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana computer pada Fakultas Sains dan Teknologi (FSAINTEK) Program Studi Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pada pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M. A selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan ST., M.MT ., IPM, Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing pada penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Fresy Nugroho, M. T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing pada penyusunan skripsi ini hingga selesai.



6. Irwan Budi Santoso, M. Kom, selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran untuk kebaikan penulis.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Ismu Karyanto dan Ibu Ning Azizah yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Adik tercinta Adinda Nur Latifah Millenia juga anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan yaitu Elok Nur Hayati, Yastaqim Muqorrobin, Afif Nuril Ihsan, Ahmad Zaky Rozini, Shovan Fanny Mahmad, yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis serta target bersama untuk lulus skripsi dan wisuda bersama.
10. Sahabat-sahabat Interface Teknik Informatika 2015 yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu pada penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa pada penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi.

Malang, 16 Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
نبذة مختصرة.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pernyataan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terkait .....	5
2.2 Perbedaan Penelitian .....	9
2.3 <i>Taksonomi Bloom</i> .....	14
2.3.1 <i>Taksonomi Bloom</i> Ranah Kognitif.....	14
2.3.2 <i>Taksonomi Bloom</i> Ranah Afektif .....	16
2.4 <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)</i> .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Analisis dan Perancangan Sistem .....	21
3.1.1 Deskripsi Game .....	21
3.1.2 Desain <i>User Interface (UI)</i> .....	22
3.1.3 Desain <i>ANFIS</i> .....	24
3.2 Perancangan Sistem .....	25
3.2.1 FSM Kontrol Pemain oleh <i>NPC</i> Siswa.....	25
3.2.2 FSM Kontrol Pemain oleh <i>NPC</i> Guru .....	25
3.2.3 Alur <i>ANFIS</i> .....	26
3.3 Alur Pengumpulan Data .....	28
3.4 Instrumen Pengumpulan Data .....	29
3.5 Tahap Penelitian.....	37
3.6 Rencana Pengujian .....	38
3.7 Proses Klasifikasi Metode ( <i>ANFIS</i> ) .....	39

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>54</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	54
4.1.1 Spesifikasi Perangkat.....	55
4.1.2 Antarmuka <i>Game</i> pada Proses Pengambilan Data .....	55
4.1.3 Implementasi <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> .....	59
4.2 Pengujian Sistem.....	59
4.2.1 Pengambilan Data Nilai Siswa untuk Pengujian .....	59
4.2.2 Pengujian <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> .....	65
4.3 Integrasi Dengan Islam .....	83
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>85</b>
5.1 Kesimpulan .....	85
5.2 Saran.....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan <i>Neuro-Fuzzy</i> .....	19
Gambar 3.1 FSM NPC Siswa.....	25
Gambar 3.2 FSM NPC Guru .....	25
Gambar 3.3 Alur <i>ANFIS</i> .....	26
Gambar 3.4 Blok Diagram Penelitian .....	28
Gambar 4.1 Tampilan Utama .....	56
Gambar 4.2 Akses Buku Pertanyaan.....	56
Gambar 4.3 Narasi Buku.....	57
Gambar 4.4 Pertanyaan <i>Kognitif</i> .....	57
Gambar 4.5 Pertanyaan <i>Afektif</i> .....	58
Gambar 4.6 Hasil Skor.....	58
Gambar 4.7 Jawab Soal Sempel Pertama.....	61
Gambar 4.8 <i>Skor Kognitif</i> Sampel Pertama .....	62
Gambar 4.9 <i>Skor Afektif</i> Sampel Pertama .....	62
Gambar 4.10 Jawab Soal Sampel Kedua .....	63
Gambar 4.11 <i>Skor Kognitif</i> Sampel Kedua.....	64
Gambar 4.12 <i>Skor Afektif</i> Sampel Kedua.....	64
Gambar 4.13 Hasil Implementasi Train Fis Kognitif Epoch 100 .....	67
Gambar 4.14 Hasil Implementasi Training Data Kognitif Epoch 100.....	68
Gambar 4.15 Hasil Implementasi Train Fis Kognitif Epoch 150 .....	69
Gambar 4.16 Hasil Implementasi Training Data Kognitif Epoch 150.....	70
Gambar 4.17 Hasil Implementasi Train Fis Kognitif Epoch 200 .....	71
Gambar 4.18 Hasil Implementasi Training Data Kognitif Epoch 200.....	72
Gambar 4.19 Visualisasi Kognitif ANFIS Model Structure (FIS 8 8 8) gaussmf .73	
Gambar 4.20 Hasil Implementasi ANFIS Kognitif (FIS 8 8 8) gaussmf.....	73
Gambar 4.21 Hasil Implementasi Train Fis Afektif Epoch 100 .....	74
Gambar 4.22 Hasil Implementasi Training Data Afektif Epoch 100.....	75
Gambar 4.23 Hasil Implementasi Train Fis Afektif Epoch 150 .....	76
Gambar 4.24 Hasil Implementasi Training Data Afektif Epoch 150.....	77
Gambar 4.25 Hasil Implementasi Train Fis Afektif Epoch 200 .....	78
Gambar 4.26 Hasil Implementasi Training Data Afektif Epoch 200.....	79
Gambar 4.27 Visualisasi Afektif ANFIS Model Structure (FIS 8 8 8) gaussmf ...	80
Gambar 4.28 Hasil Implementasi ANFIS Afektif (FIS 8 8 8) gaussmf.....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian .....	9
Tabel 3.1 Desain UI .....	22
Tabel 3.2 Desain <i>ANFIS</i> .....	24
Tabel 3.3 Contoh 50 soal aspek <i>kognitif</i> dan bobot soal.....	30
Tabel 3.4 Contoh 50 soal aspek <i>Afektif</i> dan bobot soal.....	33
Tabel 3.5 Tahap Penelitian.....	37
Tabel 3.6 Data Nilai Siswa dari Guru Aspek <i>Kognitif</i> dan <i>Afektif</i> .....	40
Tabel 3.7 Kriteria <i>Kognitif</i> dan <i>Afektif</i> dari Perolehan <i>Skor</i> .....	41
Tabel 3.8 Klasifikasi Nilai <i>Kognitif</i> dan <i>Afektif</i> .....	42
Tabel 3.9 Data <i>Training Kognitif</i> .....	44
Tabel 3.10 Data <i>Training Afektif</i> .....	48
Tabel 3.11 Data Uji <i>Kognitif</i> .....	52
Tabel 3.12 Data Uji <i>Afektif</i> .....	53
Tabel 4.1 Daftar Nama Siswa .....	60
Tabel 4.2 Hasil Aspek <i>Kognitif</i> .....	65
Tabel 4.3 Hasil Aspek <i>Afektif</i> .....	66
Tabel 4.4 Data Uji MAPE <i>Kognitif</i> .....	81
Tabel 4.5 Data Uji MAPE <i>Afektif</i> .....	82

## ABSTRAK

Iswahyudi, Abdul Aziz. 2022. **Penerapan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk Menentukan Klasifikasi *Kognitif* dan *Afektif* Studi Kasus Data dari *Game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T. (II) Fresy Nugroho, M.T.

---

*Kata Kunci* : ANFIS, Klasifikasi, *Kognitif*, *Afektif*, Mitigasi Bencana Gunung Api.

Bencana alam banyak sekali terjadi di Indonesia, salah satu bencana alam yang terjadi di Indonesia adalah bencana gunung api. Untuk menghadapi bencana gunung api tersebut, para siswa sangat memerlukan pengetahuan tentang mitigasi bencana gunung api dari aspek *kognitif* dan *afektif*. Berdasarkan pentingnya pemahaman tentang mitigasi bencana gunung api, digunakanlah *game* untuk mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap mitigasi bencana gunung api. Serta dilakukan pengelompokan hasil dari siswa memainkan *game* mitigasi bencana gunung api menggunakan metode ANFIS yang terdiri dari 2 aspek klasifikasi yaitu *kognitif* dan *afektif* dengan keterangan cukup, baik, dan amat baik. ANFIS klasifikasi merupakan suatu metode memprediksi dan mengklasifikasikan data. Dengan mengambil data sebanyak 30 siswa, siswa diminta untuk menjawab beberapa soal terkait aspek *kognitif* dan *afektif* sebanyak 3 kali percobaan. Menghasilkan *skor* yang akan diprediksi serta di klasifikasikan menggunakan ANFIS dan didapatkan persentasi MAPE atau errornya pada klasifikasi *kognitif* yaitu 0,117622622 dan *afektif* yaitu 0,071118421.

## ABSTRACT

Iswahyudi, Abdul Aziz. 2022. **Application of the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Method for Determining Cognitive Classification and Affective Case Study Data from Volcano Disaster Mitigation Learning Games.** Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim of Malang. Counselor: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T. (II) Fresy Nugroho, M.T.

---

*Keywords : ANFIS, Classification, Cognitive, Affective, Volcanic Disaster Mitigation*

There are many natural disasters that occur in Indonesia, one of the natural disasters that occur in Indonesia is a volcanic disaster. To deal with these volcanic disasters, students really need knowledge about volcanic disaster mitigation from cognitive and affective aspects. Based on the importance of understanding volcanic disaster mitigation, a game is used to measure the level of students' understanding of volcanic disaster mitigation. As well as grouping the results of students playing volcanic disaster mitigation games using the ANFIS method which consists of 2 classification aspects, namely cognitive and affective with sufficient, good, and very good information. ANFIS classification is a method of predicting and classifying data. By taking data from 30 students, students were asked to answer several questions related to cognitive and affective aspects in 3 trials. Generate scores that will be predicted and classified using ANFIS and the MAPE percentage or error in cognitive classification is 0.117622622 and affective is 0.071118421.

(ANFIS) عبد العزيز. 2022. تطبيق طريقة نظام الاستدلال العصبي الغامض التكيفي، Iswahyudi، لتحديد بيانات دراسات حالة التصنيف المعرفي والعاطفي من ألعاب تعلم التخفيف من الكوارث البركانية. فرضية. قسم (I) : هندسة المعلوماتية بكلية العلوم والتكنولوجيا مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. المشرف د. يونيفا مفتاح عارف ، م). الثاني (فيزي نوجروهو ، إم تي

---

التصنيف ، الإدراك ، العاطفي ، التخفيف من حدة الكوارث البركانية ، ANFIS :الكلمات المفتاحية

. هناك العديد من الكوارث الطبيعية التي تحدث في إندونيسيا ، ومن الكوارث الطبيعية التي تحدث في إندونيسيا هي كارثة بركانية للتعامل مع هذه الكوارث البركانية ، يحتاج الطلاب حقًا إلى معرفة حول التخفيف من حدة الكوارث البركانية من الجوانب المعرفية والعاطفية. بناءً على أهمية فهم التخفيف من الكوارث البركانية ، يتم استخدام لعبة لقياس مستوى فهم الطلاب للتخفيف من الكوارث البركانية. بالإضافة إلى تجميع نتائج الطلاب الذين يلعبون ألعاب التخفيف من آثار الكوارث البركانية باستخدام طريقة ANFIS هو التي تتكون من جانبين تصنيفيين ، وهما المعرفي والعاطفي بمعلومات كافية وجيدة وجيدة جدًا. تصنيف ANFIS طريقة للتعلم بالبيانات وتصنيفها. من خلال أخذ بيانات من 30 طالبًا ، طُلب من الطلاب الإجابة على العديد من الأسئلة المتعلقة أو MAPE ونسبة ANFIS بالجوانب المعرفية والعاطفية في 3 تجارب. إنشاء الدرجات التي سيتم توقعها وتصنيفها باستخدام الخطأ في التصنيف المعرفي هو 0.117622622 والعاطفي



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara rawan bencana dikarenakan Indonesia berada pada jalur subduksi lempeng bumi, seperti Lempeng Samudra Indo Australia dengan Lempeng Benua Eurasia membentang dari pantai barat Sumatera hingga pantai selatan Jawa, hingga timur (Mustofa, 2010). Dikarenakan itu di Indonesia banyak gunung api aktif dan tidak aktif. Gunung api yang aktif berjumlah 128 (Susanto & Suwarsono, 2010). Indonesia mempunyai gunung api aktif maka perlu upaya penanggulangan bencana dengan pemberian informasi dini guna mengantisipasi bencana (Asriningrum et al., 2004)

Pada saat ini di Indonesia, perlunya pengetahuan tentang mitigasi bencana tersebut serta penanggulangannya secara khusus menuntut siswa untuk memahaminya baik secara *kognitif* maupun secara *afektif*. Adapun aspek *kognitif* merupakan semua hal yang mencakup bentuk pemahaman dan penilaian (Firyal, 2019). Yang berhubungan dengan sikap dan nilai yaitu aspek *afektif* (Wilson, 2016). Dengan siswa mengetahui mitigasi bencana dari aspek *kognitif* maupun *afektif*, tentunya menjadikan tolak ukur pemahaman siswa untuk sikap siaga menghadapi bencana.

Bermain *game* dapat berdampak baik dan buruk bagi siswa. Dampak baik bermain *game* adalah siswa mempunyai kemampuan ber logika. Bermain *game* mempunyai kesulitan yang harus di cari solusinya untuk mencapai tujuan *game* tersebut, sehingga membutuhkan penalaran untuk menyelesaikan setiap kesulitan

pada *game*. Anak sangat menyukai *game* karena dapat kesenangan untuk mencari solusi sehingga penalarannya semakin berkembang (Manggena et al., 2017). *Game* yang digunakan anak-anak dapat mendukung aspek-aspek perkembangan anak. Salah satu aspek perkembangan adalah perkembangan *kognitif* (proses berfikir) (Manggena et al., 2017).

Untuk menerapkan kemampuan *kognitif* pada siswa, maka perlu adanya media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi serta penilaian *kognitif* yang dijadikan tolak ukur kemampuan *kognitif* siswa. Pada penelitian terdahulu mengusulkan desain sistem cerdas yang dapat mengenali kemampuan *kognitif* siswa memakai metode *ANFIS* di kembangkan oleh (Roger Jang, 2000) adalah jaringan saraf tiruan yang didasari oleh sistem inferensi *fuzzy* Takagi Sugeno pada tahun 1985 kemudian dikembangkan awal 1990-an (Jang, 1993). Pada penelitian ini diusulkan desain sistem cerdas yang dapat mengenali kemampuan *kognitif* siswa menggunakan metode *ANFIS* yang dikembangkan oleh (Jang, 1993). Tentunya metode ini digunakan untuk klasifikasi serta menentukan tingkat pengetahuan tentang mitigasi bencana gunung api oleh siswa SD dari aspek *kognitif* dan *afektif* dikarenakan metode *ANFIS* memiliki proses lebih efisien dan menghemat waktu.

## **1.2 Pernyataan Masalah**

Dari uraian dilatar belakang diatas, maka permasalahan yang bisa diambil. Bagaimana penerapan metode *ANFIS* klasifikasi bisa mengukur siswa sehingga mendapatkan nilai *kognitif* dan *afektif* pada pembelajaran mitigasi bencana gunung api untuk siswa kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur ?

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, adapun batasan-batasan masalahnya adalah:

1. *Game* yang digunakan adalah *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api
2. *Genre* edukasi tentang bencana alam
3. Materi yang digunakan pada *game* ini yaitu materi IPA kelas 4 SD
4. Penilaian *kognitif* pada siswa yaitu pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, evaluasi
5. Penilaian *afektif* pada siswa yaitu partisipasi, penerimaan, pembentukan pola hidup, penilaian, organisasi,

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dengan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui aspek *kognitif* dan *afektif* siswa menggunakan metode *ANFIS* pada pembelajaran mitigasi bencana gunung api di *scenario game*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi siswa, dapat memberikan pemahaman pada aspek *kognitif* dan *afektif* melalui *game* mitigasi bencana gunung api dengan menggunakan metode *ANFIS*
2. Bagi guru, dapat panduan dan memberikan pemahaman mengetahui aspek *kognitif* dan *afektif* melalui *game* mitigasi bencana gunung api

3. Bagi masyarakat, dapat digunakan sebagai data bagaimanakah pengaruh *game* mitigasi bencana gunung api dengan menggunakan metode *ANFIS* bagi siswa.
4. Bagi peneliti selanjutnya, dapat digunakan sebagai percikan pemikiran dipenelitian lebih lanjut.

## 1.6 Sistematika Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa bab pembahasan yaitu :

**Bab I Pendahuluan:** Pada bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian.

**Bab II Kajian Pustaka:** Pada bab ini berisi tentang teori-teori dasar yang digunakan sebagai referensi pembuatan *game*.

**Bab III Metodologi Penelitian:** Pada bab ini berisi tentang metodologi penelitian data meliputi pertanyaan dan perhitungan data pada rancangan *game*.

**Bab IV Hasil dan Pembahasan:** Pada bab ini berisi tentang hasil implementasi metode *ANFIS* data siswa.

**Bab V Penutup:** Pada bab ini berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan pada penelitian atau implementasi *game* tersebut.

**Daftar Pustaka:** Berisi daftar referensi yang tercantum pada penelitian ini

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

Studi Pustaka membahas beberapa kajian teori meliputi: Penelitian Terkait, *Taksonomi*, *Taksonomi Bloom Domain Kognitif*, *Taksonomi Bloom Domain Afektif*, *Serious Game*, metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS).

#### **2.1 Penelitian Terkait**

Pada penelitian ini diusulkan desain sistem cerdas yang dapat mengenali kemampuan *kognitif* dan *afektif* siswa menggunakan metode *ANFIS* yang dikembangkan oleh (Jang, 1993). Penelitian sejenis ini juga dikembangkan dengan menggunakan *ANFIS* yang dibuat oleh (Effindi et al., 2013). (Effindi et al., 2013) membuat *game* yang bernama *Serious Game Cupak* dan *Grantang* merupakan sebuah *serious game* yang berisi soal cerita mata pelajaran matematika, skenario, tingkat kesukaran soal, dan dimana *game* atau teknologi permainan yang pengembangan dan penggunaannya ditujukan untuk tujuan selain sekedar permainan juga sebagai hiburan. Penelitian dan pengembangan *game* jenis ini pada umumnya digunakan untuk memodelkan perilaku manusia melalui *game*, sehingga sistem komputer yang dirancang pada sebuah *game* dapat mengetahui perilaku. Inti dari penelitian ini adalah membahas data yang dihasilkan dari permainan yang terintegrasi dengan metode *ANFIS* sebagai pembelajaran *domain kognitif*. Pada penelitian ini juga dijelaskan bahwa pengumpulan data didapatkan dari hasil siswa bermain sampai akhir permainan yang memperoleh data rekaman permainan siswa. Rekaman tersebut berupa catatan *skor* permainan.

Penelitian sejenis lain adalah membahas mengenai penelitian *kognitif*, dan *afektif* siswa SD melalui *game* simulasi “Warungku” dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang dibuat oleh (Haryadi & Aripin, 2015). Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat kemampuan siswa pada aspek *kognitif*, dan *afektif* berdasarkan pemanfaatan teknologi ini atau pengelompokan berdasarkan pengetahuan dari masing-masing siswa. Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa berdasarkan tingkat kemampuan dari aspek *kognitif*, dan *afektif* terhadap suatu teknologi.

Penelitian sejenis yang ketiga adalah membahas mengenai metode *ANFIS* untuk penentuan status gunung api yang dibuat oleh (Fatkhurrozi et al., 2012). Untuk memberikan informasi tentang status dan aktivitas gunung api serta perbuatan yang akan dilakukan. Hasil dari penelitian ini adalah di dapatkan suatu informasi pada status gunung api yaitu normal, waspada, dan siaga.

Penelitian sejenis yang keempat adalah membahas mengenai penelitian *kognitif* melalui *game* berbasis web dengan menggunakan metode *ANFIS* yang dibuat oleh (Arie, 2017). Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat kemampuan siswa pada aspek *kognitif* berdasarkan pemanfaatan teknologi *game* berbasis web ini berdasarkan pengetahuan dari masing-masing siswa. Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa berdasarkan tingkat kemampuan dari aspek *kognitif* terhadap suatu teknologi *game* berbasis web.

