

**IMPLEMENTASI *GAME* SEBAGAI MEDIA SOSIALISASI MITIGASI
GUNUNG MELETUS PADA SISWA SD KELAS 4 DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FINITE STATE
MACHINE* DAN *FUZZY SUGENO***

SKRIPSI

Oleh:
YASTAQIIM MUQORROBIN
NIM. 15650102



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**IMPLEMENTASI *GAME* SEBAGAI MEDIA SOSIALISASI MITIGASI
GUNUNG MELETUS PADA SISWA SD KELAS 4 DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FINITE STATE MACHINE*
DAN *FUZZY SUGENO***

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
YASTAQIIM MUQORROBIN
NIM. 15650102**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI GAME SEBAGAI MEDIA SOSIALISASI MITIGASI
GUNUNG MELETUS PADA SISWA SD KELAS 4 DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FINITE STATE*
MACHINE DAN *FUZZY* SUGENO**

SKRIPSI

Oleh:
YASTAQIIM MUQORROBIN
NIM. 15650102

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

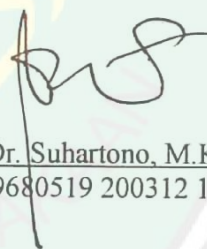
Tanggal : 10 Desember 2019

Dosen Pembimbing I



Fresty Nugroho, M. T.
NIP. 19710722 201101 1 001

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Suhartono, M. Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Mengetahui,

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



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI GAME SEBAGAI MEDIA SOSIALISASI MITIGASI GUNUNG MELETUS PADA SISWA SD KELAS 4 DENGAN MENGUNAKAN METODE *FINITE STATE* *MACHINE* DAN *FUZZY SUGENO*

SKRIPSI

Oleh:
YASTAQIIM MUQORROBIN
NIM. 15650101

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Tanggal 10 Desember 2019

Susunan Dewan Penguji

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Penguji Utama | : <u>Dr. Muhammad Faisal, MT</u>
NIP. 19740510 200501 1 007 |
| 2. Ketua Penguji | : <u>Fachrul Kurniawan, M. MT</u>
NIP. 19771020 200912 1 001 |
| 3. Sekretaris Penguji | : <u>Fresy Nugroho, M.T</u>
NIP. 19710722 201101 1 001 |
| 4. Anggota Penguji | : <u>Prof. Dr. Suhartono, M.Kom</u>
NIP. 19680519 200312 1 001 |

Tanda tangan

()



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



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yastaqiim Muqorrobin
NIM : 15650102
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika
Judul Skripsi : Implementasi *Game* Sebagai Media Sosialisasi Mitigasi
Gunung Meletus Pada Siswa SD Kelas 4 Dengan Menggunakan Metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy Sugeno*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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 hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Desember 2019
Yang membuat pernyataan,



Yastaqiim Muqorrobin
NIM. 15650102

HALAMAN MOTTO

فَوَاللَّهِ لِلدُّنْيَا أَهْوَنُ عَلَى اللَّهِ مِنْ هَذَا عَلَيْكُمْ

*“Demi Allâh, sungguh, dunia itu lebih hina bagi Allâh daripada
Bangkai anak kambing ini bagi kalian.”*

(Shahih: HR. Muslim, No. 2957)

HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur kehadiran Allah, shalawat dan salam bagi Rasul-Nya

Penulis persembahkan sebuah karya ini kepada:

Kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Sartono rahimahullah dan Hindun Nur Aini rahimahullah yang telah mendidik penulis dan mempuhayai jasa bagi penulis yang tak terhingga

Dosen pembimbing penulis Bapak Fresy Nugroho, M.T dan Bapak Prof. Dr. Suhartono, M.Kom yang telah dengan sabar membimbing jalannya penelitian skripsi ini dan selalu memberikan stimulus positif untuk tetap semangat menjalani setiap tahap ujian skripsi

Seluruh dosen Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, dan seluruh guru-guru penulis yang telah membimbing dan memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat

Sahabat-sahabat seperjuangan mulai pertama kali penulis menginjakkan kaki di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Mereka adalah Ahmad Zaky Rozini, Afif Nuril Ihsan, Muhammad Firyal Alfarisi, Nadya Putri Harfianti, Asrori Zainur Ridho S.Kom, Abdul Aziz Iswahyudi, Shovan Fanny Mahmud, dan Yulfian Akbar. Sahabat yang selalu mendukung dan selalu semangat untuk belajar bersama tanpa menjatuhkan. Ribuan kalimat bahagia dan syukur yang tak akan cukup penulis tulis disini teruntuk mereka

Sahabat-sahabat CUSS yang merupakan sahabat dekat penulis. Mereka adalah Berlian Gita Cahyani, Evi Susanti, Farrah Nurmalia Sari, Firhan Ade Achmad Prayoga, Muhammad Fadhil Al Amal, Putri Ikrimah, dan Shofie Achmad. Sahabat yang selalu mendukung dan selalu memberi semangat dalam hal masalah apapun dengan maksud untuk belajar bersama tanpa menjatuhkan. Ribuan kalimat bahagia dan syukur yang tak akan cukup penulis tulis disini teruntuk mereka

Keluarga Teknik Informatika kelas D 2015 dan keluarga Interface (Teknik Informatika angkatan 2015) yang telah memberikan semangat dan doanya

Orang-orang yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang selalu memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis ucapkan terima kasih dan semoga ukhwah kita tetap terjaga dan selalu diridhoi Allah SWT. Allahumma Aamiin.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri judul “Implementasi *Game* Sebagai Media Sosialisasi Mitigasi Gunung Meletus Pada Siswa SD Kelas 4 Dengan Menggunakan Metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy Sugeno*”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi (FSAINTEK) Program Studi Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Didalam 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. Abdul Haris, M.Ag 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. Cahyo Crysdiyan, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fresy Nugroho, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Prof. Dr. Suhartono, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

6. Irwan Budi Santoso, S.Si., M.Kom, Selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran untuk kebaikan penulis.
7. Para staff laboran Fakultas Sains dan Teknologi yang telah bersedia memberikan data.
8. Keluarga tercinta dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis serta target bersama untuk lulus skripsi dan wisuda Bersama.
10. Sahabat-sahabat dekat yang tiada henti memberikan semangat, dukungan, dan doa kepada penulis.
11. Rekan-rekan interface yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

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

Malang, 10 Desember 2019

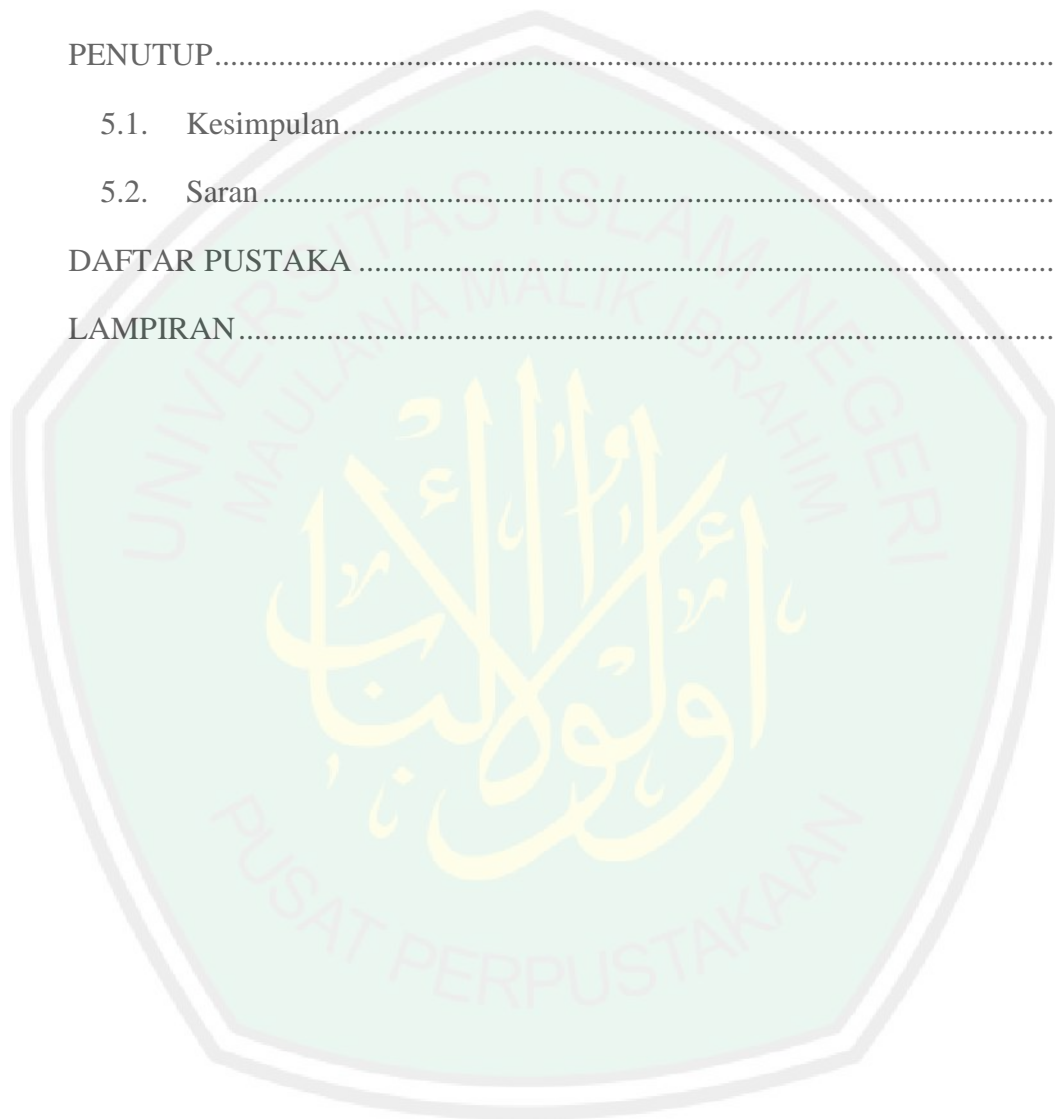
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pernyataan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terkait	5
2.2. Landasan Teori	7

2.2.1.	Mitigasi Bencana Gunung Api.....	7
2.2.2.	Sosialisasi.....	10
2.2.3.	Tahap Sosialisasi Mitigasi Bencana Gunung Api.....	10
2.2.4.	<i>Finite State Machine</i> (FSM).....	11
2.2.5.	Logikab <i>Fuzzy</i>	13
BAB III		16
METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1.	Skenario dan Desain Rancangan FSM	16
3.1.1.	Keterangan Umum <i>Game</i>	17
3.1.2.	<i>Storyline</i>	17
3.1.3.	<i>Storyboard</i>	19
3.1.4.	<i>Finite State Machine</i> (FSM).....	21
3.2.	Analisa dan Rancangan Sistem	24
3.2.1.	<i>Design</i> Perancangan <i>Game</i>	24
3.2.2.	<i>Design</i> Skenario	24
3.2.3.	<i>Design Gameplay</i>	24
3.2.4.	<i>Design</i> Kemampuan setiap NPC.....	27
3.4.	Rancangan <i>User Interface</i>	29
3.6.	Deskripsi Karakter.....	31
3.6.	Penerapan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno	32
3.7.	Contoh Perhitungan.....	45
3.8.	Rencana Pengujian	51
BAB IV		52
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		52
4.1.	Implementasi	52
4.1.1.	Implementasi <i>Fuzzy</i> Sugeno.....	52