Penelitian sejenis yang kelima adalah membahas mengenai klasifikasi penilaian terhadap hasil belajar mahasiswa dengan menggunakan metode *ANFIS* pada studi kasus mata kuliah matematika yang dibuat oleh (Kusuma, Adi Candra, 2019). Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkatan kemampuan mahasiswa yaitu cukup, baik, dan amat baik berdasarkan pengetahuan dari masing-masing mahasiswa. Hasil dari penelitian ini adalah pengajar mengetahui klasifikasi tiap mahasiswa sehingga pengajar mampu memberikan umpan balik terhadap seluruh mahasiswa di kelasnya dengan cara berbeda yaitu pemberian materi atau soal latihan menyesuaikan kriteria mahasiswa, yang berdampak tujuan pembelajaran matakuliah tersebut dapat dicapai.

Penelitian sejenis yang keenam adalah membahas mengenai cara belajar yang dilakukan siswa kelas VI terkhusus pada pembelajaran agama bagi perkembangan *kognitif* yang dibuat oleh (Putri, 2017). Pada penelitian ini peneliti mengenalkan cara belajar pada siswa yang memiliki kemampuan *kognitif* tinggi. Dapat diketahui dari nilai yang diperoleh, berupa prestasi atau hasil tes ujian. Hasilnya yaitu terdapat siswa mencapai *kognitif* tinggi, bisa dilihat melalui prestasinya.

Penelitian sejenis yang ketujuh adalah membahas mengenai desain *serious game* sosialisasi bencana berbasis model teori aktifitas yang dibuat oleh (Nugroho, Fresy dkk, 2019). Penelitian ini bertujuan memberikan sebuah pendekatan berupa sosialisasi dan penanganan krisis bencana alam terutama kegunungpian dari sisi mitigasi bencana, kesiapan menghadapi bencana, tanggap bencana dan pemulihan pasca bencana dalam bentuk *serious game*. Hasilnya yaitu setelah pemain

memainkan *serious game* dapat memberikan kesadaran tentang perlunya mempelajari tahapan sosialisasi bencana.

Penelitian sejenis yang kedelapan adalah membahas mengenai diagnosis penyakit jantung menggunakan *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) yang dibuat oleh (Holle, Khadijah Fahmi Hayati dkk, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan para ahli ke ranah resiko penyakit jantung yaitu dapat mempercepat proses diagnosis penyakit dan dapat melakukan pengobatan yang sesuai.

Penelitian sejenis yang kesembilan adalah membahas mengenai desain perubahan perilaku pada NPC *game* menggunakan logika *fuzzy* yang dibuat oleh (Arif, Yunifa Miftcahul dkk, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk membuat aksi dan reaksi otonom pada NPC (*Non Player Character*) yaitu membuat perubahan perilaku NPC secara otonom terhadap perubahan kondisi yang dihadapi menggunakan logika *fuzzy*. Hasilnya yaitu aturan fuzzy dapat diterapkan untuk menghasilkan perilaku NPC yang bervariasi sesuai dengan variable yang dimiliki.



## 2.2 Perbedaan Penelitian

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian

No	Nama	Judul	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	I Nyoman Sukajaya	Sistem Cerdas untuk Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan ANFIS	Untuk memodelkan perilaku manusia melalui <i>game</i> , sehingga sistem komputer yang dirancang pada sebuah <i>game</i> dapat mengetahui perilaku dan kemampuan pengguna. Dan membahas permainan yang terintegrasi dengan pembelajaran kognitif dan afektif	Ruang lingkup penelitian yaitu tentang klasifikasi melalui <i>game</i> . Jenis penelitian yaitu ANFIS	Penelitian terdahulu melakukan <i>review</i> klasifikasi satu aspek saja yaitu kognitif, sedangkan penelitian sekarang melakukan review dua aspek yaitu kognitif dan afektif

2	Toto Haryadi	Melatih Kecerdasan <i>Kognitif</i> , dan <i>Afektif</i> Anak Sekolah Dasar Melalui Prancangn <i>Game</i> Simulasi Warungku	Untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa pada aspek <i>kognitif</i> , dan <i>afektif</i> berdasarkan pemanfaatan teknologi atau pengelompokan berdasarkan pengetahuan dari masing-masing siswa dengan menggunakan metode <i>Multimedia</i> <i>Development Life</i> <i>Cycle</i> (MDLC)	Ruang lingkup penelitian yaitu melatih kecerdasan melalui <i>game</i>	Penelitian terdahulu melakukan review dua aspek yaitu <i>kognitif</i> , dan <i>afektif</i> menggunakan metode <i>Multimedia</i> <i>Development</i> <i>Life Cycle</i> (MDLC) sedangkan penelitian sekarang memakai klasifikasi metode <i>ANFIS</i> , untuk lebih mmpermudah membedakan dua aspek yaitu <i>kognitif</i> dan <i>afektif</i>
---	-----------------	---	---	--	---

3	Bagus Fatkhurro zi	Pnggunaan <i>ANFIS</i> pada penentuan Status Aktivitas Gunung Merapi	Untuk memberikan informasi tentang status dan aktivitas gunung api serta perbuatan yang akan dilakukan. Hasil dari penelitian ini adalah di dapatkan suatu informasi pada status gunung api yaitu normal, waspada, dan siaga	Ruang lingkup penelitian yaitu Mitigasi Gunung Merapi.  Jenis penelitian yaitu <i>ANFIS</i>	Penelitian terdahulu melakukan review dan menghasilka aspek penilaian untuk mengetahui aktivitas gunung merapi yaitu normal, waspada, siaga sedangkan penelitian sekarang melakukan review klasifikasi pada aspek <i>kognitif</i> dan <i>afektif</i> untuk mengetahui kecerdasan siswa yaitu cukup, baik, dan amat baik
---	--------------------------	---	---	--	---

4	Zulfi Arie Susilo Yudhana	Sistem Cerdas Untuk Klasifikasi Kmampu Kognitif dengan <i>ANFIS</i> Berbasis Web	Untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa pada aspek <i>kognitif</i> berdasarkan pemanfaatan teknologi berdasarkan pengetahuan dari masing-masing siswa dengan menggunakan metode <i>ANFIS</i> berbasis Web	Ruang lingkup penelitian yaitu klasifikasi pada aspek kognitif. Jenis penelitian yaitu <i>ANFIS</i>	Penelitian terdahulu melakukan review klasifikasi satu aspek saja yaitu <i>kognitif</i> , sedangkan penelitian sekarang melakukan review dua aspek yaitu <i>kognitif</i> dan <i>afektif</i>
---	------------------------------------	---	--	---	--

5	Adi Candra Kusuma	Klasifikasi Penilaian Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa dengan Mengguna kan <i>ANFIS</i> StudiKasus Mata Kuliah Matematik	Untuk mengetahui tingkatan kemampuan mahasiswa yaitu cukup, baik, dan amat baik berdasarkan pengetahuan dari masing-masing mahasiswa dengan klasifikasi menggunakan metode <i>ANFIS</i> .	Ruang lingkup penelitian yaitu klasifikasi. Jenis penelitian yaitu <i>ANFIS</i>	Penelitian terdahulu melakukan klasifikasi studi kasus matematika sedangkan penelitian sekarang melakukan review hasil data dari <i>game</i> berupa soal yang telah dimainkan oleh siswa akan di klasifikasi menjadi dua yaitu <i>kognitif</i> dan <i>afektif</i>
---	-------------------------	--	---	---	--

### 2.3 *Taksonomi Bloom*

*Taksonomi Bloom* terdapat tiga ranah yaitu :

1. Ranah *kognitif*, mencakup pengenalan terhadap suatu hal tertentu, secara konsep yang dapat berkembang pada kemampuan tertentu dan *prosedural* (Darmawan & Sujoko, 2013);
2. Ranah *afektif*, mencakup berkembangnya emosi, sikap, dan perasaan (Darmawan & Sujoko, 2013);
3. Ranah *psikomotor*, mencakup pada kegiatan-kegiatan *manipulative* (Harjali, 2017).

*Taksonomi Bloom* terdapat 3 *domain* menurut (Suharsimi, 2013), yaitu:

1. *Cognitive Domain*, tentang sesuatu yang mengembangkan aspek intelektual, yaitu berpikir, pengertian, keterampilan, dan pengetahuan.
2. *Affective Domain*, tentang sesuatu yang mengembangkan aspek perasaan, yaitu penyesuaian diri, apresiasi, sikap, dan minat.
3. *Psychomotor Domain*, tentang sesuatu yang mengembangkan aspek keterampilan seperti mengoperasikan mesin, berenang, tulisan tangan, dan mengetik.

#### 2.3.1 *Taksonomi Bloom Ranah Kognitif*

Mencakup konsep yang dipelajari, berkaitan dengan kemampuan pengenalan, berpikir, kompetensi untuk memperoleh ilmu penalaran, pemahaman, penentuan, dan pengetahuan. Ranah *kognitif Bloom* memiliki tujuan pembelajaran pada segala aktivitas yang berhubungan dengan cara berpikir otak dibagi 6 tingkatan sesuai dengan tingkatan terendah sampai dengan tertinggi.

*Bloom* mengungkapkan 6 tingkatan tersebut pada bukunya (*Bloom et al., 1956*) yaitu :

1. Pengetahuan (*Knowledge*) yaitu mengingat sesuatu hal yang pernah dipelajari, lalu mengingat kembali tentang pelajaran tersebut dengan mengingat (*recall*) atau mengenal kembali (*recognition*). Suatu prinsip dasar, gagasan, definisi, metodologi, pola, urutan, fakta. (Mudjiono & Dimyati, 2009).
2. Pemahaman (*Comprehension*) yaitu kemampuan yang dimiliki tiap orang dalam mengingat suatu arti dan makna yang telah dipelajari (Abdurrahman, 2003). Pada tingkatan pemahaman ini pertanyaan dijawab berdasarkan apa yang telah dipahami dan dikonsepsi dengan baik oleh peserta didik melalui kata – kata sendiri.
3. Penerapan (*Application*) yaitu seseorang mampu menerapkan apa yang telah dipahami dengan nyata. Penerapan dapat diartikan sebagai menerapkan suatu kemampuan pada metode tertentu untuk menghadapi suatu permasalahan (Abdurrahman, 2003). Tingkatan ini menuntut seseorang untuk menerapkan suatu konsep yang telah dibangun dan prinsip yang dimiliki terhadap situasi yang baru dan belum pernah ada sebelumnya.
4. Analisis (*Analysis*) yaitu seseorang diharapkan mampu menguraikan suatu informasi sehingga dapat menemukan solusi, membedakan antara fakta dan pendapat dan mengetahui sebab akibatnya. Analisis adalah pemecahan informasi secara lengkap menjadi beberapa

bagian dan mengaitkannya dengan informasi yang lain (Abdurrahman, 2003).

5. Sintesis (*Synthesis*) yaitu pembentukan suatu pola baru dan suatu kesatuan (Abdurrahman, 2003). Sintesis merupakan tingkatan yang dimana seseorang menghasilkan suatu solusi hipotesis berdasarkan apa yang dibutuhkan dan menggabungkan suatu pengetahuan dan ilmu.
6. Evaluasi (*Evaluation*) yaitu kemampuan menilai terhadap materi pembelajaran, argument yang berkaitan dengan sesuatu yang dilakukan, dipahami, dan diketahui (Mudjiono & Dimiyati, 2009). Kegiatan evaluasi berkenaan dengan bagaimana kemampuan ini membentuk suatu kreasi, ide, cara. Dengan adanya evaluasi, maka akan mendapat ilmu baru, dan juga ilmu yang lebih baik dari sebelumnya. Tingkatan evaluasi ini merupakan tingkatan yang tertinggi dari ranah *kognitif Taksonomi Bloom*.

### **2.3.2 Taksonomi Bloom Ranah Afektif**

Yaitu kemampuan perasaan, dan reaksi yang berbeda dengan penalaran lebih diutamakan (Mudjiono & Dimiyati, 2009). Dengan demikian ranah *afektif* lebih mengarah kepada perasaan, sikap, dan nilai maupun mengenai penerimaan ataupun penolakan terhadap kegiatan belajar mengajar. Kawasan *afektif* yaitu kawasan yang berkaitan aspek-aspek perasaan, seperti kepatuhan, sikap, minat terhadap moral.



Ranah *afektif* terdapat lima ranah (Bloom et al., 1956), yaitu :

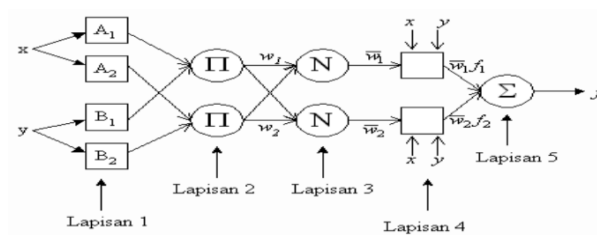
1. Penerimaan (*receiving*) yaitu seseorang peka terhadap suatu penerimaan dan kesediaan untuk memperhatikan penerimaan itu (Abdurrahman, 2003), seperti guru memberikan penjelasan ke murid. Pada tingkatan ini lebih mengarah adanya sikap toleransi serta mengakui adanya perbedaan-perbedaan yang saling diterima.
2. Partisipasi (*responding*) yaitu suatu keinginan dapat berpartisipasi pada suatu kegiatan (Mudjiono & Dimiyati, 2009), Suatu reaksi terhadap rangsangan yang ada, meliputi persetujuan, kesediaan, dan kepuasan untuk memberikan suatu tanggapan. Misalnya, mengikuti aturan yang ada seperti menyerahkan laporan tugas dengan tepat waktu dan ikut serta pada suatu kegiatan.
3. Penilaian (*valuing*) yaitu kemampuan untuk memberikan penilaian terhadap sesuatu dan melakukan penyesuaian terhadap penilaian itu (Abdurrahman, 2003), Pembentukan suatu sikap muncul karena penilaian seperti menerima, menolak, dan juga mengabaikan. Misalnya seperti menerima pendapat orang lain ataupun menolak pendapat orang lain.
4. Organisasi (*organization*) yaitu kemampuan untuk membentuk *system* nilai yang akan dijadikan sebagai pedoman dan pegangan dalam kehidupan (Abdurrahman, 2003). Misalnya, menempatkan nilai pada suatu skala nilai dan dijadikan pedoman dalam bertindak secara bertanggung jawab.

5. Karakteristik (*characterization*) yaitu kemampuan untuk menghayati nilai kehidupan, yang akan menjadikan suatu nilai menjadi milik sendiri serta pada pengaturan kehidupannya sendiri menjadi pegangan nyata dan jelas (Abdurrahman, 2003), system ini menjadikan seseorang memiliki karakteristik atau keunikan tersendiri. Hal ini dapat dicontohkan seperti meluangkan waktu secukupnya untuk bekerja, disiplin atau bersedia mengubah pendapat berdasarkan bukti yang tidak akurat.

#### **2.4 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)**

*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) adalah penggabungan mekanisme *fuzzy inference system* yang digambarkan pada arsitektur jaringan syaraf. Sistem *inferensi fuzzy* yang digunakan adalah system *inferensi fuzzy* model *Takagi Sugeno Kang* orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi. Teknik ini diperkenalkan pada tahun 1985 kemudian dikembangkan pada awal 1990-an (Jang, 1993). Penelitian oleh (Kusuma, Adi Candra, 2019) dengan judul Evaluasi Kinerja Dosen Berbasis Metode ANFIS. Pada penelitian ini digunakan untuk mengolah *IPKAD* dan meningkatkan keakuratan penilaian kinerja dosen. Beberapa tipe fungsi keanggotaan diuji coba untuk melihat perbandingan akurasi penilaian yang dihasilkan. Dari uraian di atas maka perlu adanya pengklasifikasian mahasiswa untuk memudahkan dosen dan memberikan perlakuan pembelajaran saat perkuliahan antara mahasiswa yang kategori rendah, sedang maupun tinggi. Keunggulan *system inference fuzzy* yaitu dapat menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam bentuk aturan-aturan.

*Neuro fuzzy* adalah gabungan dari system logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan. Pada system ini inferensi *fuzzy* yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yaitu system jaringan syaraf tiruan. Maka sistem *neuro fuzzy* memiliki lebih kelebihan dari system inferensi *fuzzy* dan system jaringan syaraf tiruan. Maka sistem *neuro fuzzy* bisa disebut sebagai *ANFIS*. Pada sistem *neuro fuzzy* memiliki lima lapisan proses yaitu:



Gambar 2.1 Lapisan *Neuro-Fuzzy*

Pada Gambar 2.1 Lambang kotak yaitu *adaptif* maka nilai *parameter*nya dapat berubah dan lambang lingkaran yaitu *nonadaptif* maka nilainya tetap (Adi, 2000).

1. Lapisan 1, *Neuron i* pada lapisan pertama yaitu *node adaptif* terhadap *parameter* suatu fungsi aktivasi. *Outputnya* yaitu berupa *derajat* keanggotaan yang diberikan pada fungsi keanggotaan *input*, yaitu:  $\alpha A1 (X1)$ ,  $\alpha B1 (X2)$ ,  $\alpha A2 (X1)$ , atau  $\alpha B2 (X2)$ .
2. Lapisan 2, *Neuron* pada lapisan kedua yaitu *neuron* mempunyai *output* adalah hasil dari masukan. Biasanya digunakan operator *AND*. Tiap-tiap *node* merepresentasikan  $\alpha$  *predikat* dari aturan ke-*i*.

3. Lapisan 3, *Neuron* pada lapisan ketiga yaitu *node* tetap merupakan hasil perhitungan *rasio* dari  $\alpha$  *predikat* ( $w$ ), dari aturan ke-1 terhadap jumlah dari keseluruhan  $\alpha$  *predikat*.  $W_i = w_i / (w_1 + w_2)$ , dengan  $i = 1, 2$   
Hasil ini dikenal dengan nama *firing strength*.
4. Lapisan 4, *Neuron* pada lapisan keempat yaitu *node adaptif* terhadap suatu *output*.  $Y_i = W_i (C_{i1}X_1 + C_{i2}X_2 + C_{i0})$ ; dengan  $i = 1, 2$   
Dengan  $W_i$  adalah *normalized firing strength* pada lapisan ke tiga dan  $\{C_{i1}, C_{i2}, C_{i3}\}$  adalah *parameter* pada *neuron* tersebut. *Parameter-parameter* pada lapisan itu disebut dengan nama *consequent parameter*.
5. Lapisan 5, *Neuron* pada lapisan kelima yaitu *node* tetap merupakan hasil dari semua masukkan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Analisis dan Perancangan Sistem**


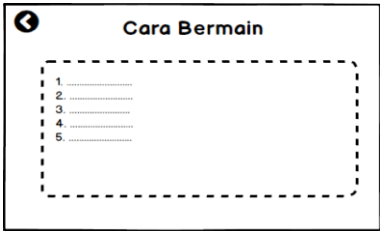
##### **3.1.1 Deskripsi Game**

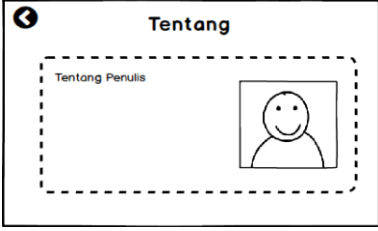
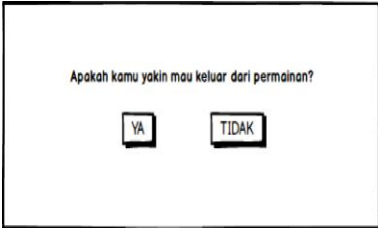

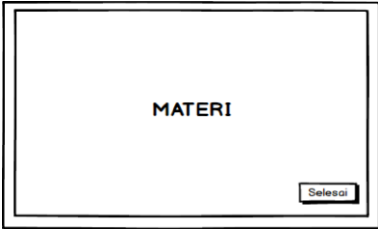
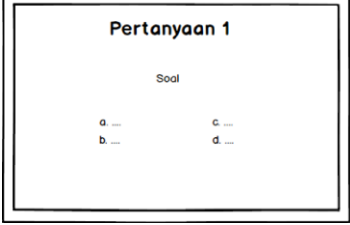
*Game* ini berisikan pembelajaran tentang mitigasi bencana erupsi gunung api yang dimainkan secara *single player*. Terdapat tiga latar tempat yaitu, ruang kelas, perpustakaan, dan ruang guru. *Player* diharuskan berjalan menyusuri tiga latar tempat tersebut untuk mengumpulkan pengetahuan dan terdapat beberapa misi yang harus diselesaikan.

Untuk menyelesaikan misi di *game* ini yaitu, mengumpulkan pengetahuan dengan cara mengambil buku-buku yang tersebar di ruang kelas dan perpustakaan. *Player* juga harus menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat di *game*, tujuannya agar mengetahui tingkat pemahaman *player*. Di *game* ini terdapat karakter sebagai pemain utama yang akan dijalan oleh *user*. *Game* ini diperuntukan anak SD kelas 4 yang bersifat bermain sambil belajar. Karena terkadang anak sekolah dasar lebih tertarik dengan permainan

### 3.1.2 Desain User Interface (UI)

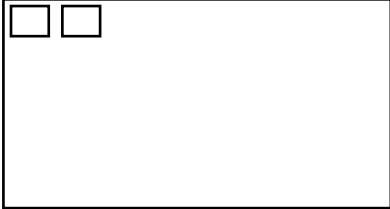
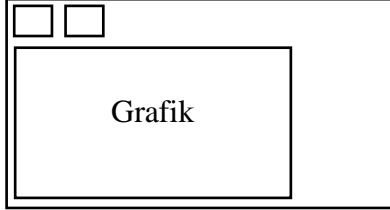
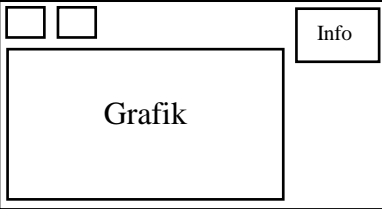

Tabel 3.1 Desain UI

No	Frame	Isi	Keterangan
2		<p>Menu Utama</p> <p>1. Mulai 2. Cara Bermain 3. Tentang 4. Keluar</p>	<p>1. Tombol mulai digunakan untuk memulai</p> <p>2. Tombol cara bermain digunakan untuk mengetahui tata cara bermain.</p> <p>3. Tombol tentang untuk mengetahui profil pembuat.</p> <p>4. Tombol keluar untuk keluar dari permainan.</p>
3		<p>Cara Bermain</p>	<p>Berisikan tata cara bermain <i>game</i> mitigasi bencana gunung api.</p>

4		Tentang Penulis	Berisikan profil pembuat <i>game</i> .
5		Keluar	Tampilan yang muncul ketika pemain ingin keluar dari permainan.
6		Tampilan <i>Game</i>	Tampilan ketika telah memasuki permainan.
7		Materi Mitigasi Bencana Gunung Api	Tampilan yang muncul ketika menampilkan materi-materi
8		Antar Muka Pertanyaan	Tampilan untuk pertanyaan dan pilihan jawaban.

### 3.1.3 Desain ANFIS

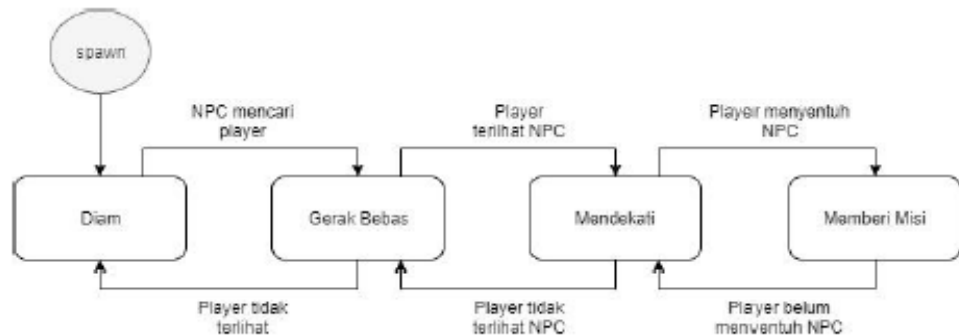
Tabel 3.2 Desain ANFIS

No	Frame	Isi	Keterangan
1		2 Menu	<i>Kognitif dan Afektif</i>
2		2 Menu dan Gambar Grafik	2 Menu dapat dipilih yaitu <i>kognitif</i> dan <i>afektif</i> , menampilkan grafik nilai siswa yang diolah di ANFIS.
3		ANFIS Info	ANFIS info berupa input, output, number of input MFs, Type Mf, Epochs
4		Input	Input berisikan parameter. Output yang menghasilkan prediksi nilai dan hasil klasifikasi



## 3.2 Perancangan Sistem

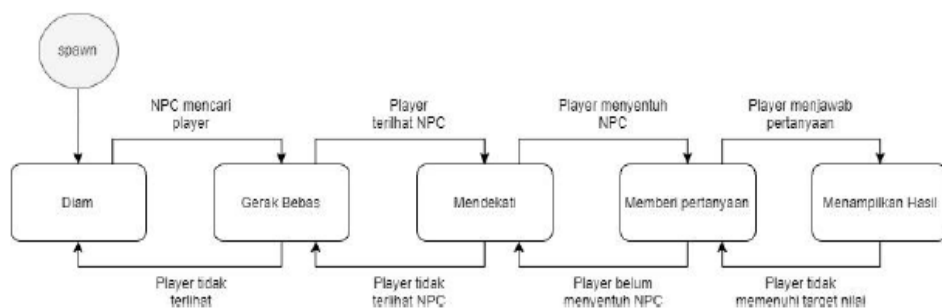
### 3.2.1 FSM Kontrol Pemain oleh NPC Siswa



Gambar 3.1 FSM NPC Siswa

Pertama diawali dengan *spawn*, dimana NPC bergerak bebas mencari *player*. Ketika *player* terlihat oleh NPC maka NPC akan mendekati *player*. Tetapi jika *player* tidak terlihat oleh NPC, NPC akan Kembali ke kondisi sebelumnya yaitu bergerak bebas. Kemudian saat *player* menyentuh NPC dengan menekan tombol “F” maka NPC akan memberikan sebuah misi melalui sebuah dialog yang muncul di *game*. Jika *player* belum menyentuh NPC maka Kembali ke kondisi sebelumnya yaitu NPC masih mendekati *player*.

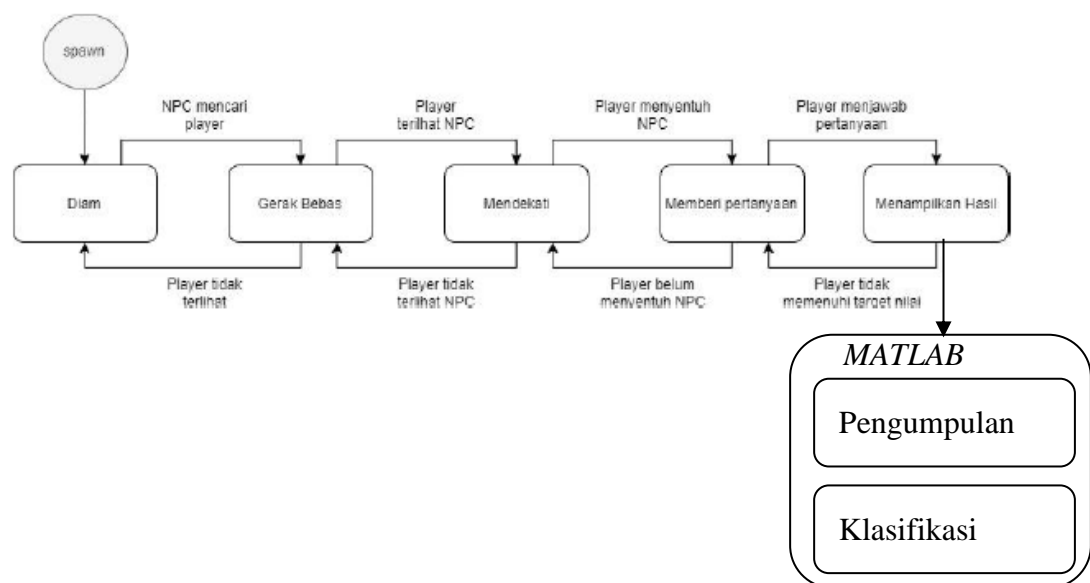
### 3.2.2 FSM Kontrol Pemain oleh NPC Guru



Gambar 3.2 FSM NPC Guru

Pertama diawali dengan *spawn*. NPC bergerak bebas untuk mencari *player*. Ketika *player* belum ditemukan maka kembali ke kondisi awal. Jika *player* terlihat oleh NPC maka NPC akan mendekati *player*. Kemudian jika *player* menyentuh NPC dan *player* menekan tombol “F” maka NPC akan memberi kumpulan pertanyaan. Jika *player* sudah menjawab semua pertanyaan maka akan ditampilkan hasilnya. Dan jika *player* tidak memenuhi target nilai yang ditentukan maka *player* harus mengulangi menjawab pertanyaan tersebut.

### 3.2.3 Alur ANFIS



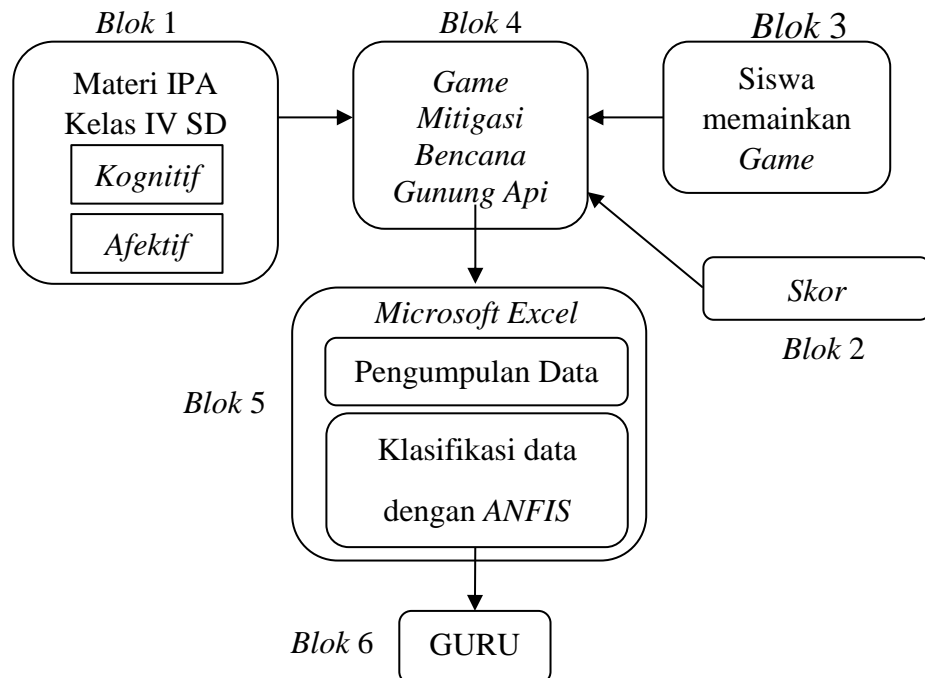
Gambar 3.3 Alur ANFIS

Penerapannya pada latar terakhir yaitu ruang guru yang terletak di NPC guru yang dapat dilihat pada gambar 3.3 Metode ANFIS, menampilkan hasil berupa *skor* yang telah dikerjakan oleh siswa sehingga semua data dikumpulkan pada *MATLAB Student* dan dilakukannya klasifikasi ANFIS sehingga di dapatkannya klasifikasi *kognitif* dan *afektif* pada siswa .

Algoritma *ANFIS* akan di implementasikan pada *game* ini dengan alur sebagai berikut :

- a. Menjalankan *game*
- b. Pemain harus melewati latar pertama yaitu di ruang kelas dan yang kedua yaitu di ruang perpustakaan untuk mengumpulkan pengetahuan tentang mitigasi bencana gunung api
- c. Lalu pemain ke ruang guru untuk menguji pemahaman materi terhadap pemain maka diberikanlah ujian yang berisi soal pertanyaan-pertanyaan
- d. Dari semua jawaban yang telah di selesaikan oleh pemain maka di dapatkan suatu *skor*
- e. *Skor* tersebut dikumpulkan di *MATLAB Student* berupa pengumpulan data setelah itu diproses klasifikasi *ANFIS* yang akan dihasilkan *kognitif* dan *afektif* pada siswa.

### 3.3 Alur Pengumpulan Data



Gambar 3.4 Blok Diagram Penelitian

Pada Gambar 3.4 yaitu Blok Diagram Penelitian menjelaskan

*Blok 1* : Materi IPA kelas IV SD yang terdiri 10 soal *kognitif* dan 10 soal *afektif* terdapat pada *game* mitigasi bencana gunung api.

*Blok 2* : Jumlah soal 10 *kognitif* yaitu mendapatkan jumlah *skor* 100, Jumlah soal 10 *afektif* yaitu mendapatkan jumlah *skor* 100

*Blok 3* : Siswa memainkan *game* mitigasi bencana gunung api

*Blok 4* : *Game* tersebut, bertujuan untuk mengambil data berupa pertanyaan-pertanyaan yang diberikan kepada siswa dan diambil dari beberapa percobaan yang dilakukan.

*Blok 5* : Data tersebut disimpan di *Microsoft Excel* yang akan digunakan sebagai masukan sistem pada penelitian metode *ANFIS*.

Pada *game* ini diberikanlah beberapa pertanyaan-pertanyaan terkait pembelajaran mitigasi gunung api dalam aspek *kognitif* dan *afektif*. *Game* yang dibangun dan beberapa pertanyaan yang diikutsertakan di *game* sebagai bahan pembelajaran di samping siswa menggunakan sebagai permainan, siswa juga mendapatkan pembelajaran terkait mitigasi gunung api. Ketika 30 siswa telah memainkan *game* tersebut dalam sekali permainan, dilakukanlah pengumpulan data yang di usulkan oleh (Effindi et al., 2013) pada penelitiannya terdapat data *skor*. Data tersebut akan diklasifikasikan berupa *kognitif* dan *afektif* dengan menggunakan metode *ANFIS*.

Pemahaman aspek *kognitif* dan *afektif* tentang mitigasi gunung api dari hasil siswa memainkan *game* mitigasi gunung api menjadi acuan penting untuk melakukan analisis klasifikasi. Selanjutnya dari data yang terkumpul kemudian dihitung menggunakan metode *ANFIS* agar data didapatkan bisa sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan dan yang disiapkan untuk mengelompokkan pemahaman siswa pada aspek *kognitif* mencakup klasifikasi cukup, baik, amat baik. Sedangkan untuk aspek *afektif* terdiri dari klasifikasi cukup, baik, amat baik.

#### **3.4 Instrumen Pengumpulan Data**

Data yang digunakan berupa soal yang diberikan dalam bentuk *game*, *game* mitigasi gunung api yang digunakan untuk mengukur kompetensi *kognitif* siswa serta kompetensi *afektif* siswa. Jumlah soal aspek *kognitif* adalah 10 butir soal dan aspek *afektif* adalah 10 butir soal. Soal tersebut disajikan untuk menguji pemahaman siswa baik secara *kognitif* maupun *afektif*. Materi bencana alam yang digunakan pada pembelajaran IPA SD kelas IV dengan tema mitigasi gunung api.

Soal *kognitif* dibuat dengan tujuan untuk mengukur seberapa banyak kompetensi yang mampu dipahami siswa mencakup pengetahuan tentang materi. Sedangkan soal *afektif* dimaksudkan untuk mengukur kemampuan sikap siswa dalam menyikapi masalah sesuai materi tersebut.

Tabel 3.3 Contoh 50 Soal Aspek *Kognitif* dan Bobot Soal

Aspek Kognitif	
C1 Pengetahuan	
No	Soal
1	Apa keuntungan Indonesia dilalui lempeng Bumi ?
2	Cairan panas yang terdapat pada perut bumi disebut?
3	Berikut ini yang bukan merupakan tanda peringatan dari aktivitas gunung
4	Barang apa saja yang harus dibawa ketika terjadi bencana gunung api
5	Keuntungan dari adanya abu <i>vulkanik</i> adalah ?
6	Contoh langkah-langkah penyelamatan mitigasi bencana antara lain?
7	Apa kepanjangan dari <i>BNPB</i> ?
8	Yang bukan termasuk dari mitigasi bencana saat terjadi bencana
9	Kapan sebaiknya evakuasi masyarakat dilaksanakan ?
10	Siapakah yang diutamakan mendapatkan pertolongan saat evakuasi?
11	Pengertian dari bencana alam adalah
12	Aktivitas <i>vulkanik</i> pada letusan gunung api biasa dikenal, istilah

C2 - Pemahaman

No	Soal
13	Terdapat berapa macam bentuk gunung api !
14	Gunung yang berbentuk seperti perisai termasuk bentuk gunung api
15	Berapa macam gunung yang diklasifikasikan berdasarkan keaktifannya

16	Erupsi <i>magmatic</i> pada gunung api termasuk kedalam tipe gunung
17	Gunung api yang ada di Indonesia, termasuk kedalam gunung api apa
18	Salah satu dampak positif dari erupsi gunung api adalah
19	Cairan panas yang terdapat di perut bumi disebut ?
20	Secara geologis negara Indonesia berada jalur lempeng
21	Yang merupakan kerugian dari adanya gunung api adalah
22	Keuntungan adanya abu <i>vulkanik</i> adalah
23	Salah satu kerugian dari letusan gunung api adalah
24	Bahaya letusan dari gunung api yang dapat membahayakan ?

## C3 - Aplikasi

No	Soal
25	Sebutkan tanda peringatan dari aktivitas gunung api !
26	Bahaya yang ditimbulkan oleh erupsi gunung api yaitu, kecuali..
27	Awan panas juga dapat disebut ...
28	Suhu awan panas yang keluar ketika gunung meletus adalah ...
29	Material apa saja yang ketika lahar turun bersama dengan air hujan
30	Ketika gunung Meletus maka akan mengeluarkan ...
31	Sebutkan tanda-tanda gunung pada status normal !
32	Upaya memperkecil kerugian akibat bencana alam disebut
33	Tindakan mitigasi bencana alam dilakukan
34	Contoh langkah-langkah penyelamatan mitigasi bencana antara lain
35	Yang harus kita lakukan jika terjebak hujan abu, kecuali
36	Yang menunjukkan tanda-tanda gunung pada status waspada adalah

## C4 - Analisis

No	Soal
37	Sebutkan langkah-langkah penyelamatan mitigasi gunung api !
38	Yang merupakan mitigasi bencana pada tahap saat terjadi bencana
39	Kapan sebaiknya evakuasi masyarakat dilaksanakan
40	Siapakah yang diutamakan mendapatkan pertolongan saat evakuasi
41	Ketika terjadi bencana gunung api apa yang harus segera dilakukan
42	Berikut ini yang merupakan tanda peringatan dari aktivitas gunung
43	Yang menunjukkan tanda-tanda gunung pada status normal adalah
44	Tindakan yang harus dilakukan pada saat di dalam ruangan
45	Ada berapa macam status pada proses erupsi gunung api ?
46	Pada sejarah gunung api erupsi yang tidak diketahui termasuk tipe...
47	Lima material yang dikeluarkan oleh gunung api saat meletus
48	Berapa radius aman dari letusan gunung api
49	Gunung api mempunyai dapur magma relatif kecil, jenis gunung apa?
50	Gunung api memiliki karakteristik tekanan sedang dikenal dengan...
Bobot 2 Poin * 50 Soal = 100 Poin	

Pada tabel 3.3 dan table 3.4 merupakan 50 soal *kognitif* dan *afektif* yang dibuat berdasarkan standar kompetensi untuk kelas IV SD dari soal tersebut yang nantinya akan di acak dan diambil 10 soal untuk dikerjakan pada 30 siswa kelas IV.