4.2. Pengujian Aplikasi	59
4.2.1. Pengujian Logika Fuzzy Sugeno.....	59
4.2.2. Pengujian Terhadap Siswa	65
4.1. Integrasi Sains Islam	67
BAB V.....	70
PENUTUP.....	70
5.1. Kesimpulan.....	70
5.2. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen dalam FSM	12
Gambar 2. 2 Alur Finite State Machine	12
Gambar 3. 1 Rancangan umum game	16
Gambar 3. 2 Desain perilaku NPC menggunakan fuzzy Sugeno.....	17
Gambar 3. 3 Finite State Machine kontrol pemain oleh NPC.....	21
Gambar 3. 4 FSM kontrol oleh NPC utama.....	22
Gambar 3. 5 FSM kontrol oleh NPC 1, NPC 2, dan NPC 3	23
Gambar 3. 6 Desain Gameplay	25
Gambar 3. 7 Kemampuan setiap NPC	27
Gambar 3. 8 Kemampuan NPC 1.....	27
Gambar 3. 9 Kemampuan NPC 2.....	28
Gambar 3. 10 Kemampuan NPC 3.....	28
Gambar 3. 11 Fuzzyfikasi	34
Gambar 3. 12 Keanggotaan pengetahuan.....	35
Gambar 3. 13 Keanggotaan pemahaman	36
Gambar 3. 14 Keanggotaan sadar	38
Gambar 3. 15 Keanggotaan tanggap	40
Gambar 3. 16 Keanggotaan sosialisasi.....	41
Gambar 3. 17 Variabel Output (Keputusan)	43
Gambar 4. 1 Output NPC pada game.....	60
Gambar 4. 2 Output simulasi pada matlab	60
Gambar 4. 3 Lanjutan 1 output simulasi pada matlab.....	60
Gambar 4. 4 Lanjutan 2 output simulasi pada matlab.....	61
Gambar 4. 5 Lanjutan 3 output simulasi pada matlab.....	61
Gambar 4. 6 Lanjutan 4 output simulasi pada matlab.....	62
Gambar 4. 7 Lanjutan 5 output simulasi pada matlab.....	62
Gambar 4. 8 Lanjutan 6 output simulasi pada matlab.....	63
Gambar 4. 9 Lanjutan 7 output simulasi pada matlab.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Langkah-langkah mitigasi bencana gunung meletus	8
Tabel 2. 2 State transition table.....	13
Tabel 3. 1 Storyboard game	19
Tabel 3. 2 Rancangan user interface	29
Tabel 3. 3 Rule	43
Tabel 3. 4 Defuzzy	50
Tabel 4. 1 Pengujian logika fuzzy Sugeno.....	64
Tabel 4. 2 Pengujian Siswa.....	66



ABSTRAK

Muqorrobin, Yastaqim. 2019. *Implementasi Game Sebagai Media Sosialisasi Mitigasi Gunung Meletus Pada Siswa SD Kelas 4 Dengan Menggunakan Finite State Machine Dan Fuzzy Sugeno*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Prof. Dr. Suhartono, M.Kom.

Kata Kunci : *Finite State Machine, Fuzzy Sugeno, Mitigasi Bencana, Gunung Meletus, Game*.

Indonesia merupakan negara yang rentan terhadap bencana. Salah satunya adalah gempa bumi dan gunung meletus. Edukasi tentang mitigasi bencana perlu dikenalkan sejak usia dini, tidak terkecuali untuk siswa sekolah dasar. Saat ini, media edukasi untuk menumbuhkan kemandirian dan keselamatan dalam keadaan darurat bagi siswa sekolah dasar masih sangat kurang. Kurangnya media edukasi untuk mengenali, mencegah, atau menyelamatkan diri dari situasi berbahaya, serta keterampilan berkomunikasi untuk melaporkan situasi apabila terjadi. Sehubungan dengan pesatnya perkembangan teknologi, *game virtual* telah menjadi salah satu teknologi yang populer di zaman ini. Oleh karena itu, perlu adanya *game* edukasi yang berisi mitigasi berupa simulasi dan pengetahuan mengenai mitigasi bencana. *Game* sebagai media pendekatan diharapkan masyarakat khususnya siswa SD Kelas 4 dapat mengenali dan mengatasi berbagai ancaman dan dampak dari bencana gunung meletus dan gempa. selain itu akan memudahkan pemerintah untuk mengatasi beberapa kendala dari sosialisasi mitigasi bencana yang dilakukan secara tradisional. Pada penelitian ini membahas tentang penerapan *fuzzy Sugeno* kedalam *game* sosialisasi mitigasi dan memfokuskan bagaimana respon dari NPC kepada *player* dengan menggunakan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) sebagai jenis pemrograman yang dapat melakukan tindakan serta berpikir secara rasional pada saat yang bersamaan maupun tidak. Hasil yang didapatkan bahwa metode *fuzzy Sugeno* dan *finite state machine* berhasil diterapkan pada perilaku NPC pada *game* dengan hasil persentase pada setiap variabel memiliki nilai perbedaan yang tidak cukup jauh yang menunjukkan bahwa banyaknya nilai kemungkinan perilaku NPC yang akan muncul. Berdasarkan uji coba yang dilakukan pada siswa, diketahui bahwa persentase kriteria M memiliki nilai persentase yang paling besar sehingga *game* dapat dikatakan dalam kategori menyenangkan.