Tabel 3.4 Contoh 50 Soal Aspek *Afektif* dan Bobot Soal

Aspek <i>Afektif</i>						
Level	Pertanyaan Aspek <i>Afektif</i>	STS	TS	KS	S	SS
1	1. Saya akan bersabar dan berjuang menghadapi bencana gunung api					
	2. Saya akan mendengarkan perintah dari pemerintah untuk mengungsi					
	3. Saya akan mempelajari mitigasi bencana					
	4. Saya akan mencari informasi status gunung api di daerah saya					
	5. Saya akan lebih siap siaga apabila ada bencana gunung api lagi					
2	6. Saya akan menolong orang yang terkena bencana gunung api					
	7. Saya akan menyumbangkan pakaian saya untuk orang yang terkena bencana gunung api					
	8. Saya tidak khawatir apabila terkena bencana					
	9. Saya sangat mengapresiasi terhadap korban yang terus bangkit terhadap bencana gunung api					
	10. Saya akan bergabung bergotong royong pada saat bencana gunung api					
	11. Saya akan segera mengungsi apabila terjadi bencana gunung api					
	12. Saya menghindari berita <i>HOAX</i> tentang bencana gunung api					

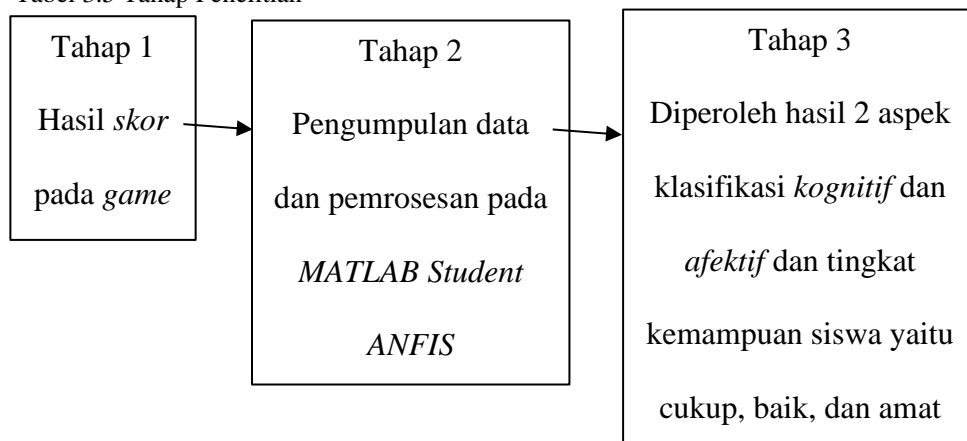
3	13. Saya akan menginformasikan berita benar kepada orang terdekat tentang gunung api					
	14. Saya akan mendokumentasikan bencana					
	15. Saya selalu menolak segala keputusan yang di ambil oleh orang lain dalam mengatasi bencana gunung api					
4	16. Saya akan berdiam diri apabila terjadi bencana gunung api					
	17. Saya akan berlarian agar terhindar dari bencana gunung api					
	18. Saya sering bertindak ceroboh dalam melaksanakan suatu kegiatan					
	19. Apabila pendapat saya benar tentang bencana gunung maka akan berbangga hati					
	20. Saya merasa khawatir kepada korban yang rumahnya hancur terkena bencana					
5	21. Saya akan mendoakan korban yang terkena bencana alam					
	22. Bencana gunung api sangat mengganggu					
	23. Saya akan mendengarkan perkataan orang tua tentang bencana gunung api					
	24. Saya masih bingung dengan terjadinya proses meletus gunung api					
	25. Saya akan menanyakan kepada guru tentang proses meletus gunung api					

6	26. Saya merasa takut apabila terjadi bencana					
	27. Saya akan menangis apabila terjadi bencana					
	28. Saya merasa senang melihat orang terkena bencana gunung meletus					
	29. Saya akan ikut berdoa agar bencana gunung api cepat selesai					
	30. Saya akan mempelajari macam dan bentuk dari gunung api					
7	31. Setelah Gunung Meletus, maka tanah akan menjadi subur					
	32. Saya akan mempersiapkan barang yang akan di bawa pada saat bencana gunung api					
	33. Saya tidak tahu dampak dari bencana					
	34. Saya tidak tahu keuntungan dari bencana gunung api					
	35. Saya tidak tahu kerugian dari bencana					
8	36. Saya memberikan semangat kepada yang terkena bencana alam					
	37. Saya akan mengidentifikasi berbagai dampak yang ditimbulkan bencana gunung					
	38. Saya akan menjelaskan ke teman-teman bahayanya bencana gunung api					
	39. Saya akan berdiam diri di rumah apabila terjadi hujan abu yang di akibatkan bencana gunung api					

	40. Saya akan bersembunyi dibawah meja apabila terjadi bencana gunung api					
9	41. Saya akan mengikuti latihan evakuasi bencana gunung api di sekolah					
	42. Saya akan membantu membersihkan dari hujan abu di sekolah akibat bencana gunung api					
	43. Saya akan membantu orang tua untuk membersihkan rumah terkena kotoran sisa bencana gunung api					
	44. Saya akan menyalahkan diri sendiri dikarenakan bencana gunung api					
	45. Saya akan membeli buku tentang bencana gunung api					
10	46. Saya akan memberikan donasi bagi yang terkena bencana alam					
	47. Saya akan mencari koran tentang bencana gunung api					
	48. Saya tidak mau tahu tentang segala bencana yang terjadi					
	49. Pelajaran tentang bencana alam membosankan					
	50. Saya senang belajar tentang bencana					
Bobot 2 Poin * 50 Soal = 100 Poin						

### 3.5 Tahap Penelitian

Tabel 3.5 Tahap Penelitian



Tahap 1 : dibutuhkan rekaman permainan yang di dapatkan berupa skor permainan yang dimainkan oleh siswa

Tahap 2 : diproses pada *MATLAB Student ANFIS* yaitu berupa input 30 data skor siswa ke system *ANFIS*. Dan pada penelitian ini ditentukan klasifikasi sebanyak 2 aspek yaitu *kognitif*, dan *afektif* yang mengacu kepada standar penilaian yang telah ditentukan oleh peraturan Materi lingkup penilaian pendidikan dasar dan menengah Pasal 2 (Pendidikan et al., 2016).

Tahap 3 : setelah di proses semua data 30 siswa berupa skor pada *MATLAB Student ANFIS* maka ditemukan 2 aspek klasifikasi yaitu *kognitif* dan *afektif* sehingga diketahui kemampuan tiap 30 siswa yaitu cukup, baik, dan amat baik. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkatan kemampuan siswa yaitu cukup, baik, dan amat baik berdasarkan pengetahuan dari masing-masing siswa. Hasil dari penelitian ini adalah guru mengetahui klasifikasi tiap siswa yaitu pemberian materi atau soal latihan menyesuaikan kriteria siswa, yang berdampak tujuan pembelajaran kurikulum tersebut dapat dicapai.

### 3.6 Rencana Pengujian

Rencana pengujian akan dilaksanakan dengan beberapa langkah-langkah pengujian dalam implementasi metode *ANFIS*. Rencana pengujian ini bertujuan untuk membandingkan perhitungan dari *Microsoft Excel* dengan hasil *MATLAB Student*. Data pengujian akan diambil dari data nilai siswa dari guru. Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian yang akan dilaksanakan pada penelitian ini :

1. Pengujian *game* pembelajaran mitigasi bencana gunung api

Pada tahap ini 30 siswa SD kelas IV akan memainkan *game*. Dari *game* tersebut terdapat tiga latar tempat yaitu ruang kelas, perpustakaan, dan ruang guru. *Player* diharuskan berjalan menyusuri tiga latar tempat tersebut untuk mengumpulkan pengetahuan. Terdapat beberapa misi yang harus di selesaikan oleh *player*. Misinya yaitu mengumpulkan pengetahuan dengan cara mengambil buku-buku yang tersebar di ruang kelas dan di perpustakaan. *Player* juga harus menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat di *game*, tujuannya untuk mengetahui tingkat pemahaman *player*.

2. Pengujian menggunakan *Microsoft Excel*

Pada tahap ini hasil dari data *game* akan dihitung secara manual menggunakan *Microsoft Excel*. Sehingga mendapatkan klasifikasi *kognitif* dan *afektif* terhadap 30 siswa SD kelas IV yang telah bermain *game* yaitu dengan tingkat penilaian cukup, baik, dan amat baik.

### 3. Pengujian menggunakan *MATLAB Student*

Kemudian hasil dari perhitungan manual dari *Microsoft Excel* akan dimasukkan ke *MATLAB Student* dan dibandingkan dengan hasil dari *MATLAB Student* menggunakan metode *ANFIS* dengan dilihat kecocokannya. Sehingga akan mendapatkan data klasifikasi *kognitif* dan *afektif* yang lebih tepat yaitu cukup, baik, dan amat baik.

## 3.7 Proses Klasifikasi Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

### (ANFIS)

Untuk melakukan klasifikasi maka dibutuhkan suatu data yang dapat dikelompokkan menjadi beberapa klasifikasi dengan menggunakan metode *ANFIS*. Adapun algoritma dalam menghitung klasifikasi metode *ANFIS* yang akan digunakan dengan data yang diperoleh yaitu :

1. Menentukan jumlah klasifikasi
2. Menentukan *skor* jawaban
3. Diolah mendapatkan klasifikasi *kognitif* dan *afektif* pada siswa.

Pada penelitian ini diambil suatu contoh data pada materi IPA pembelajaran mitigasi gunung api siswa kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur. Data yang diperoleh adalah 30 siswa dari kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur yang memiliki nilai yang berbeda, yang kemudian akan dilakukan suatu proses klasifikasi terhadap 30 data siswa tersebut. Tujuannya adalah agar seorang siswa maupun seorang guru mengetahui kemampuan atau tingkat pemahaman dari siswa tersebut.

Tabel 3.6 Data Nilai Siswa dari Guru aspek *Kognitif* dan *Afektif*

No	Nama	Kognitif	Afektif
1	Adhitya Maulana Yasin	70	90
2	Amanda Ayu Lestari	60	90
3	Amauri Muhammad	80	70
4	Aza Abrizam Putra	50	90
5	Cindy Aulia Putri	70	80
6	Cleo Desta Kinasih	80	80
7	Falysha Rayhana Putri	60	60
8	Gevaldi Andryan	60	90
9	Harlan Fadhillah	50	70
10	Kiara Aluna Yasyifa	80	60
11	Mario Putra Efendi	50	80
12	Muh Zaidan Aditya	70	80
13	Muhammad Adnan	60	80
14	Natha Tony Kumara	60	90
15	Pricilla Novita	60	80
16	Quaneisha Janitra	70	90
17	Salsabila Ghalia Putri	80	70
18	Savira Putri Yuni	80	80
19	Shafira Oktafiani Putri	60	70
20	Shaggy Maulidia Dwi	70	60
21	Talita Athifah Ma'arif	60	80
22	Vanessa Auerda	70	60
23	Nashwa Aprilianti	60	80
24	Nur Lailah	90	90
25	Rafika Putri	60	80



26	Rahmanda Zubaidah	70	90
27	Rendy Wahyu	60	70
28	Rizky Ferdian	70	80
29	Safira Danisa	60	70
30	Shifa Nur	60	70

Pada Tabel 3.6 adalah tabel nilai siswa yang terdapat nilai *kognitif* dan nilai *afektif* dari pengujian dari guru kepada murid berupa lembaran kertas soal. P1 yaitu nilai *kognitif* dan P2 yaitu nilai *afektif*.

Tabel 3.7 Kriteria *Kognitif* dan *Afektif* dari Perolehan *Skor*

Kriteria <i>Kognitif</i> dan <i>Afektif</i>	Perolehan Total <i>Skor</i> yang Benar	Klasifikasi
A	80 – 100	Amat Baik
B	60 – 79	Baik
C	10 – 59	Cukup

Pada Tabel 3.7 terdapat kriteria *kognitif* dan *afektif* yaitu kriteria A dengan perolehan skor 80 – 100 termasuk klasifikasi amat baik, kriteria B dengan perolehan skor 60 – 79 termasuk klasifikasi baik, kriteria C dengan perolehan skor 10 – 59 termasuk klasifikasi cukup.

Tabel 3.8 Klasifikasi Nilai *Kognitif* dan *Afektif*

No	Nama	P1	P2	<i>Kognitif</i>	<i>Afektif</i>
1	Adhitya Maulana Yasin	70	90	Baik	Amat_Baik
2	Amanda Ayu Lestari	60	90	Baik	Amat_Baik
3	Amauri Muhammad	80	70	Amat_Baik	Baik
4	Aza Abrizam Putra	50	90	Cukup	Amat_Baik
5	Cindy Aulia Putri	70	80	Baik	Amat_Baik
6	Cleo Desta Kinasih	80	80	Amat_Baik	Amat_Baik
7	Falysha Rayhana Putri	60	60	Baik	Baik
8	Gevaldi Andryan	60	90	Baik	Amat_Baik
9	Harlan Fadhillah	50	70	Cukup	Baik
10	Kiara Aluna Yasyifa	80	60	Amat_Baik	Baik
11	Mario Putra Efendi	50	80	Cukup	Amat_Baik
12	Muh Zaidan Aditya	70	80	Baik	Amat_Baik
13	Muhammad Adnan	60	80	Baik	Amat_Baik
14	Natha Tony Kumara	60	90	Baik	Amat_Baik
15	Pricilla Novita	60	80	Baik	Amat_Baik
16	Quaneisha Janitra	70	90	Baik	Amat_Baik
17	Salsabila Ghalia Putri	80	70	Amat_Baik	Baik
18	Savira Putri Yuni	80	80	Amat_Baik	Amat_Baik
19	Shafira Oktafiani Putri	60	70	Baik	Baik
20	Shaggy Maulidia Dwi	70	60	Baik	Baik
21	Talita Athifah Ma'arif	60	80	Baik	Amat_Baik
22	Vanessa Auerda	70	60	Baik	Baik
23	Nashwa Aprilianti	60	80	Baik	Amat_Baik
24	Nur Lailah	90	90	Amat_Baik	Amat_Baik
25	Rafika Putri	60	80	Baik	Amat_Baik

26	Rahmanda Zubaidah	70	90	Baik	Amat_Baik
27	Rendy Wahyu	60	70	Baik	Baik
28	Rizky Ferdian	70	80	Baik	Amat_Baik
29	Safira Danisa	60	70	Baik	Baik
30	Shifa Nur	60	70	Baik	Baik

Pada Tabel 3.8 dengan data tersebut didapatkan hasil klasifikasi nilai *kognitif* dan *afektif*. Berikut perhitungan nilai *kognitif* dan *afektif* pada *fuction excel*:

`=IF(C2<59, "Cukup", IF(C2<79, "Baik", IF(C2>79, "Amat_Baik")))`

Keterangan *fuction excel* :

Jika jumlah *skor* siswa kurang dari jumlah *skor* 59 maka kriteria *kognitif* Cukup,

Jika jumlah *skor* siswa kurang dari jumlah *skor* 79 maka kriteria *kognitif* Baik

Jika jumlah *skor* siswa lebih dari jumlah *skor* 79 maka kriteria *kognitif* Amat\_Baik

Tabel 3.9 Data Training *Kognitif*

<b>PI</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Average</b>
70	50	70	63
40	50	50	47
70	90	70	77
70	70	60	67
80	90	90	87
90	90	60	80
70	60	60	63
70	70	50	63
80	80	90	83
40	40	40	40
70	80	80	77
70	70	70	70
80	50	50	60
90	90	70	83
30	60	60	50
60	60	60	60
60	80	80	73
60	80	60	67
80	80	60	73
50	80	80	70
90	90	90	90
70	60	70	67
80	100	100	93
70	50	50	57
100	100	80	93
80	70	80	77
80	90	80	83
50	50	30	43
50	60	60	57
60	100	100	87
70	80	70	73
90	100	90	93
70	70	90	77
60	60	30	50
100	100	90	97
50	50	20	40
60	40	60	53
90	80	90	87
90	60	90	80
100	80	80	87
50	50	50	50
80	80	70	77
30	30	30	30

50	40	50	47
100	70	70	80
50	50	60	53
60	70	60	63
90	90	80	87
100	100	100	100
80	60	60	67
80	60	80	73
60	60	50	57
50	50	70	57
70	70	80	73
100	90	90	93
50	70	70	63
80	80	80	80
80	100	80	87
60	90	90	80
80	80	100	87
100	70	100	90
70	90	90	83
70	100	100	90
80	80	50	70
10	10	10	10
70	70	100	80
90	100	100	97
60	60	40	53
40	60	60	53
90	70	70	77
60	30	60	50
50	60	50	53
100	100	60	87
80	70	70	73
100	60	100	87
50	90	90	77
80	50	80	70
60	70	70	67
50	50	40	47
90	90	100	93
20	20	20	20
50	30	50	43
30	50	50	43
90	80	80	83
100	100	70	90
60	50	50	53
60	60	70	63
50	70	50	57

60	50	60	57
100	80	100	93
90	90	50	77
70	100	70	80
90	50	90	77
60	60	80	67
50	80	50	60
20	50	50	40
90	70	90	83
50	20	50	40
50	50	80	60
100	90	100	97
90	80	70	80
80	70	60	70
70	60	50	60
40	30	20	30
100	90	80	90
100	90	70	87
100	90	60	83
100	90	50	80
90	70	60	73
90	60	50	67
80	60	50	63
80	50	40	57
70	50	40	53
70	40	30	47
60	50	40	50
60	40	30	43
50	40	30	40
50	30	20	33
90	100	70	87
90	80	100	90
90	70	80	80
90	60	80	77
90	60	70	73
80	70	90	80
80	60	90	77
80	90	70	80
70	90	80	80
70	60	80	70
70	90	60	73
30	50	40	40
30	20	10	20
30	20	60	37
30	60	50	47

10	20	30	20
20	30	50	33
40	60	70	57
40	80	90	70
50	80	100	77
50	90	100	80
60	100	70	77
60	90	40	63
80	30	50	53
70	80	30	60
70	90	20	60
10	30	60	33
10	20	70	33
30	80	60	57
40	60	50	50
70	90	10	57
10	70	60	47
70	80	70	73
70	50	70	63

Tabel 3.9 Data Training *Kognitif* yang mempunyai 3 Input yaitu P1, P2, P3 dan 1 Output yaitu *Average* (rata-rata). Dari pengolahan 3 input maka dihasilkan 1 output yaitu *average* (nilai rata-rata).

Tabel 3.10 Data Training *Afektif*

<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Average</b>
70	70	70	70
80	50	50	60
90	90	60	80
70	70	60	67
80	90	90	87
80	70	60	70
30	60	60	50
60	60	60	60
60	80	80	73
40	40	40	40
70	80	80	77
60	60	30	50
100	100	90	97
90	90	70	83
70	60	70	67
70	70	50	63
80	80	90	83
60	80	60	67
80	80	60	73
50	80	80	70
90	90	90	90
50	60	60	57
60	100	100	87
70	80	70	73
90	100	90	93
80	70	80	77
80	90	80	83
50	50	30	43
80	80	70	77
30	30	30	30
50	40	50	47
100	70	70	80
70	70	90	77
100	90	100	97
90	80	70	80
50	50	20	40
60	40	60	53
90	80	90	87
90	60	90	80
100	80	80	87
50	50	50	50
90	70	90	83
70	50	70	63



40	50	50	47
70	90	70	77
50	50	60	53
60	70	60	63
90	90	80	87
100	100	100	100
80	60	60	67
80	60	80	73
60	60	50	57
50	50	70	57
70	70	80	73
80	100	100	93
70	50	50	57
100	100	80	93
80	100	80	87
60	90	90	80
80	80	100	87
60	60	70	63
80	70	70	73
100	60	100	87
50	90	90	77
60	60	80	67
50	80	50	60
20	50	50	40
60	60	40	53
40	60	60	53
90	70	70	77
60	30	60	50
50	60	50	53
100	100	60	87
90	80	80	83
100	100	70	90
60	50	50	53
80	50	80	70
60	70	70	67
50	50	40	47
90	90	100	93
20	20	20	20
50	30	50	43
30	50	50	43
90	90	50	77
70	100	70	80
90	50	90	77
10	10	10	10
50	70	50	57

60	50	60	57
100	80	100	93
70	60	50	60
70	40	30	47
60	50	40	50
60	40	30	43
70	60	60	63
90	100	70	87
90	80	100	90
50	20	50	40
50	50	80	60
70	70	100	80
90	100	100	97
80	80	50	70
100	70	100	90
40	30	20	30
100	90	80	90
100	90	70	87
100	90	60	83
100	90	50	80
90	70	60	73
90	60	50	67
80	60	50	63
80	50	40	57
70	50	40	53
70	50	70	63
90	70	80	80
90	60	80	77
50	40	30	40
50	30	20	33
30	20	60	37
30	60	50	47
10	20	30	20
20	30	50	33
40	60	70	57
40	60	50	50
70	90	10	57
10	70	60	47
70	80	70	73
70	60	80	70
70	90	60	73
30	50	40	40
30	20	10	20
80	30	50	53
70	80	30	60

70	90	20	60
10	30	60	33
10	20	70	33
40	80	90	70
50	80	100	77
50	90	100	80
60	100	70	77
60	90	40	63
90	60	70	73
80	70	90	80
80	60	90	77
80	90	70	80
70	90	80	80
30	80	60	57
70	90	90	83
70	100	100	90
100	90	90	93
50	70	70	63
80	80	80	80

Tabel 3.10 Data Training *Afektif* yang mempunyai 3 Input yaitu P1, P2, P3 dan 1 Output yaitu *Average* (rata-rata). Dari pengolahan 3 input maka dihasilkan 1 output yaitu *average* (nilai rata-rata).

Tabel 3.11 Data Uji *Kognitif*

No	Nama	P1	P2	P3	Average
1	Adhitya Maulana Yasin	70	80	70	73
2	Amanda Ayu Lestari	90	70	80	80
3	Amauri Muhammad	50	50	50	50
4	Aza Abrizam Putra	70	50	70	63
5	Cindy Aulia Putri	70	70	70	70
6	Cleo Desta Kinasih	90	60	90	80
7	Falysha Rayhana Putri	80	80	80	80
8	Gevaldi Andryan	50	40	50	47
9	Harlan Fadhillah	80	80	60	73
10	Kiara Aluna Yasyifa	90	70	60	73
11	Mario Putra Efendi	70	70	80	73
12	Muh Zaidan Aditya	50	30	20	33
13	Muhammad Adnan	90	60	80	77
14	Natha Tony Kumara	90	90	90	90
15	Pricilla Novita	70	60	80	70
16	Quaneisha Janitra	60	50	50	53
17	Salsabila Ghalia Putri	80	90	70	80
18	Savira Putri Yuni	50	50	80	60
19	Shafira Oktafiani Putri	70	90	80	80
20	Shaggy Maulidia Dwi	60	60	40	53
21	Talita Athifah Ma'arif	80	80	100	87
22	Vanessa Auerda	70	100	100	90
23	Nashwa Aprilianti	60	30	60	50
24	Nur Lailah	60	60	60	60
25	Rafika Putri	100	70	100	90
26	Rahmanda Zubaidah	90	70	70	77
27	Rendy Wahyu	80	70	70	73
28	Rizky Ferdian	70	70	50	63
29	Safira Danisa	20	30	50	33
30	Shifa Nur	50	30	20	33

Tabel 3.11 Data Uji *Kognitif* yang mempunyai 3 Input yaitu P1, P2, P3 dan 1 Output yaitu *Average* (rata-rata). Dari pengolahan 3 input maka dihasilkan 1 output yaitu *average* (nilai rata-rata).

Tabel 3.12 Data Uji *Afektif*

No	Nama	P1	P2	P3	Average
1	Adhitya Maulana Yasin	80	70	80	77
2	Amanda Ayu Lestari	70	70	80	73
3	Amauri Muhammad	60	70	70	67
4	Aza Abrizam Putra	80	80	80	80
5	Cindy Aulia Putri	60	70	80	70
6	Cleo Desta Kinasih	60	60	60	60
7	Falysha Rayhana Putri	80	70	80	77
8	Gevaldi Andryan	60	60	70	63
9	Harlan Fadhillah	70	70	70	70
10	Kiara Aluna Yasyifa	70	60	70	67
11	Mario Putra Efendi	80	80	90	83
12	Muh Zaidan Aditya	70	80	70	73
13	Muhammad Adnan	70	60	60	63
14	Natha Tony Kumara	60	60	60	60
15	Pricilla Novita	70	70	70	70
16	Quaneisha Janitra	80	80	80	80
17	Salsabila Ghalia Putri	70	80	80	77
18	Savira Putri Yuni	70	70	70	70
19	Shafira Oktafiani Putri	80	70	80	77
20	Shaggy Maulidia Dwi	60	50	60	57
21	Talita Athifah Ma'arif	80	70	60	70
22	Vanessa Auerda	80	80	80	80
23	Nashwa Aprilianti	70	60	60	63
24	Nur Lailah	70	60	70	67
25	Rafika Putri	50	60	50	53
26	Rahmanda Zubaidah	80	60	70	70
27	Rendy Wahyu	70	80	70	73
28	Rizky Ferdian	70	70	80	73
29	Safira Danisa	70	70	70	70
30	Shifa Nur	80	80	70	77

Tabel 3.12 Data Uji *Afektif* yang mempunyai 3 Input yaitu P1, P2, P3 dan 1 Output yaitu *Average* (rata-rata). Dari pengolahan 3 input maka dihasilkan 1 output yaitu *average* (nilai rata-rata).

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan membahas tentang serangkaian percobaan dan pengujian hasil pembuatan *game* pembelajaran IPA kelas IV SD tentang mitigasi bencana gunung api pada *game* 3D menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) pada nilai *kognitif* dan *afektif* siswa kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *game* yang dibuat telah sesuai dengan rancangan. Hal ini bertujuan agar mendapatkan saran dan kesimpulan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan *game*.

#### **4.1 Implementasi Sistem**

Pada tahapan ini adalah proses penerapan dari hasil rancangan dan penelitian yang telah dilakukan dan dibuat pada penelitian sebelumnya. Penerapan sistem dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat lunak dan spesifikasi minimum dari perangkat keras yang akan digunakan pada proses penelitian ini. Setelah melakukan proses pada tahapan implementasi maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian sistem. Sistem yang telah dibuat diuji dengan tujuan untuk melakukan pengecekan terhadap system yang telah dibuat dan dilakukan penelitian serta mengetahui proses kerja dari system tersebut yang telah sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan.

#### 4.1.1 Spesifikasi Perangkat

Terdapat perangkat keras dan lunak yang digunakan pada pengujian pembuatan *game* pembelajaran mitigasi bencana gunung api, yaitu:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - *Processor AMD Ryzen 5 4500U with Radeon Graphics 2.38Ghz*
  - *RAM 8 GB*
  - *Hardisk 500 GB*
  - *Keyboard dan Mouse*
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
  - *Windows 11 64 Bit*
  - *Unity 3D*
  - *Blender*
  - *MATLAB Student*
  - *Adobe*
  - *Visual Studio*
  - *Microsoft Excel dan Word*

#### 4.1.2 Implementasi Antarmuka *Game* pada Proses Pengambilan Data

Pada tahap ini proses pengambilan instrumen data yang telah dirancang sebelumnya mengacu kepada *game* dari penelitian Nadya Putri Harfianti jurusan Teknik Informatika angkatan 2015 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Pada *game* tersebut terdapat *scene* yang digunakan untuk melakukan proses pengambilan data dari siswa setelah memainkan *game*. Berdasarkan antarmuka yang dibuat siswa

bermain kemudian menjawab beberapa pertanyaan terkait mitigasi bencana gunung api untuk diambil nilai-nilai aspek *kognitif* serta *afektif*. Dari nilai-nilai tersebut kemudian diproses di sistem utama untuk melakukan penghitungan nilai siswa serta pengelompokkan secara klasifikasi dengan metode *ANFIS*.

#### 4.1.2.1 Tampilan Antarmuka Utama *Game*

Pada Gambar 4.1 merupakan tampilan utama *game* yang akan digunakan untuk mengambil data pada siswa. *Game* dibuat dengan menggunakan *Third Person Perspective* (TPP) dimana pemain *game* dapat bergerak bebas serta melihat karakternya pada layar dalam bentuk tampilan orang ketiga. Pada Gambar 4.2 di *game* ini pemain diminta untuk mendekatkan karakternya kepada buku lalu menekan tombol *action* yaitu tombol F agar dapat mengakses pertanyaan-pertanyaan pada *game*.



Gambar 4.1 Tampilan Utama

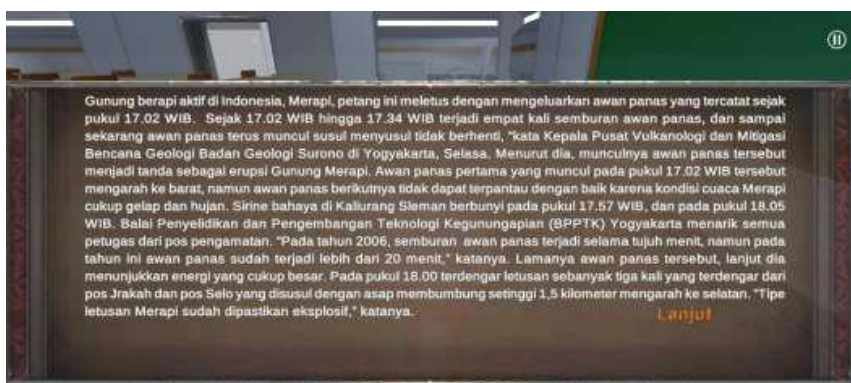


Gambar 4.2 Akses Buku Pertanyaan



#### 4.1.2.2 Tampilan Antarmuka Narasi Buku Pertanyaan

Pada Gambar 4.3 merupakan tampilan saat pemain atau siswa telah melakukan *action* pada objek buku di *game*. Pada *panel* tersebut selanjutnya *game* akan mengarahkan pemain untuk menekan tombol lanjut dan *game* akan melanjutkan kehalaman pertanyaan untuk dikerjakan oleh siswa.



Gambar 4.3 Narasi Buku

#### 4.1.2.3 Tampilan Antarmuka Pertanyaan Aspek Kognitif

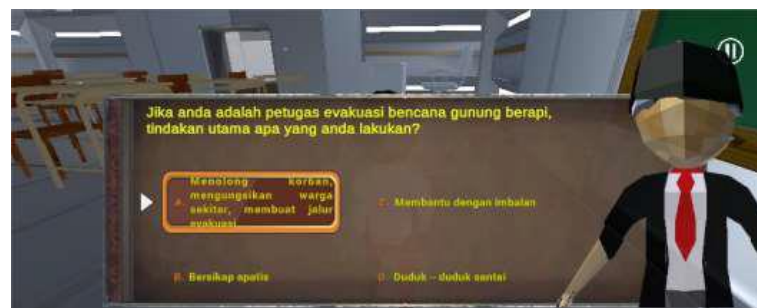
Pada Gambar 4.4 merupakan tampilan pertanyaan-pertanyaan aspek *kognitif* terkait mitigasi bencana gunung api yang harus dijawab oleh pemain. Pertanyaan berupa pilihan ganda yang dapat dipilih oleh pemain. Setiap soal memiliki bobot penilaian yang menjadi parameter penilaian aspek *kognitif* dari siswa yang memainkan *game* ini.



Gambar 4.4 Pertanyaan Kognitif

#### 4.1.2.4 Tampilan Antarmuka Pertanyaan Aspek *Afektif*

Pada Gambar 4.5 merupakan tampilan pertanyaan-pertanyaan aspek *afektif* terkait mitigasi bencana gunung api yang harus dijawab oleh para pemain atau siswa. Pertanyaan yang harus dijawab pemain berupa pilihan ganda yang disusun berdasarkan skala penilaian aspek *afektif*. Setiap soal memiliki bobot penilaian tertentu yang akan menjadi parameter penilaian aspek *afektif* dari siswa yang memainkan *game* ini.



Gambar 4.5 Pertanyaan *Afektif*

#### 4.1.2.5 Tampilan Antarmuka *Skor* Hasil Jawaban Pemain

Pada Gambar 4.6 merupakan tampilan skor hasil pada *game* disaat pemain telah menjawab pertanyaan yang diajukan. *Skor* hasil tersebut merupakan acuan data yang akan digunakan untuk menghitung nilai *kognitif* dan *afektif* berdasarkan metode *ANFIS*. Nilai-nilai tersebut diambil datanya dan dimasukkan ke *Microsoft Excel* lalu dihitung dengan sistem *ANFIS* di *MATLAB Student*.



Gambar 4.6 Hasil *Skor*

### **4.1.3 Implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)**

Pada tahap ini, proses implementasi *ANFIS* dilakukan untuk menghitung nilai siswa dan mengklasifikasi. Hal tersebut menggunakan masukan system yang telah dibangun dengan menggunakan *MATLAB Student* berdasarkan nilai siswa setelah uji *game* mendapatkan nilai *kognitif* dan *afektif*. Pada prosesnya masukan sistem diambil dari *skor* hasil jawab pertanyaan pada *game* dan kemudian *skor* tersebut dimasukkan ke sebuah kelompok nilai *kognitif* dan *afektif* berupa file dari *Microsoft Excel* dengan ekstensi file berupa (\*.xlsx) yang kemudian file inilah yang akan menjadi masukan utama pada system *ANFIS*. Setelah itu ditentukan klasifikasi yang diinginkan dengan memberikan masukan sistem secara manual.

## **4.2 Pengujian Sistem**

### **4.2.1 Pengambilan Data Nilai Siswa untuk Pengujian**

Pengujian ini dilakukan untuk menguji sistem *ANFIS* yang digunakan untuk mengukur serta mengetahui pemahaman siswa terhadap mitigasi bencana gunung api dari aspek *kognitif* serta *afektif*. Penelitian dilakukan dengan mengambil data nilai siswa kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur. Pada penelitian yang dilakukan, siswa diminta untuk memainkan *game* dan menjawab beberapa pertanyaan terkait mitigasi bencana gunung api sehingga dapat dinilai aspek *kognitif* dan aspek *afektif* pada *game* yang telah dibuat. Berikut adalah 30 daftar nama siswa yang diperoleh pada satu kelas.

Tabel 4.1 Daftar Nama Siswa

No	Nama	Jenis Kelamin
1	Adhitya Maulana Yasin	L
2	Amanda Ayu Lestari	P
3	Amauri Muhammad	L
4	Aza Abrizam Putra	L
5	Cindy Aulia Putri	P
6	Cleo Desta Kinasih	P
7	Falysha Rayhana Putri	P
8	Gevaldi Andryan	L
9	Harlan Fadhillah	L
10	Kiara Aluna Yasyifa	P
11	Mario Putra Efendi	L
12	Muh Zaidan Aditya	L
13	Muhammad Adnan	L
14	Natha Tony Kumara	L
15	Pricilla Novita	P
16	Quaneisha Janitra	P
17	Salsabila Ghalia Putri	P
18	Savira Putri Yuni	P
19	Shafira Oktafiani Putri	P
20	Shaggy Maulidia Dwi	P
21	Talita Athifah Ma'arif	P
22	Vanessa Auerda	P
23	Nashwa Aprilianti	P
24	Nur Lailah	P
25	Rafika Putri	P
26	Rahmanda Zubaidah	P
27	Rendy Wahyu	L
28	Rizky Ferdian	L
29	Safira Danisa	P
30	Shifa Nur	P

Berdasarkan Tabel 4.1 akan diambil 2 sampel yang akan dijelaskan pada penelitian ini mengenai cara mendapatkan nilai kognitif serta afektif siswa pada saat memainkan *game* mitigasi bencana gunung api. Pada 2 sampel tersebut, akan mewakili cara mendapatkan nilai kognitif dan afektif dari 30 siswa tersebut. Berikut teknik pengambilan nilai kognitif serta afektif pada sampel siswa.

#### 4.2.1.1 Pengambilan Nilai Sampel Pertama

Pada tahap ini dilakukan penelitian untuk mengambil nilai *kognitif* dan *afektif* pada salah satu siswa atas nama siswa Adhitya Maulana Yasin. Tahapannya antara lain mengerjakan 10 soal *kognitif* dan 10 soal *afektif* yang terdiri dari 3 sesi

##### a. Menjawab Pertanyaan Soal *Kognitif* dan *Afektif*



Gambar 4.7 Jawab Soal Sampel Pertama

Pada Gambar 4.7 sampel siswa pertama mengerjakan soal-soal yang dimainkan pada *game* berupa soal pilihan ganda, 1 soal bernilai 10 poin jika jawaban benar, dan terdapat 10 soal *kognitif* yang harus dijawab. Pada penelitian ini dilakukan 3 sesi percobaan untuk sesi *kognitif* dan *afektif*.

b. Nilai *Kognitif* Percobaan Pertama



Gambar 4.8 *Skor Kognitif* Sampel Pertama

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil *skor kognitif* pada percobaan pertama untuk sampel siswa pertama dengan nilai perolehan adalah 70. *Skor* tersebut adalah hasil dari siswa menjawab pertanyaan *kognitif* pada 3 sesi percobaan.

c. Nilai *Afektif* Percobaan Pertama



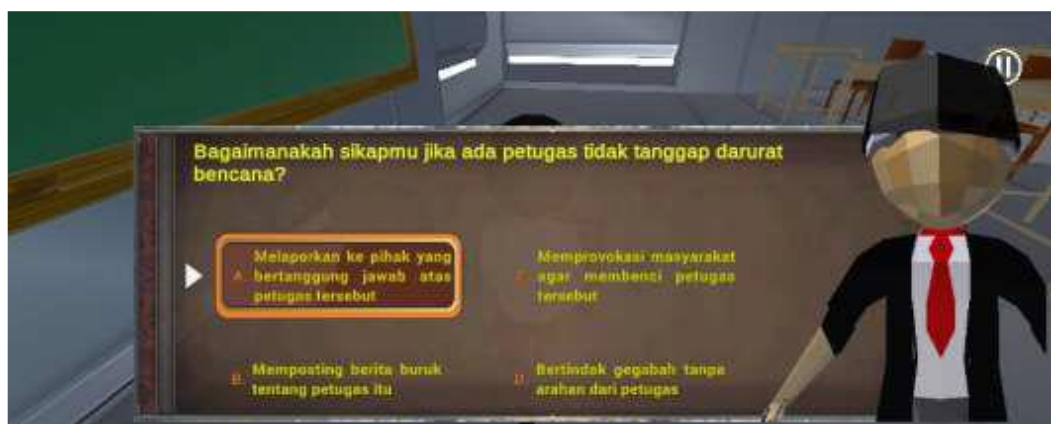
Gambar 4.9 *Skor Afektif* Sampel Pertama

Pada Gambar 4.9 merupakan hasil *skor afektif* pada percobaan pertama untuk sampel siswa pertama dengan nilai perolehan adalah 80. *Skor* tersebut adalah hasil dari siswa menjawab pertanyaan *afektif* pada 3 sesi percobaan yang diberikan.

#### 4.2.1.2 Pengambilan Nilai Sampel Kedua

Pada tahap ini dilakukan penelitian untuk mengambil nilai *kognitif* dan *afektif* pada salah satu siswa atas nama siswa Amanda Ayu Lestari. Tahapannya antara lain mengerjakan 10 soal *kognitif* dan 10 soal *afektif* yang terdiri dari 3 sesi percobaan.

##### a. Menjawab Pertanyaan Soal *Kognitif* dan *Afektif*



Gambar 4.10 Jawab Soal Sampel Kedua

Pada Gambar 4.10 sampel siswa kedua mengerjakan soal-soal yang dimainkan pada *game* berupa soal pilihan ganda, 1 soal bernilai 10 poin jika jawaban benar, dan terdapat 10 soal yang harus dijawab. Pada penelitian ini dilakukan 3 sesi percobaan untuk sesi *kognitif* dan *afektif*.

b. Nilai *Kognitif* Percobaan Kedua



Gambar 4.11 *Skor Kognitif Sampel Kedua*

Pada Gambar 4.11 merupakan hasil *skor kognitif* pada percobaan kedua untuk sampel siswa kedua dengan nilai perolehan adalah 90. *Skor* tersebut adalah hasil dari siswa menjawab pertanyaan *kognitif* pada 3 sesi percobaan..

c. Nilai *Afektif* Percobaan Kedua



Gambar 4.12 *Skor Afektif Sampel Kedua*

Pada Gambar 4.12 merupakan hasil *skor afektif* pada percobaan kedua untuk sampel siswa kedua dengan nilai perolehan adalah 70. *Skor* tersebut adalah hasil dari siswa menjawab pertanyaan *afektif* pada 3 sesi percobaan yang diberikan.