ABSTRACT

Muqorrobin, Yastaqim. 2019. *Game Implementation as a Media for Mitigation of Mount Eruption Mitigation in 4th Grade Elementary Student Using Finite State Machine and Fuzzy Sugeno*. Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahimof Malang. Counselor: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Prof. Dr. Suhartono, M.Kom.

Kata Kunci : *Finite State Machine, Fuzzy Sugeno, Disaster Mitigation, Volcano Eruption, Game.*

Indonesian is a country that is vulnerable to disasters. One of them is an earthquake and a volcano erupted. Education about disaster mitigation needs to be introduced from an early age, not least for elementary school students. Currently, educational media to foster independence and safety in emergencies for elementary school students is still lacking. Lack of educational media to recognize, prevent, or save themselves from dangerous situations, as well communication skills to report situations when they occur. In connection with the rapid development of technology, *virtual games* have become one of the most popular technologies in this era. Therefore, there is a need for *educational games* that contain mitigation in the form of simulation and knowledge about disaster mitigation. Games as a media approach is expected by the community, especially elementary school student in grade 4, to be able to recognize and overcome various threats and impacts from volcanic eruptions and earthquakes. In addition it will facilitate the government to overcome several obstacles from traditional disaster mitigation socialization. This research discusses the application of *Sugeno fuzzy* into the mitigation socialization game and focuses on how the response of the NPC to the player by using *artificial intelligence* (AI) as a type of programming that can take action and think rationally at the same time or not. The results obtained that the *Sugeno fuzzy* method and *finite state machine* were successfully applied to the NPC behavior in game with the percentage results on each variable having a value difference that is not far enough that indicates that the number of possible values of NPC behavior that will appear. Based on trials conducted on students, it is known that the percentage of criteria *M* has the greatest percentage value so that the game can be said to be in the fun category.

المخلص

المقربين، يستقيم. ٢٠١٩. **تطبيق اللعبة كوسيلة للتخفيف من حد الثوران في طلبة الصف الرابع الابتدائي باستخدام آلة الحالة المحدودة و الفجي السغينا**. قسم هندسة المعلوماتية لكلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانق. المشرف: (١) فريسي نوغراها، الماجستير. (٢) دكتور جامعي. سوهرتنا، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: فينيتا سنتو مشينا، الفجي السغينا، التخفيف من الكوارث ، ثوران بركان ، لعبه.

الإندونيسيا بلد معرض للكوارث. واحد منهم هو زلزال واندلع بركان. يجب تقديم التنقيف بشأن التخفيف من الكوارث من سن مبكرة ، وليس أقلها لطلاب المدارس الابتدائية. حاليا ، وسائل الإعلام التعليمية لتعزيز الاستقلال والسلامة في حالات الطوارئ لطلاب المدارس الابتدائية لا تزال تفتقر. الافتقار إلى الوسائط التعليمية للتعرف على المواقف الخطرة أو منعها أو مهارات الاتصال للإبلاغ عن المواقف عند حدوثها. فيما يتعلق بالتطور السريع للتكنولوجيا ، أصبحت الألعاب الافتراضية واحدة من أكثر التقنيات شعبية في هذا العصر. لذلك ، هناك حاجة للألعاب التعليمية التي تحتوي على التخفيف في شكل محاكاة ومعرفة حول التخفيف من الكوارث. من المتوقع أن تكون اللعبة كنهج إعلامي من قبل المجتمع ، وخاصة طلاب المدارس الابتدائية في الصف الرابع ، لتكون قادرة على التعرف على مختلف التهديدات والآثار الناتجة عن الانفجارات البركانية والزلازل والتغلب عليها. بالإضافة إلى أنه سيسهل على الحكومة التغلب على العديد من العقبات التي تعوق التنشئة الاجتماعية التقليدية لتخفيف الكوارث. يناقش هذا البحث تطبيق السغينا غامض في لعبة التنشئة الاجتماعية للتخفيف ويركز على كيفية استجابة NPC للاعبين باستخدام الذكاء الاصطناعي (الذكاء الاصطناعي) كنوع من البرامج التي يمكن أن تتخذ الإجراءات والتفكير العقلاني في نفس الوقت أم لا. تم الحصول على النتائج التي تم الحصول عليها بنجاح من أسلوب السغينا غامض وآلة الحالة المحدودة على في الألعاب مع وجود نسبة مئوية من النتائج في كل متغير لها اختلاف في القيمة لا يكفي لدرجة تشير إلى أن عدد القيم المحتملة لسلوك NPC الذي سيظهر. استنادًا إلى التجارب التي أجريت على الطلاب ، من المعروف أن النسبة المئوية لها أكبر قيمة مئوية بحيث يمكن القول إن اللعبة في فئة المرح.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia ialah negara rentan terhadap bencana. Dari Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Republik Indonesia menyatakan bahwa tahun 2014 Indonesia memiliki sebanyak 127 gunung api yang aktif. Dari 76 gunung dinyatakan rawan meletus (Ajuba, 2015). Edukasi tentang mitigasi bencana perlu dikenalkan sejak usia dini, tidak terkecuali untuk siswa sekolah dasar. Saat ini, media edukasi untuk menumbuhkan kemandirian dan keselamatan dalam keadaan darurat bagi siswa sekolah dasar masih sangat kurang. Kurangnya media edukasi untuk mengenali, mencegah, atau menyelamatkan diri dari situasi berbahaya, serta keterampilan berkomunikasi untuk melaporkan situasi apabila terjadi.

Sehubungan dengan pesatnya perkembangan teknologi, *game virtual* telah menjadi salah satu teknologi yang populer di zaman ini. Oleh karena itu, perlu adanya *game* edukasi yang berisi mitigasi berupa simulasi dan pengetahuan mengenai mitigasi bencana. *Game* sebagai media pendekatan diharapkan masyarakat khususnya siswa SD Kelas 4 dapat mengenali dan mengatasi berbagai ancaman dan dampak dari bencana gunung meletus dan gempa. Selain itu akan memudahkan pemerintah untuk mengatasi beberapa kendala dari sosialisasi mitigasi bencana yang dilakukan secara tradisional. Pada penelitian ini membahas tentang sosialisasi mitigasi dan memfokuskan bagaimana respon dari NPC kepada *player* dengan menggunakan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) sebagai

jenis pemrograman yang dapat melakukan tindakan serta berpikir secara rasional pada saat yang bersamaan maupun tidak. *Game* simulasi dengan kecerdasan menggunakan *Fuzzy Logic Sugeno* serta *Finite State Machine* sebagai deskripsi yang menggambarkan tingkah laku NPC, hal ini dikarenakan FSM digunakan untuk menggambarkan dan menentukan tingkah laku terhadap perubahan kondisi yang terjadi. Penerapan *Fuzzy Logic* pada *game* berguna untuk menghubungkan bahasa mesin dengan bahasa manusia yang mengandung ketidakpastian (*uncertainty*), dan ketidaktepatan (*imprecise*).

1.2. Pernyataan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penelitian dilakukan dikarenakan banyaknya siswa SD kelas 4 yang dianggap belum mampu untuk memahami dalam mendapatkan sosialisasi mitigasi bencana yang dilakukan secara tradisional dan banyaknya siswa SD yang menghabiskan waktu untuk memainkan *game virtual* sebagai tempat bermain. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana membangun *game virtual 3D* untuk memberikan sosialisasi mitigasi bencana alam gunung meletus dan gempa bumi kepada siswa SD kelas 4 dengan menggunakan metode *Finite State Machine* (FSM) dan *Fuzzy Sugeno*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menerapkan metode *Finite State Machine* (FSM) dan *Fuzzy Sugeno* pada *game 3D* mengenai sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus pada siswa kelas 4 sekolah dasar (SD).

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, adapun batasan dalam penelitian sebagai berikut:

- a. *Game* yang akan dibuat pada penelitian ini memfokuskan penerapan dari FSM dan metode *fuzzy* Sugeno.
- b. Data materi yang digunakan merupakan buku saku tanggap tangkas tangguh menghadapi bencana edisi tahun 2017 (BNPBB, 2017).
- c. Penelitian difokuskan pada pembuatan *game* sebagai prototipe yang ditujukan kepada siswa sekolah dasar kelas 4.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian diharapkan agar:

1. Bagi siswa sekolah dasar (SD) kelas 4, diharapkan dapat digunakan untuk alternatif bermain *game virtual* dan sebagai menambah pengetahuan, pemahaman, dan kesadaran tentang mitigasi bencana alam gunung meletus dan gempa bumi.
2. Dengan wawasan yang terdapat pada game, diharapkan dapat diterapkan oleh siswa sekolah dasar (SD) sebagai bekal jika terjadi bencana alam gunung meletus dan gempa bumi.
3. Bagi Pusat Vulkanologi Mitigas Bencana Geologi (PVMBG) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), diharapkan dapat digunakan untuk mempermudah memberikan sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus kepada siswa SD agar mudah dipahami dan tidak membosankan.

1.6. Sistematika Penelitian

Penelitian ini tersusun dalam laporan dengan terdiri dari beberapa bab pembahasan sebagai berikut :

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

Bab II Tinjauan Pustaka : bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan *game*.

Bab III Analisis dan Perancangan: bab ini berisi analisis dan perancangan *game* meliputi kebutuhan dari *game* yang dibuat serta rancangan desain *game*.

Bab IV Hasil dan Pembahasan: bab ini berisi hasil implementasi metode *Finite State Machine*.

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

Daftar Pustaka: berisi daftar referensi yang tercantum dalam penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa teori yang ada dalam penelitian ini merupakan teori umum mengenai mitigasi bencana, sosialisasi, tahap sosialisasi mitigasi bencana gunung api, *game 3D*, FSM (*Finite State Machine*), dan *Fuzzy Logic*.

2.1. Penelitian Terkait

Saat ini sudah ada jurnal yang membahas *game* edukasi bencana erupsi gunung api yang dilakukan oleh Diar Pratama dan Arief Rahman pada tahun 2012. Jurnal ini membahas tentang sebuah *game* edukasi yang mengangkat *human behavior* yang sering timbul pada masyarakat pada saat terjadi bencana erupsi dan akan dicari tindakan yang tepat pada saat terjadi bencana, dengan turut mempertimbangkan berbagai faktor perilaku dari manusia pada saat menghadapi sebuah bencana dan standar proses evakuasi pada saat terjadi bencana erupsi (Pratama, 2012).

Penelitian lain, dilakukan Kristo Radion Purba, Rini Nur Hasanah, dan M. Azis Muslim pada tahun 2013. Pada penelitian ini membahas mengenai rancangan penerapan *fuzzy logic* Sugeno yang digunakan untuk mengatur tingkah laku musuh pada *game* (permainan) (Purba, Rini Nur Hasanah, & M. Azis Muslim, 2013).

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Sunita Tiwari dan Saroj Kaushik pada tahun 2013. Pada penelitian ini mengusulkan konsep pengayaan informasi untuk sistem rekomendasi tempat wisata menggunakan *fuzzy* berbasis *crowdsourcing*. *Crowdsourcing* digunakan untuk mendapatkan informasi terkini mengenai tempat konstektual dari kerumunan yang saat ini tersedia di tempat itu.

Sebagian besar parameter kontekstual seperti kondisi lalu lintas, kondisi cuaca, kepadatan dan lain-lain (Tiwari & Kaushik, 2013).