#### 4.2.2 Pengujian *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)

Melakukan pengujian *klasifikasi* menggunakan metode *ANFIS* dengan mengukur tingkat pemahaman siswa tentang mitigasi bencana gunung api dari aspek *kognitif* dan *afektif*. Mengambil data sebanyak 30 siswa yang menjawab pertanyaan *game* di *Unity* sebanyak 3 kali percobaan, setelah menjawab maka *skor* nilai 30 siswa tersebut di olah di *MATLAB Student* dan menggunakan metode *ANFIS*. Berikut data hasilnya.

Tabel 4.2 Hasil Aspek *Kognitif*

No	Nama	P1	P2	P3	Average	ANFIS	Klasifikasi
1	Adhitya Maulana Y	70	80	70	73	73.01	B
2	Amanda Ayu Lestar	90	70	80	80	80.03	A
3	Amauri Muhammad	50	50	50	50	50.00	C
4	Aza Abrizam Putra	70	50	70	63	62.99	B
5	Cindy Aulia Putri	70	70	70	70	69.89	B
6	Cleo Desta Kinasih	90	60	90	80	79.97	A
7	Falysha Rayhana P	80	80	80	80	80.09	A
8	Gevaldi Andryan	50	40	50	47	46.99	C
9	Harlan Fadhillah	80	80	60	73	73.00	B
10	Kiara Aluna Yasyif	90	70	60	73	73.47	B
11	Mario Putra Efendi	70	70	80	73	73.04	B
12	Muh Zaidan Aditya	50	30	20	33	32.99	C
13	Muhammad Adnan	90	60	80	77	76.99	B
14	Natha Tony Kumar	90	90	90	90	90.09	A
15	Pricilla Novita	70	60	80	70	68.33	B
16	Quaneisha Janitra	60	50	50	53	52.99	C
17	Salsabila Ghalia P	80	90	70	80	80.00	A
18	Savira Putri Yuni	50	50	80	60	59.99	B
19	Shafira Oktafiani P	70	90	80	80	79.99	A
20	Shaggy Maulidia D	60	60	40	53	53.00	C
21	Talita Athifah Ma'ar	80	80	100	87	87.00	A
22	Vanessa Auerda	70	100	100	90	90.00	A
23	Nashwa Aprilianti	60	30	60	50	49.99	C
24	Nur Lailah	60	60	60	60	60.00	B
25	Rafika Putri	100	70	100	90	90.00	A
26	Rahmanda Zubaida	90	70	70	77	76.97	B
27	Rendy Wahyu	80	70	70	73	73.04	B
28	Rizky Ferdian	70	70	50	63	62.99	B
29	Safira Danisa	20	30	50	33	32.99	C
30	Shifa Nur	50	30	20	33	32.99	C

Pada Tabel 4.2, Hasil dari *Klasifikasi Kognitif* dengan menggunakan metode *ANFIS*. P1, P2, P3 yaitu Percobaan 1 sampai Percobaan 3 yang dilakukan oleh siswa memainkan *game* dan menghasilkan *skor* nilai yang dijadikan input maka terdapat 3 input. *Average* yaitu rata-rata dari hasil perjumlahan P1, P2, dan P3, dan sebagai acuan untuk memprediksikan nilai dengan menggunakan metode *ANFIS* dan diperoleh *klasifikasi* dari tiap-tiap siswa.

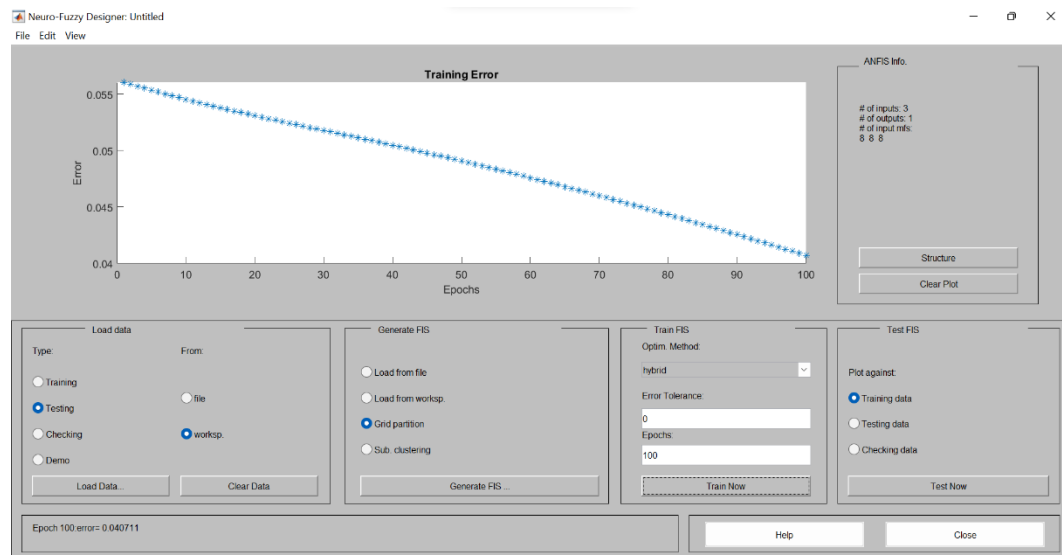
Tabel 4.3 Hasil Aspek *Afektif*

No	Nama	P1	P2	P3	Average	ANFIS	Klasifikasi
1	Adhitya Maulana Y	80	70	80	77	76.95	B
2	Amanda Ayu Lestar	70	70	80	73	73.04	B
3	Amauri Muhamma	60	70	70	67	67.01	B
4	Aza Abrizam Putra	80	80	80	80	80.09	A
5	Cindy Aulia Putri	60	70	80	70	69.99	B
6	Cleo Desta Kinasih	60	60	60	60	60.00	B
7	Falysha Rayhana P	80	70	80	77	76.95	B
8	Gevaldi Andryan	60	60	70	63	62.99	B
9	Harlan Fadhillah	70	70	70	70	69.89	B
10	Kiara Aluna Yasyif	70	60	70	67	67.00	B
11	Mario Putra Efendi	80	80	90	83	82.98	A
12	Muh Zaidan Aditya	70	80	70	73	73.01	B
13	Muhammad Adnan	70	60	60	63	63.00	B
14	Natha Tony Kumar	60	60	60	60	60.00	B
15	Pricilla Novita	70	70	70	70	69.89	B
16	Quaneisha Janitra	80	80	80	80	80.09	A
17	Salsabila Ghalia P	70	80	80	77	76.97	B
18	Savira Putri Yuni	70	70	70	70	69.89	B
19	Shafira Oktafiani P	80	70	80	77	76.95	B
20	Shaggy Maulidia D	60	50	60	57	56.99	C
21	Talita Athifah Ma'a	80	70	60	70	68.89	B
22	Vanessa Auerda	80	80	80	80	80.09	A
23	Nashwa Aprilianti	70	60	60	63	63.00	B
24	Nur Lailah	70	60	70	67	67.00	B
25	Rafika Putri	50	60	50	53	52.99	C
26	Rahmanda Zubaida	80	60	70	70	69.99	B
27	Rendy Wahyu	70	80	70	73	73.01	B
28	Rizky Ferdian	70	70	80	73	73.04	B
29	Safira Danisa	70	70	70	70	69.89	B
30	Shifa Nur	80	80	70	77	76.97	B

Pada Tabel 4.3, Hasil dari *Klasifikasi Afektif* dengan menggunakan metode *ANFIS*. P1, P2, P3 yaitu Percobaan 1 sampai Percobaan 3 yang dilakukan oleh siswa memainkan *game* dan menghasilkan *skor* nilai yang dijadikan input maka terdapat 3 input. *Average* yaitu rata-rata dari hasil perjumlahan P1, P2, dan P3, dan sebagai acuan untuk memprediksikan nilai dengan menggunakan metode *ANFIS* dan diperoleh *klasifikasi* dari tiap-tiap siswa.

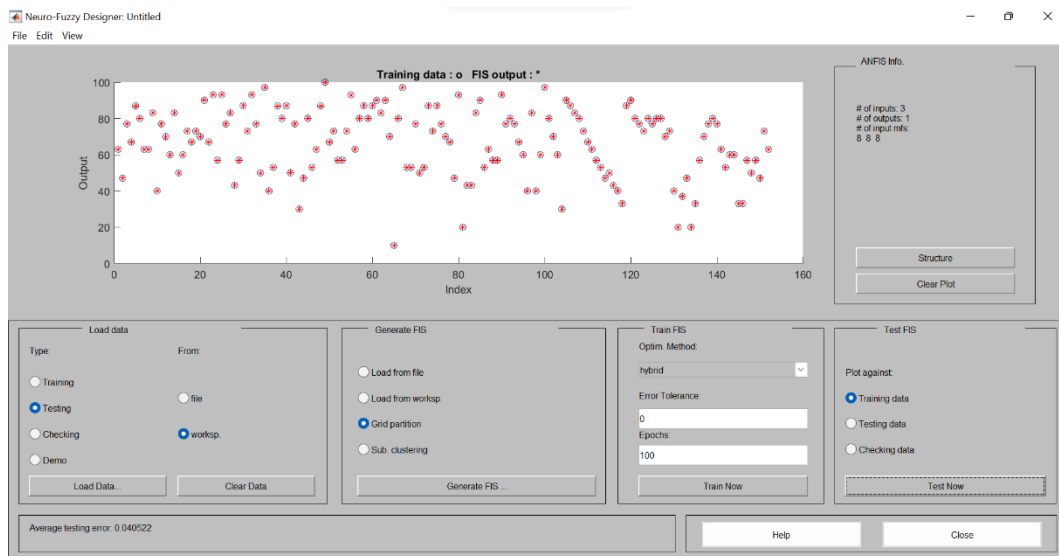
#### 4.2.2.1 Implementasi *Kognitif* metode *ANFIS* di *MATLAB Student*

##### A. Hasil Implementasi *Kognitif Epoch 100*



Gambar 4.13 Hasil Implementasi *Train Fis Kognitif Epoch 100*

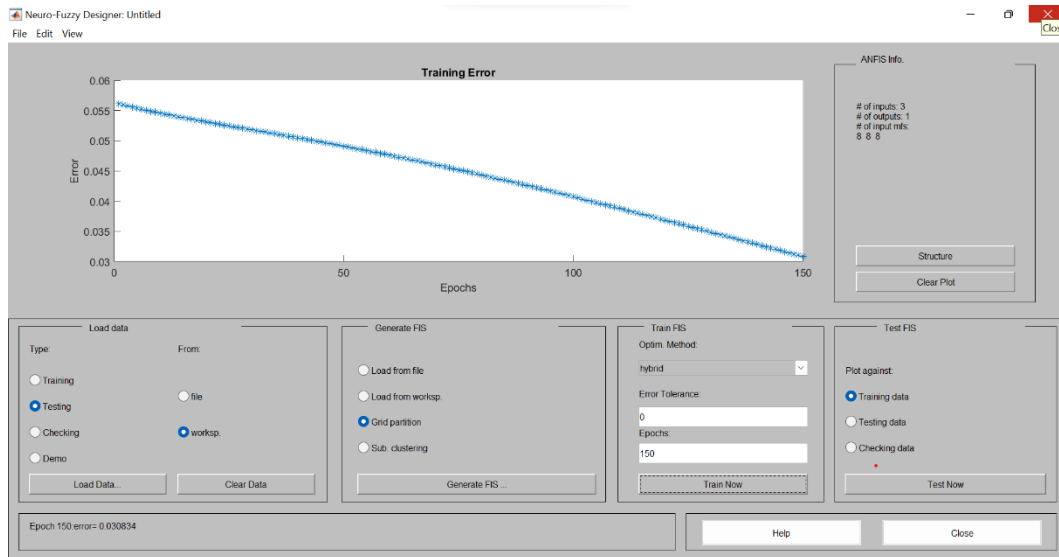
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 100. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 100* : *error* 0.040711.



Gambar 4.14 Hasil Implementasi *Training Data Kognitif Epoch 100*

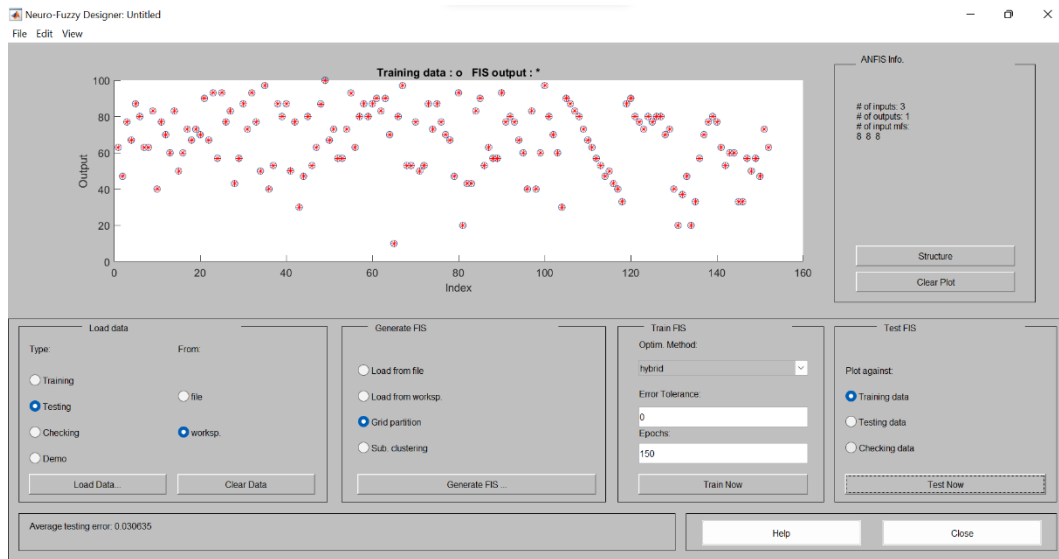
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 100. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 100* : *error* 0.040711. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.14 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.040522. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.

## B. Hasil Implementasi *Kognitif Epoch 150*



Gambar 4.15 Hasil Implementasi *Train Fis Kognitif Epoch 150*

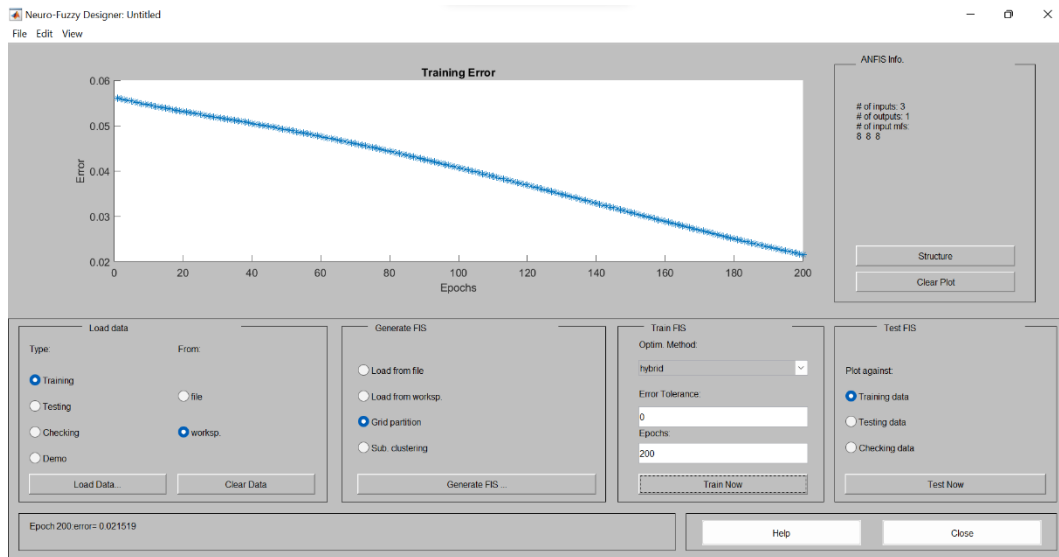
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.030834.



Gambar 4.16 Hasil Implementasi *Training Data Kognitif Epoch 150*

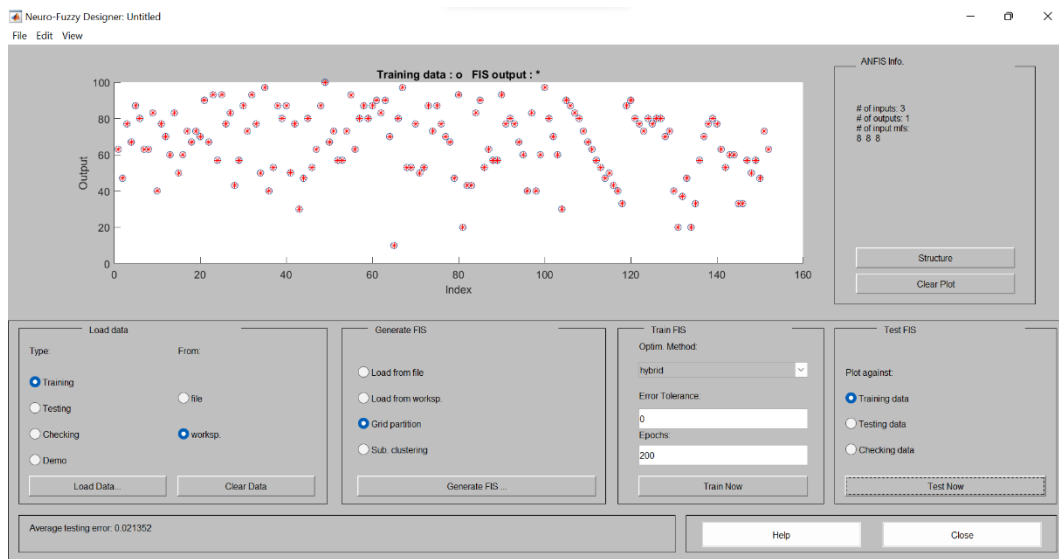
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 150. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 150* : *error* 0.040711. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.16 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.040522. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.

### C. Hasil Implementasi *Kognitif Epoch 200*



Gambar 4.17 Hasil Implementasi *Train Fis Kognitif Epoch 200*

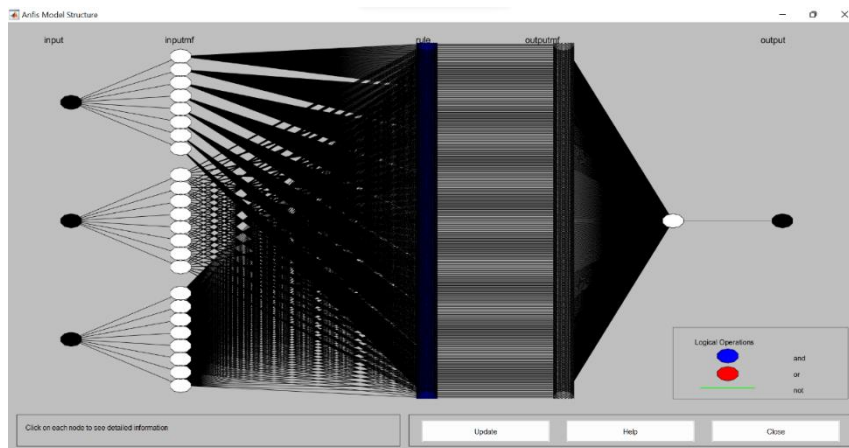
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.021519.



Gambar 4.18 Hasil Implementasi *Training Data Kognitif Epoch 200*

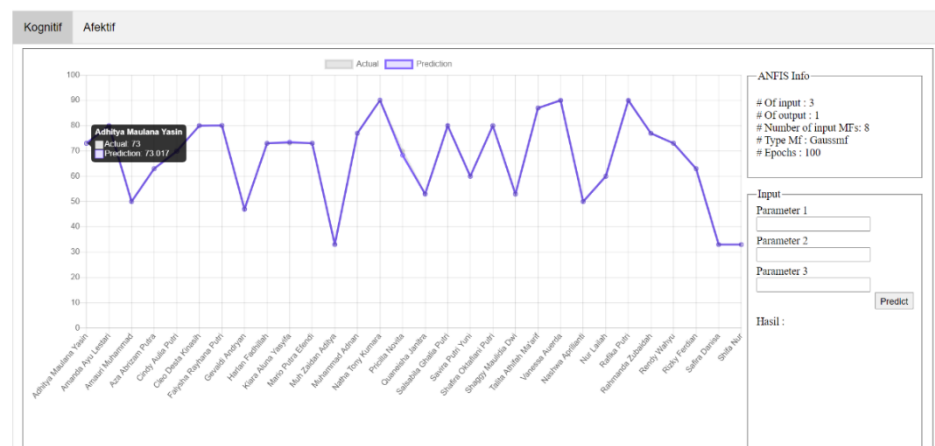
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.021519. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.18 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.021352. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.