Selain itu terdapat jurnal terkait yang membahas tentang pembelajaran mitigasi erupsi gunung api kelas IV yang dibuat oleh Prajana Marwan Sejati pada tahun 2015. Penelitian yang dilakukan membahas tentang mengembangkan buku mitigasi bencana gunung api yang bertujuan agar mengetahui pemahaman mengenai materi yang diberikan. Metode yang digunakan adalah pengembangan (*Research and Development*), yang memodifikasi model 4-D menjadi 3-D yaitu *Define, Design, and Develop* (Sejati, 2015).

Selanjutnya, terdapat penelitian terkait yang membahas mengenai penerapan FSM pada *game smartphone* yang dilakukan oleh Ahmad Samsul Huda pada tahun 2016. Dalam penelitian bertujuan untuk menumbuhkan minat belajar terhadap materi melalui *game*, dengan rasa senang yang muncul diharapkan *player* lebih mudah untuk memahami materi. Pemain diharuskan menjawab pertanyaan dari materi yang diberikan dengan cepat dan tepat yang dibatasi dengan waktu, pemain yang tercepat dan tepat menjawab soal akan mendapat nilai tertinggi (Huda, 2016).

Penelitian lain yang terkait dilakukan oleh Rahadian Kurniawan, Affan Mahtarami, dan Restu Rakhmawati pada tahun 2017. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi mitigasi bencana gempa bumi bagi anak autisme dengan prosedur penyelamatan secara jelas dalam bentuk gambar, simulasi, dan demonstrasi mengenai mitigasi bencana bumi dalam bahasa yang sederhana. Teknik desain *game* edukasi mitigasi bencana gempa bumi dikembangkan

menggunakan *framework* MDA (*Mechanics, Dynamics, and Aesthetics*) (Kurniawan, Mahtarami, & Rakhmawati, 2017).

Penelitian lain yang terkait dilakukan oleh Muhammad Adhie Darmawan, Hanny Haryanto, dan Yuniarsi pada tahun 2017. Pada penelitian yang dilakukan, beliau menerapkan metode *fuzzy* Sugeno digunakan untuk menentukan perilaku karakter musuh dalam bertarung dengan *player* pada *game*. Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy* menghasilkan nilai aksi lebih dinamis sehingga karakter NPC melakukan perilaku sesuai rancangan (Darmawan, Haryanto, & Rahayu, 2018).

Pada penelitian ini dibuat simulasi berupa *game virtual 3D* berdasarkan rancangan sistem yang menggambarkan prinsip kerja sistem yang mencakup tiga prinsip yaitu keadaan, kejadian, dan aksi dengan menggunakan metode *Finite State Machines* (FSM) dan pada kecerdasan buatan NPC menggunakan metode *Fuzzy Logic*.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Mitigasi Bencana Gunung Api

Undang-undang nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana memberikan definisi mitigasi bencana yaitu serangkaian upaya mengurangi dampak bencana melalui pembangunan fisik atau penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. (Pasal 1 ayat 6 PP No 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana).

Mitigasi bencana merupakan istilah yang menunjukkan pada semua tindakan untuk mengurangi dampak dari bencana yang dapat dilakukan sebelum bencana

terjadi, termasuk kesiapan dan tindakan-tindakan pengurangan resiko jangka panjang (Maryani, 2012).

Dari beberapa pengertian dari mitigasi, disimpulkan bahwa mitigasi bencana merupakan tindakan atau upaya yang dilakukan pada saat sebelum terjadi maupun saat terjadi bencana dalam upaya mengurangi dampak dari bencana alam dengan memberikan kesadaran terhadap pemerintah dan masyarakat, maupun meningkatkan kemampuan dalam menghadapi bencana.

Adapun langkah-langkah dalam mitigasi bencana gunung api sebagai berikut: (Permendagri, 2006)

Tabel 2. 1 Langkah-langkah mitigasi bencana gunung meletus

No.	Langkah penanganan	Instansi yang bertanggung jawab
1.	Pemanfaatan lahan sebagai lokasi untuk aktivitas penting harus jauh atau diluar kawasan rawan bencana	Departemen ESDM, Dep PU, BMG, Pemda Prov, Kab/Kota
2.	Hindari tempat-tempat yang memiliki kecenderungan untuk dialiri larva atau lahar	Dep PU, Dep ESDM, Pemda Prov, Kab/Kota
3.	Perkenalan struktur bangunan tahan api	Dep. PU, LIPI, Kementerian Ristek, Pemda Prov, Kab/Kota
4.	Penerapan desain bangunan yang tahan terhadap tamahan beban akibat abu gunung meletus	Dep. PU, Dep ESDM, LIPI, Kementerian Ristek, Pemda Prov, Kab/Kota
5.	Membuat tenda pengungsian statik, terutama di daerah gunung api yang sering meletus	Dep. PU, DepSos Pemda Prov, Kab/Kota
6.	Membuat fasilitas tempat pemukiman dan jalan ke tempat pengungsian untuk memudahkan evakuasi	Dep. PU, Kab/Kota, Pemda Prov