Gambar 4.19 Visualisasi Kognitif ANFIS Model Structure (FIS 8 8 8) gaussmf

Proses Awal berupa 3 lingkaran hitam yaitu *layer input* ada 3, setelah itu menggunakan *number of mfs* yaitu 8 8 8 digambar berbentuk lingkaran putih ada 24 yang terbagi 3 bagian, setelah itu diproses di *rule*, *outputmf*, dan menghasilkan *layer output* ada 1.

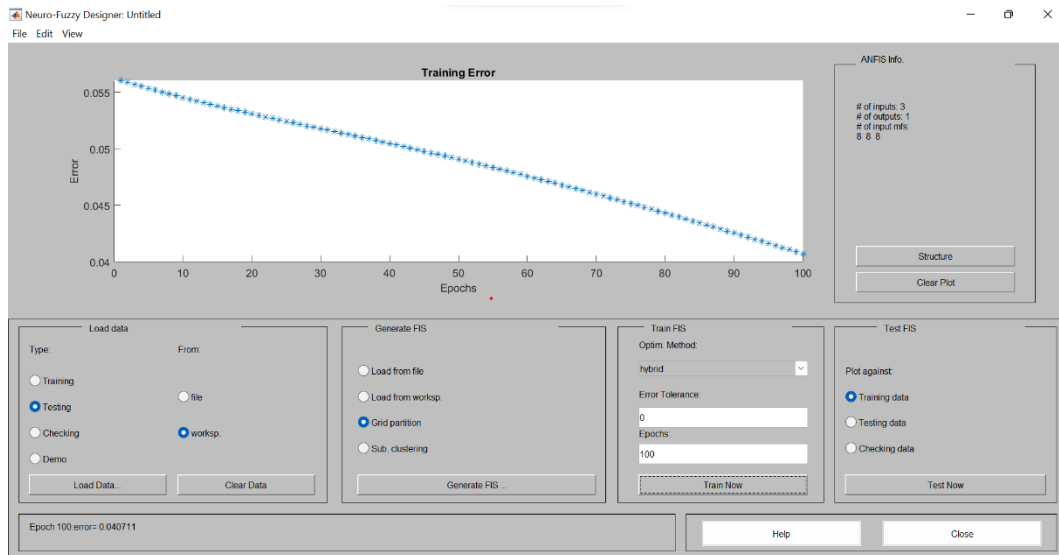


Gambar 4.20 Hasil Implementasi ANFIS Kognitif (FIS 8 8 8) gaussmf

Dapat diketahui bahwa terdapat dua garis yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Garis abu-abu merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya / aktual, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi. Terdapat juga parameter 1, parameter 2, parameter 3 yang bisa menginputkan nilai sehingga bisa ditemukan hasil nilai prediksi dan hasil nilai cukup, baik dan amat baik.

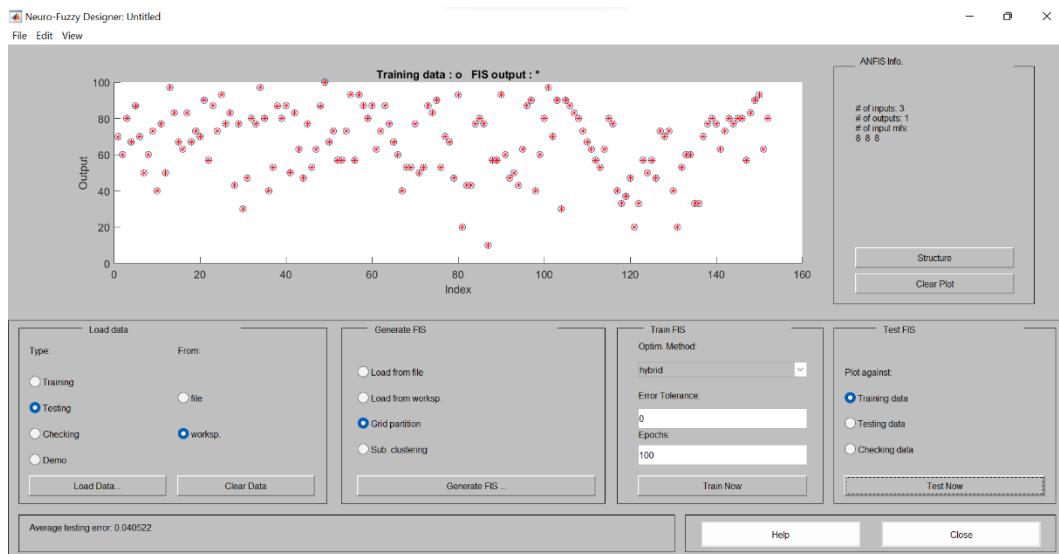
#### 4.2.2.2 Implementasi Afektif metode ANFIS di MATLAB Student

##### A. Hasil Implementasi Afektif Epoch 100



Gambar 4.21 Hasil Implementasi Train Fis Afektif Epoch 100

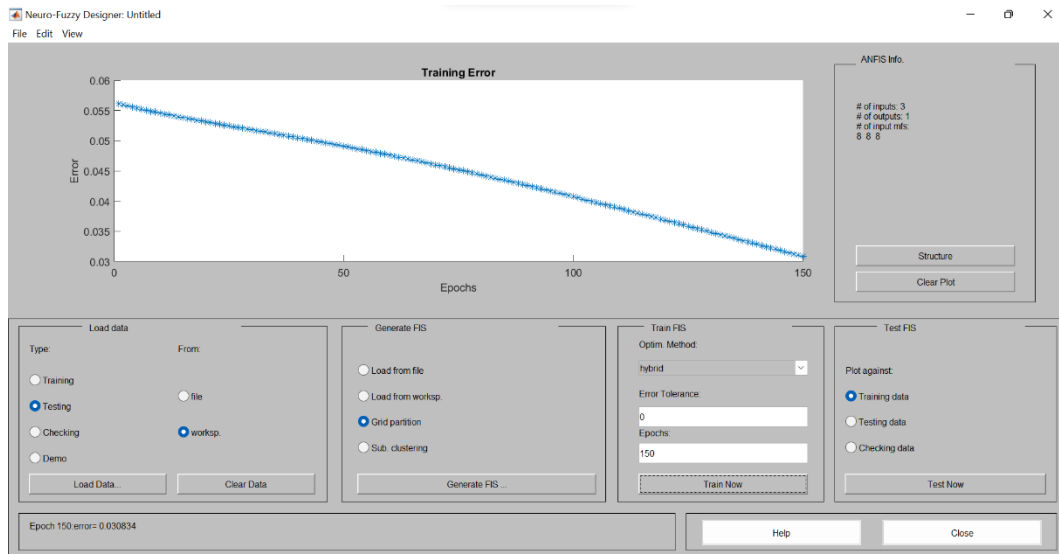
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 100. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 100* : *error* 0.040711.



Gambar 4.22 Hasil Implementasi *Training Data Afektif Epoch 100*

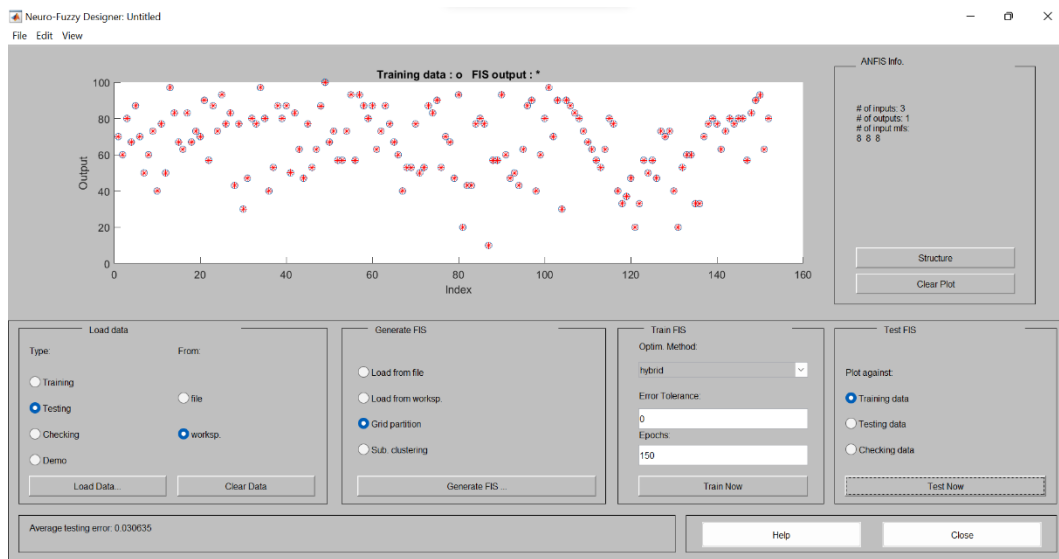
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 100. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 100* : *error* 0.040711. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.22 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.040522. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.

## B. Hasil Implementasi *Afektif Epoch 150*



Gambar 4.23 Hasil Implementasi *Train Fis Afektif Epoch 150*

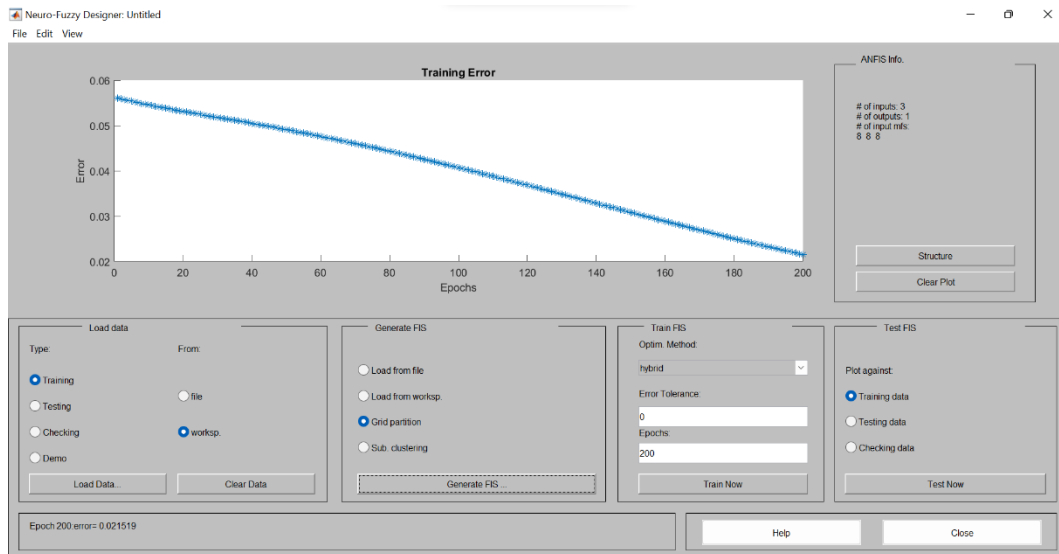
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.030834.



Gambar 4.24 Hasil Implementasi *Training Data Afektif Epoch 150*

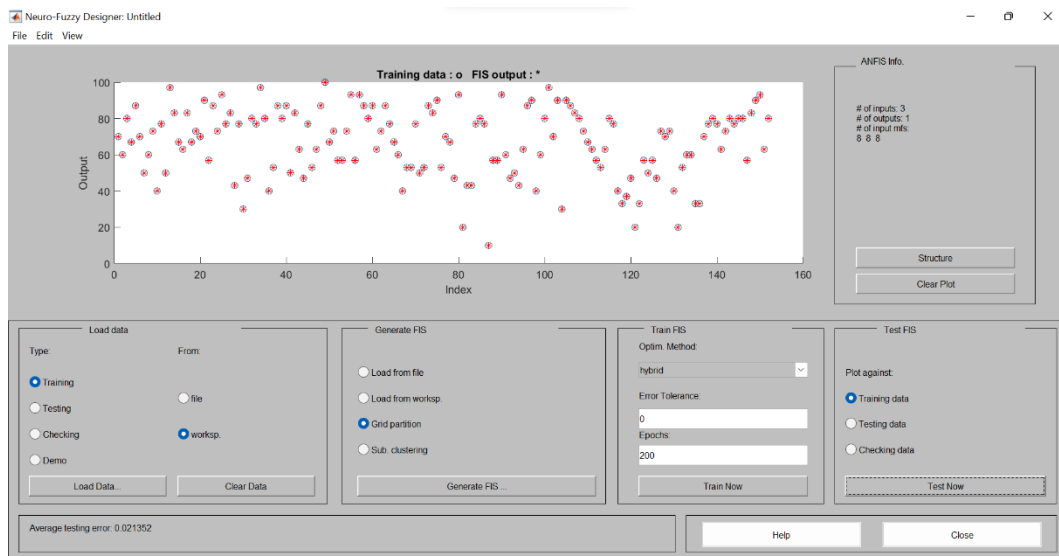
*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 150. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 150* : *error* 0.040711. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.24 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.040522. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.

### C. Hasil Implementasi *Afektif Epoch 200*



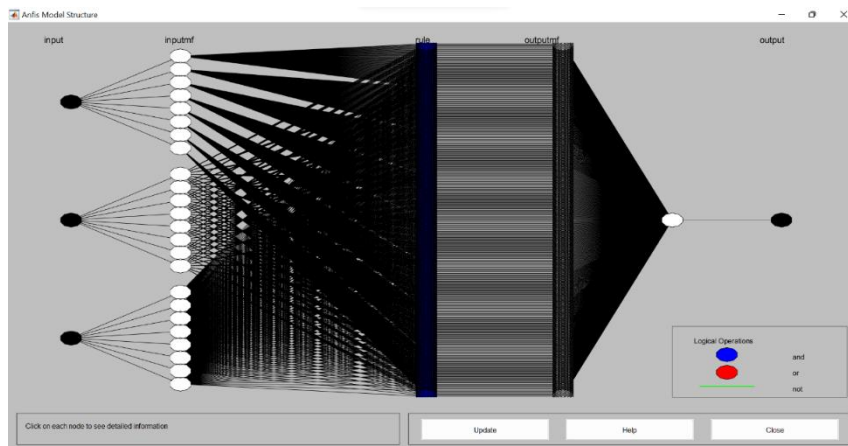
Gambar 4.25 Hasil Implementasi *Train Fis Afektif Epoch 200*

*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.021519.



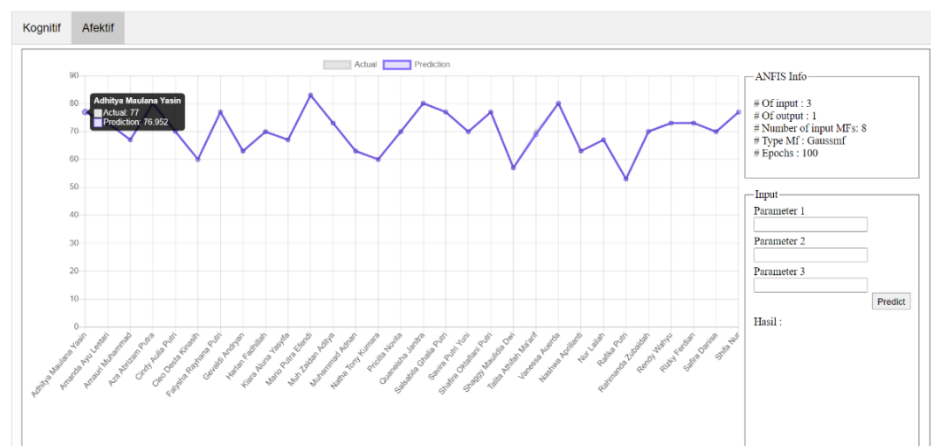
Gambar 4.26 Hasil Implementasi *Training Data Afektif Epoch 200*

*Gaussmf* (Gaussian Membership Function), Fungsi ini menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *gaussian*. Pada tabel *load data* yaitu type *training* menggunakan data training yaitu memiliki 3 input dan 1 output, pada tabel *generate fis* menggunakan *number of mfs* : 8 8 8 dan *mf type* : *gaussmf*, pada tabel *train fis* dimasukkan nilai *epochs* : 200. Setelah di *train now* maka di ketahui *epoch 200* : *error* 0.021519. Pada tabel *test fis plot against* yang digunakan yaitu training data sehingga memunculkan seperti di gambar 4.26 dan diketahui hasil *average testing error* : 0.021352. Diketahui juga terdapat dua titik yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Titik merah merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya.



Gambar 4.27 Visualisasi Afektif ANFIS Model Structure (FIS 8 8 8) gaussmf

Proses Awal berupa 3 lingkaran hitam yaitu *layer input* ada 3, setelah itu menggunakan *number of mfs* yaitu 8 8 8 digambar berbentuk lingkaran putih ada 24 yang terbagi 3 bagian, setelah itu diproses di *rule*, *outputmf*, dan menghasilkan *layer output* ada 1.



Gambar 4.28 Hasil Implementasi ANFIS Afektif (FIS 8 8 8) gaussmf

Dapat diketahui bahwa terdapat dua garis yang memvisualisasikan nilai aktual dan nilai prediksi. Garis abu-abu merupakan titik yang memvisualisasikan nilai sebenarnya / aktual, sedangkan titik biru merupakan titik yang memvisualisasikan nilai prediksi. Terdapat juga parameter 1, parameter 2, parameter 3 yang bisa menginputkan nilai sehingga bisa ditemukan hasil nilai prediksi dan hasil nilai cukup, baik dan amat baik.



### 4.2.2.3 Data Uji MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Tabel 4.4 Data Uji MAPE *Kognitif*

DATA UJI MAPE (Mean Absolute Percentage Error)						
MAPE <i>Kognitif</i>						
n	Actual (At)	Predict (Ft)	At-Ft	(At-Ft)/At	$\Sigma$ (At-Ft)/At	MAPE (%) = $100/n * \Sigma$ (At-Ft/At)
1	73	73,01	0,01	0,000136986	0,000136986	0,01369863
2	80	80,03	0,03	0,000375	0,000511986	0,025599315
3	50	50	0	0	0,000511986	0,01706621
4	63	62,99	0,01	0,00015873	0,000670716	0,016767912
5	70	69,89	0,11	0,001571429	0,002242145	0,044842901
6	80	79,97	0,03	0,000375	0,002617145	0,043619084
7	80	80,09	0,09	0,001125	0,003742145	0,053459215
8	47	46,99	0,01	0,000212766	0,003954911	0,049436387
9	73	73	0	0	0,003954911	0,043943455
10	73	73,47	0,47	0,006438356	0,010393267	0,103932672
11	73	73,04	0,04	0,000547945	0,010941212	0,099465567
12	33	32,99	0,01	0,00030303	0,011244243	0,093702022
13	77	76,99	0,01	0,00012987	0,011374113	0,087493175
14	90	90,09	0,09	0,001	0,012374113	0,08838652
15	70	68,33	1,67	0,023857143	0,036231256	0,241541704
16	53	52,99	0,01	0,000188679	0,036419935	0,227624593
17	80	80	0	0	0,036419935	0,214234911
18	60	59,99	0,01	0,000166667	0,036586602	0,203258898
19	80	79,99	0,01	0,000125	0,036711602	0,193218956
20	53	53	0	0	0,036711602	0,183558008
21	87	87	0	0	0,036711602	0,17481715
22	90	90	0	0	0,036711602	0,166870916
23	50	49,99	0,01	0,0002	0,036911602	0,160485224
24	60	60	0	0	0,036911602	0,15379834
25	90	90	0	0	0,036911602	0,147646406
26	77	76,97	0,03	0,00038961	0,037301212	0,1434662
27	73	73,04	0,04	0,000547945	0,037849157	0,140182064
28	63	62,99	0,01	0,00015873	0,038007887	0,135742455
29	33	32,99	0,01	0,00030303	0,038310918	0,132106612
30	33	32,99	0,01	0,00030303	0,038613948	0,12871316
						<b>MAPE</b>
						0,117622622

Terdapat 30 data uji *kognitif* yaitu berupa nilai aktual dan nilai prediksi yang di uji menggunakan data uji MAPE digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi, dan memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan prediksi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dimana persentasi MAPE atau errornya pada klasifikasi *kognitif* yaitu 0,117622622.