No.	Langkah penanganan	Instansi yang bertanggung jawab
7.	Mempersiapkan transportasi untuk penduduk jika ada perintah untuk mengungsi	Kementerian Ristek, DDN, BPPT, LIPI, LAPAN, BMG, Pemda Prov, Departemen ESDM, Kab/Kota
8.	Meningkatkan kewaspadaan terhadap letusan gunung api. Mengidentifikasi daerah yang dianggap bahaya	BPPT, Kementerian Ristek, LIPI, LAPAN, Departemen ESDM, BMG, Kab/Kota, Pemda Prov
9.	Mengidentifikasi daerah bahaya	Kab/Kota, Pemda Prov
10.	Meningkatkan kemampuan pemadaman api jika ada yang terbakar	Dep.Sos, Dep. PU, TNI, POLRI, Pemda Prov, Kab/Kota
11.	Menyediakan tempat penampungan untuk konsidi kedaruratan	Kementerian Ristek, DDN, LAPAN, BPPT, BMG, LIPI, Pemda Prov, Departemen ESDM, Kab/Kota
12.	Memberikan sosialisasi kepada masyarakat yang ada di sekitar gunung api (penyuluhan)	Kementerian Ristek, DDN, LAPAN, BPPT, BMG, LIPI, Pemda Prov, Departemen ESDM, Kab/Kota
13.	Memberikan sosialisasi kepada masyarakat yang ada di sekitar gunung api agar memahami cara untuk menghindari dan tindakan yang harus dilakukan ketika terjadi letusan gunung api (penyuluhan)	Kementerian Ristek, DDN, LAPAN, BPPT, BMG, LIPI, Departemen ESDM, Kab/Kota, Pemda Prov
14.	Memberikan sosialisasi kepada masyarakat agar mengerti peringatan dini	Kementerian Ristek, DDN, LAPAN, BPPT, LIPI, BMG,

No.	Langkah penanganan	Instansi yang bertanggung jawab
	dari aparat/Pengamat Gunung api (penyuluhan)	LIPI, Pemda Prov, Departemen ESDM, Kab/Kota
15.	Memberi sosialisasi kepada masyarakat agar bisa melakukan koordinasi dengan aparat/Pengamat Gunung api	Kementerian Ristek, DDN, LAPAN, BPPT, BMG, LIPI, Pemda Prov, Departemen ESDM, Kab/Kota

2.2.2. Sosialisasi

Dalam KBBI sosialisasi adalah upaya memasyarakatkan sesuatu sehingga menjadi dikenal, dipahami, dan dihayati oleh masyarakat. Adapun beberapa pengertian sosialisasi dari para ahli, diantaranya sebagai berikut: (Hisam, 2018)

- a. Sosialisasi merupakan suatu proses saat seseorang menghayati dan memahami norma-norma dalam masyarakat sehingga akan membentuk kepribadiannya.
- b. Sosialisasi merupakan proses mengkomunikasikan sesuatu kepada masyarakat yang baru.

Berdasarkan berbagai padangan pengertian mengenai sosialisasi tersebut dapat disimpulkan bahwa sosialisasi merupakan proses transfer kebiasaan atau penanaman aturan dan nilai dari satu generasi ke generasi lain dalam masyarakat atau suatu kelompok.

2.2.3. Tahap Sosialisasi Mitigasi Bencana Gunung Api

Mitigasi adalah tahap pertama penanggulangan bencana alam dengan tujuan untuk memperkecil dan mengurangi dampak dari bencana. Mitigasi dilakukan sebelum terjadinya suatu bencana. Mitigasi yang baik menggambarkan perencanaan kebencanaan baik pula. Salah satu bentuk sosialisasi adalah

memberikan informasi atau penyuluhan langsung kepada masyarakat. Adapun tahap-tahap sosialisasi yaitu:

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini, seseorang dilatih untuk mengenal keadaan mengenai situasi jika terjadi bencana gunung api meletus dan memberikan informasi mengenai mitigasi gunung api meletus.

2. Tahap Penyuluhan

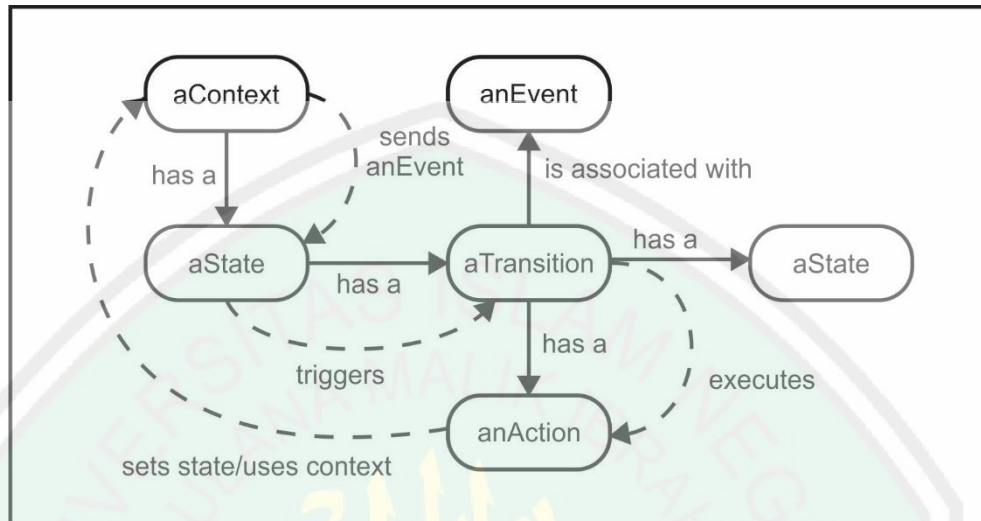
Pada tahap ini, seseorang yang telah dilatih akan memberikan pengiriman berupa informasi dan pelatihan tindakan mitigasi kepada masyarakat.

2.2.4. *Finite State Machine* (FSM)

Finite State Machine yaitu suatu metode yang digunakan untuk merancang *control system* perilaku NPC yang memakai tiga prinsip yaitu keadaan (*state*), kejadian (*event*), dan aksi (*action*). Pada waktu tertentu, sistem berada di *state* aktif, setelah itu sistem berpindah ke *state* lainnya ketika *event* tertentu atau mendapatkan nilai masukan (*input*), baik yang berasal dari sistem ataupun diluar sistem. Pada saat perpindahan *state* umumnya disertai dengan *action* yang dilakukan oleh sistem. Perilaku yang dilakukan dapat berupa perilaku sederhana ataupun dapat berupa suatu proses yang cukup kompleks (Setiawan, 2006).