Tabel 4.5 Data Uji MAPE *Afektif*

DATA UJI MAPE (Mean Absolute Percentage Error)						
MAPE <i>Afektif</i>						
n	Actual (At)	Predict (Ft)	At-Ft	(At-Ft)/At	$\Sigma$ (At-Ft)/At	MAPE (%) = $100/n * \Sigma$ (At-Ft)/At
1	77	76,95	0,05	0,000649351	0,000649351	0,064935065
2	73	73,04	0,04	0,000547945	0,001197296	0,059864793
3	67	67,01	0,01	0,000149254	0,00134655	0,044884986
4	80	80,09	0,09	0,001125	0,00247155	0,06178874
5	70	69,99	0,01	0,000142857	0,002614407	0,052288135
6	60	60	0	0	0,002614407	0,043573445
7	77	76,95	0,05	0,000649351	0,003263757	0,046625105
8	63	62,99	0,01	0,00015873	0,003422488	0,042781094
9	70	69,89	0,11	0,001571429	0,004993916	0,055487957
10	67	67	0	0	0,004993916	0,049939161
11	83	82,98	0,02	0,000240964	0,00523488	0,047589818
12	73	73,01	0,01	0,000136986	0,005371866	0,044765552
13	63	63	0	0	0,005371866	0,041322048
14	60	60	0	0	0,005371866	0,038370473
15	70	69,89	0,11	0,001571429	0,006943295	0,046288632
16	80	80,09	0,09	0,001125	0,008068295	0,050426843
17	77	76,97	0,03	0,00038961	0,008457905	0,049752384
18	70	69,89	0,11	0,001571429	0,010029334	0,055718521
19	77	76,95	0,05	0,000649351	0,010678684	0,056203602
20	57	56,99	0,01	0,000175439	0,010854123	0,054270615
21	70	68,89	1,11	0,015857143	0,026711266	0,127196504
22	80	80,09	0,09	0,001125	0,027836266	0,126528481
23	63	63	0	0	0,027836266	0,121027243
24	67	67	0	0	0,027836266	0,115984441
25	53	52,99	0,01	0,000188679	0,028024945	0,112099781
26	70	69,99	0,01	0,000142857	0,028167802	0,108337701
27	73	73,01	0,01	0,000136986	0,028304789	0,10483255
28	73	73,04	0,04	0,000547945	0,028852734	0,103045478
29	70	69,89	0,11	0,001571429	0,030424162	0,104910905
30	77	76,97	0,03	0,00038961	0,030813773	0,102712576
<b>MAPE</b>						
						0,071118421

Terdapat 30 data uji *afektif* dari siswa yaitu berupa nilai aktual dan nilai prediksi yang di uji menggunakan data uji MAPE. MAPE (Mean Absolute Percentage Error) digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi, MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan prediksi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dimana persentasi MAPE atau errornya pada klasifikasi *afektif* yaitu 0,071118421

### 4.3 Integrasi Dengan Islam

Pengimplementasian *ANFIS* pada penelitian ini adalah mengukur pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap mitigasi bencana gunung api dari aspek *kognitif* dan *afektif*. Ilmu pengetahuan mengenai hal ini sangatlah penting sehingga pengetahuan dan sikap para siswa untuk menghadapi bencana gunung api dapat sesuai sebagaimana mestinya. Menuntut ilmu merupakan hal yang wajib, sebagaimana disabdakan *Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam* :

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ

“Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim” (HR. *Ibnu Majah* no. 224)  
Allah *Subhanahu Wata'ala* memberikan keutamaan orang-orang yang berilmu :

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ

الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

*Hai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majelis", maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan (QS. al-Mujadalah [158]: 11)..*

Syeikh *Abdush Shamad Al-Falimbani* pada Kitabnya *Hidayatus Salikin* berkata, *Sayyidina 'Abdullah bin Abbas Radhiallahu 'Anhuma* menafsirkan ayat 11 Surah *Al-Mujaadilah* ini menjelaskan, “Derajat ulama (orang-orang berilmu) itu tujuh ratus tingkatan berada di atas mukminin (orang-orang beriman), yang antara tiap-tiap dua derajat jaraknya setara dengan lima ratus tahun perjalanan.” (*Bin Zamzam*, 2016).

Demikian pentingnya berilmu serta memahaminya merupakan tuntutan bagi setiap manusia untuk menyelesaikan setiap persoalan. Di sisi lain sebagai umat beragama yang meyakini adanya kekuasaan Allah atas segala sesuatu, bencana merupakan suatu ketentuan yang wajib dipahami serta diyakini.

Allah *Subhanahu Wata'ala* berfirman :

قُلْ مَنْ ذَا الَّذِي يَعْصِمُكُمْ مِنَ اللَّهِ إِنْ أَرَادَ بِكُمْ سُوءًا أَوْ أَرَادَ بِكُمْ رَحْمَةً ۗ وَلَا يَجِدُونَ

لَهُمْ مِنْ دُونِ اللَّهِ وَلِيًّا وَلَا نَصِيرًا

“Katakanlah, siapakah yang dapat melindungi kamu dari (takdir) Allah jika Dia menghendaki bencana atasmu atau menghendaki rahmat untuk dirimu?” (Q.S. Al-Ahzab: 17).

*Tafsir Jalalayn* dijelaskan, bahwa tidak ada sesuatu pun yang dapat melindungi dan menyelamatkan manusia dari takdir Allah apabila Dia menghendaki bencana terjadi. Sebaliknya, siapakah yang dapat menimpakan keburukan kepada manusia jika Dia berkehendak memberikan rahmat dan kebaikan (Bin Zainil Mushthofa, 2018).

Pada penelitian ini, peneliti mengambil data berdasarkan soal yang diberikan dalam bentuk *game*. Dengan menggunakan *game* siswa dapat bermain serta belajar mengenai ilmu tentang mitigasi gunung api. Sehingga hal tersebut dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan dan pemahaman siswa kelas IV SD terhadap mitigasi bencana gunung api dari aspek *kognitif* dan *afektif*. Dengan mengintegrasikan ayat-ayat Al-Qur'an dan *nash-nash* keagamaan pengetahuan tentang mitigasi bencana gunung api baik dari sisi ilmu keislaman maupun ilmu pengetahuan umum lainnya akan dapat saling melengkapi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada *game* pembelajaran mitigasi bencana gunung api pada penerapan metode *ANFIS* yang telah dibangun dan diuji coba, didapatkan kesimpulan dimana peneliti berhasil menerapkan metode *ANFIS* pada studi kasus data dari *game* mitigasi bencana gunung api dengan mengambil aspek *kognitif* dan *afektif* pada siswa kelas IV SD Negeri Blimbing 2, Kota Malang, Jawa Timur. Dari hasil penelitian yang dilakukan, siswa diminta untuk memainkan *game* dan menjawab beberapa pertanyaan terkait mitigasi bencana gunung api sehingga dapat dinilai aspek *kognitif* dan *afektif* pada *game* yang telah dibangun. Berdasarkan pengujian 30 data tersebut, didapatkan hasil aspek *kognitif* dan *afektif* setelah itu dilakukan klasifikasi di *ANFIS* dan menghasilkan nilai cukup, baik, dan amat baik,

Peneliti juga berhasil menerapkan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi, MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan prediksi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu peneliti berhasil menerapkan metode *ANFIS* pada pembelajaran IPA Kelas IV tentang pembelajaran mitigasi bencana gunung api, dimana persentasi MAPE atau errornya pada klasifikasi *kognitif* yaitu 0,117622622 dan *afektif* yaitu 0,071118421

## 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya sangat perlu dilakukan pengembangan agar system yang dibangun menjadi lebih sempurna, terdapat beberapa saran dalam melakukan pengembangan sistem ini, diantaranya:

1. Perlu adanya tantangan lebih dan penambahan fitur penampungan nilai dalam siswa menjawab soal seputar aspek *kognitif* dan *afektif* pada *game* pembelajaran mitigasi bencana gunung api.
2. Pengembangan pada system klasifikasi dengan fitur yang lebih banyak dan menarik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M. (2003). *Pendidikan bagi Anak Berkesulitan Belajar*. 56–89.
- Adi. (2000). *Sistem neuro-fuzzy (anfis)*.
- Arif, Yunifa Miftcahul dkk. (2011). Desain Perubahan Perilaku pada *NPC Game* Menggunakan Logika *Fuzzy*.
- Asriningrum, W., Noviar, H., & Suwarsono. (2004). Pengembangan Metode Zonasi Daerah Bahaya Letusan Gunung Api Studi Kasus Gunung Merapi. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengeolahan Data Citra Digital*, 1(1), 66–75.
- Bin Zainil Mushthofa, M. (2018). *Tafsir Jalalayn*. Surabaya: Maktabah Al Hidayah.
- Bin Zamzam, S. A. (2016). *Hidayatus Saalikiin Fii Suluuki Maslakil Muttaqin karangan Syeikh Abdush Shomad Al-Falimbani*. Banjarbaru.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). The Classification of Educational Goals. *Taxonomy of Educational Objectives*, 207.
- Darmawan, I. P. A., & Sujoko, E. (2013). Revisi Taksonomi Pembelajaran Benjamin S. Bloom. *Satya Widya*, 29(1), 30.
- Effindi, M. A., Sukajaya, I. N., Purnama, I. K. E., & Purnomo, M. H. (2013). Sistem Cerdas untuk Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS ) Sistem Cerdas untuk Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS ). *The 1st Conference on Information Technology and Computer and Electrical Engineering (CITACEE) 2013, 16 November 2013*, 229–232.

- Fatkhurrozi, B., Muslim, M. A., & Santoso, D. R. (2012). Penggunaan Artificial Neuro Network System dalam Penentuan Aktivitas Gunung Merapi. *Jurnal EECCIS*, 6(2), 113–118.
- Firyal. (2019). *IMPLEMENTASI METODE K-MEANS CLUSTERING BERDASARKAN ASPEK KOGNITIF DAN AFEKTIF SISWA SMP PADA GAME PEMBELAJARAN SKRIPSI Oleh : MUHAMMAD FIRYAL ALFARISI.*
- Harjali. (2017). Strategi Guru dalam Membangun Lingkungan Belajar yang Kondusif: Studi Fenomenologi pada Kelas-kelas Sekolah Menengah Pertama di Ponorogo. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran (JPP)*, 23(1), 010–019.
- Haryadi, T., & Aripin, A. (2015). Melatih Kecerdasan Kognitif, dan Afektif Anak Sekolah Dasar Melalui Perancangan Game Simulasi “Warungku.” *ANDHARUPA: Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia*, 1(02), 122–133.
- Jang, J. S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 23(3), 665–685.
- Holle, Khadijah Fahmi Hayati dkk. (2016).Diagnosis Penyakit Jantung menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*.Matics 8 (2).
- Kusuma, Adi Candra, I. A. (2019). *Klasifikasi Penilaian Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa*. 13(1), 1–11.
- Manggena, T. F., Putra, K. P., & Elingsetyo Sanubari, T. P. (2017). Pengaruh Intensitas Bermain Game Terhadap Tingkat Kognitif (Kecerdasan Logika-Matematika) Usia 8-9 Tahun. *Satya Widya*, 33(2), 146–153.



- Mudjiono & Dimiyati. (2009). Hakikat Belajar dan Pembelajaran. *Belajar Dan Pembelajaran*.
- Mustofa. (2010). Gempa Bumi, Tsunami Dan Mitigasinya. *Gempa Bumi, Tsunami Dan Mitigasinya*, 7(1).
- Nugroho, Fresy. (2019). Penerapan Materi Ilmu Pengetahuan Alam pada Serious Game Sosialisasi Mitigasi Bencana Berbasis Model Teori Aktivitas dan Taksonomi Bloom.
- Nugroho, Fresy dkk. (2019). Desain *Serious Game* Sosialisasi Bencana Berbasis Model Teori Aktifitas.
- Pendidikan, M., Kebudayaan, D. A. N., & Indonesia, R. (2016). *STANDAR PENILAIAN PENDIDIKAN DENGAN*.
- Putri, L. (2017). Eksplorasi Etnomatematika Kesenian Rebana Sebagai Sumber Belajar Matematika Pada Jenjang Mi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar UNISSULA*, 4(1), 136837.
- Roger Jang, J.-S. (2000). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing* (p. 614).
- Suharsimi;, A. (2013). Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. In *Jakarta: Bumi Aksara*.
- Susanto, S., & Suwarsono, S. (2010). Sistem Mitigasi bencana alam di Gunung Guntur menggunakan data penginderaan jauh. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, 5(4), 144–153.
- Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy. *The Second Principle*, 1–8.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Cara Menghubungkan ke *MATLAB Student*

#### 1. Chart.html

```
axios.post('/anfis/gaussmfkognitif.m', 'h3=' + h3 + '&h2=' + h2 + '&h1=' +  
h1)  
  .then(function (dataRaw) {  
  
    //disini data habis di olah oleh anfis di update ke chart  
    predictionData.push(dataRaw.data);  
    myChart.update();  
  
    if (i < li - 1) {  
      predict(dataset, ++i, li, pred);  
      return;  
    }  
  
    predicted.push(dataRaw.data);  
    if (i < li + pred) {  
      predict(dataset, ++i, li, pred);  
      return;  
    }  
  })
```

Inputan parameter yang diinisialkan h3, h2, dan h1 di kirim ke file *gaussmfkognitif.m* menggunakan fungsi dari *axios* untuk di olah di dalam *MATLAB Student*. Kemudian output dari *MATLAB Student* yang di inisialkan dengan *dataRaw* di update ke dalam *chart* yang telah di buat sebelumnya.

## 2. gaussmfkognitif.m

```
function html=formshow(headers,config)
ContentForm=headers.Content;

ts      =      [str2num(ContentForm.h3)      str2num(ContentForm.h2)
str2num(ContentForm.h1)];
fis = readfis('gaussmfkognitif.fis');
Y = evalfis(ts, fis);
html = num2str(Y);
```

Data input yang telah dikirim sebelumnya dirubah menjadi data numerik terlebih dahulu sebelum data di olah. setelah itu, data input di proses ke dalam *ANFIS* yang sebelumnya telah dibuat menggunakan data training. Untuk menjalankan perintah tersebut dapat dilakukan dengan cara menuliskan *syntax* “*evalfis (ts, fis)*”. Dimana *ts* adalah data input dan *fis* adalah file *ANFIS* yang sebelumnya telah di buat. Kemudian hasil dari *ANFIS* tersebut di rubah ke dalam bentuk numerik, agar data output dapat digunakan.

## 3. gaussmfkognitif.fis

```
[System]
Name='Untitled'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=512
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
```

```

AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'

[Input1]
Name='input1'
Range=[10 100]
NumMFs=8
MF1='in1mf1':'gaussmf',[5.45977231175809 10.0003564447949]
MF2='in1mf2':'gaussmf',[5.43207997193318 22.8454486716162]
MF3='in1mf3':'gaussmf',[6.16427123852674 36.0003526188394]
MF4='in1mf4':'gaussmf',[6.00615241495271 48.8211654002538]
MF5='in1mf5':'gaussmf',[5.81459932025475 61.7683493353859]
MF6='in1mf6':'gaussmf',[5.31007207196294 74.4358147512695]
MF7='in1mf7':'gaussmf',[5.39689293837745 87.1422328480315]
MF8='in1mf8':'gaussmf',[5.40072938812922 100.030311801444]

[Input2]
Name='input2'
Range=[10 100]
NumMFs=8
MF1='in2mf1':'gaussmf',[5.4433903361882 9.99172499575659]
MF2='in2mf2':'gaussmf',[5.447145085194 22.8466335652087]
MF3='in2mf3':'gaussmf',[6.20023845115212 36.0277210626282]
MF4='in2mf4':'gaussmf',[5.97684473369259 48.8169207674225]
MF5='in2mf5':'gaussmf',[5.67110051136566 61.6513109508073]
MF6='in2mf6':'gaussmf',[5.41527147355251 74.4558582585767]
MF7='in2mf7':'gaussmf',[5.28428974517561 87.275851883378]
MF8='in2mf8':'gaussmf',[5.40707713377052 100.024966116981]

[Input3]
Name='input3'
Range=[10 100]
NumMFs=8
MF1='in3mf1':'gaussmf',[5.45568647556685 9.99830656380685]
MF2='in3mf2':'gaussmf',[5.44523919212325 22.8475987332091]
MF3='in3mf3':'gaussmf',[6.15703456350637 36.0039978575076]
MF4='in3mf4':'gaussmf',[5.9956352430491 48.8300407560435]
MF5='in3mf5':'gaussmf',[5.54884960064393 61.5825995004018]
MF6='in3mf6':'gaussmf',[5.38778609086248 74.3624905527692]
MF7='in3mf7':'gaussmf',[5.38335685360485 87.1565333579181]
MF8='in3mf8':'gaussmf',[5.58842377181305 99.9222589381175]

```

Syntax di atas adalah perhitungan dari *ANFIS* yang telah di buat menggunakan data training. Dimana dapat dilihat bahwa terdapat 3 input dan 1 output. Kemudian dapat dilihat juga nilai dari numberMF yang digunakan adalah 8 dan type MF nya adalah gaussmf.

Lampiran 2. Daftar Hadir 30 Siswa Kelas IV SD Blimbing, Kota Malang

I. CATATAN PRIBADI			KETERANGAN TENTANG		
No. Urut	No. Induk	NAMA SISWA	Jenis Kelamin	TEMPAT DAN TANGGAL LAHIR	KEWARGA NEGERAAN
1	3515	AGRIKA YUSUF DATA A	L		
2	3516	ADITYAMA SONI GIBRATA	L		
3	3517	ALIVIA ZARA ULIA	P		
4	3519	AMA DEFFAH	L		
5	3521	ANDIKA WAHYU ARDIANSYAH	L		
6	3524	BIMA SETYA	L		
7	3525	BRIAN SYAHRUL MAGHFIRAH S	L		
8	3526	CHALISTA MAURA E	P		
9	3528	DEWI MUEFIRAH	P		
10	3529	DEWI RUMIANA SUKMA	P		
11	3530	FATZ MUHAMMAD MOHIL HADI	L		
12	3531	FIDDIYAH PUTRI SYAHREZA	P		
13	3538	FITRIANI NIKITA R	P		
14	3478	GALIH PRAMUDITA	L		
15	3532	HAGIEA PUTRI PERDANA AL	L		
16	3533	ILHAM FATURAHMAN	L		
17	3534	INDAH ANGGITA D	P		
18	3535	KHOIRUN NIZAM IC	L		
19	3536	KHRISNA AKBAR S	L		
20	3537	MOCHAMAD FERDY K	L		
21	3538	MOCHAMAD NAZRIL ISHAM	L		
22	3540	MUTHIRA PUTRI N	P		
23	3490	NASHWA APRILIANTI	P		
24	3542	NUR LAILAH ALWAFIRAH	P		
25	3543	RAFKA PUTRI HIDAYAT	P		
26	3544	RAHMANDA ZUBAIDAH	P		
27	3545	RENDY WAHYU DWJ	L		
28	3546	RIZKY FERDIAN YAMRAY	L		
29	3548	SAFIRA DANISA	P		
30	3550	SHIFA RIUR AZILIA	P		
31	3551	SITI NUR KHOLISAH	P		
32	3552	SKY ZUFAAR ASHADI	L		
33	3553	SUGENG DAGUS PRASETYO	L		
34	3554	SYIFA ASYALILA	P		
35	3555	TIARA MAULIDAH SAHARA	P		
36	3556	WILDAN SAPUTRA	L		
37	3557	ZACKIA SHAVEN R.	P		
2538	3559	PRILLUKYANTO	L		
39	3632	VALENTINO PUTRA ALMAN	L		
40					