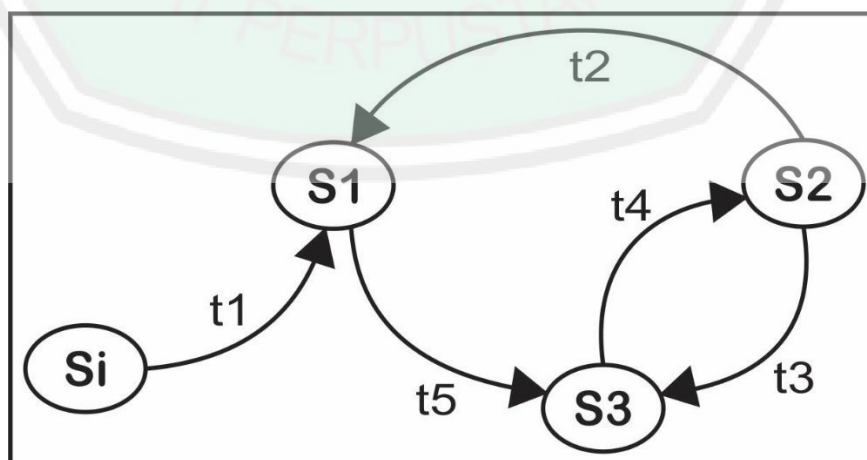
Dalam pembangunan kecerdasan buatan dalam sebuah *game*, *state machine* adalah teknik yang sering digunakan dalam permasalahan “*decision making*”. FSM dikenal sebagai salah satu teknik yang digunakan untuk pemodelan suatu kondisi atau fenomena berbasis *event*, yang disertai desain antarmuka dan penjelasannya. Teknik ini merupakan metode yang digunakan untuk merancang *system* yang menggambarkan perilaku (*behavior*) dari sistem ataupun objek. Pada

buku *Artificial Intelligence for Games* menyatakan bahwa FSM digunakan dalam permasalahan pembuat keputusan (*Decision Making*) pada *AI (Artificial Intelligence)* (Millington, 2006).



Gambar 2. 1 Komponen dalam FSM

FSM membagi sebuah tingkah laku objek menjadi bagian-bagian (*state*) sehingga suatu objek memiliki bagian pada setiap aksi. Pengimplementasian metode FSM dapat menghasilkan skenario tertentu dalam sebuah *game*. Sehingga *game* mempunyai alur yang harus di lalui, yang mana alur ini menjelaskan sebuah *set* kondisi yang menentukan ketika pada sebuah bagian harus berpindah ke bagian lain.



Gambar 2. 2 Alur *Finite State Machine*

Diagram keadaan adalah bentuk representasi dari *finite state machine*. Diagram ini menggambarkan perilaku yang dimiliki oleh *control system* yang kompleks berubah ke bentuk yang lebih sederhana dan relative mudah dipahami.

Tabel 2. 2 *State transition table*

Input \ State	1	0
S1	S1	S2
S2	S2	S1

2.2.5. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* sering digunakan dikarenakan logika pada *boolean* tidak mempunyai ketelitian yang cukup tinggi. Logika *boolean* hanya mempunyai dua nilai yaitu logika 0 dan 1 saja, sehingga dalam membuat suatu sistem yang mempunyai ketelitian yang cukup tinggi maka tidak dapat menggunakan logika boolean (Triadmadya, 2014).

Istilah yang digunakan dalam *fuzzy* adalah sebagai berikut:

a. *Degree of membership* atau derajat keanggotaan

Yaitu fungsi dari derajat keanggotaan digunakan untuk memberikan suatu bobot dalam sebuah *input* yang telah diberikan, sehingga *input* yang diberikan dapat diubah dengan nilai.

b. Variabel *Fuzzy*

Yaitu variabel yang akan digunakan dalam suatu sistem *fuzzy*.

c. Scope/Domain

Yaitu batasan-batasan dari inputan tertentu.

d. Label

Merupakan sebuah kata yang digunakan untuk memberikan sebuah keterangan pada *scope*.

e. Fungsi Keanggotaan

Sebuah rancangan nilai yang mempresentasikan sebuah batas pada *scope*.

Beberapa fungsi untuk menyatakan fungsi keanggotaan:

1. Representasi Linier: pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan pada sebuah garis lurus.
2. Representasi Kurva Segitiga: adalah gabungan antara dua garis.
3. Representasi Kurva Trapesium: seperti bentuk segitiga, akan tetapi ada beberapa titik yang mempunyai nilai keanggotaan satu.
4. Representasi Kurva-S: hampir sama dengan kurva linier, hanya saja pada sebuah nilainya berupa nilai tidak pasti yaitu fleksibel.

f. *Crisp Input*

Nilai *input* analog yang dilakukan dalam mencari *degree of membership*.

Dalam merancang suatu sistem *fuzzy* ada beberapa metode penalaran, antara lain: metode *Sugeno*, metode *Tsukamoto* dan metode *Mamdani*. Dalam perancangan pada penelitian ini menggunakan metode *Sugeno*. Dalam *Fuzzy Interface System* *Sugeno* ada dua model, yaitu:

1. Metode *Fuzzy Sugeno Orde-Nol*

Secara umum bentuk model *Fuzzy Sugeno Orde-Nol* adalah:

IF(x1 is A1i) o (x2 is A2i) o ... o

(xN is ANi) THENz = k

Dengan A_i merupakan himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, dan k adalah sebuah konstanta (bersifat *crisp*) sebagai konsekuen.

2. Metode *Fuzzy Sugeno* Orde-satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno Orde-Satu adalah:

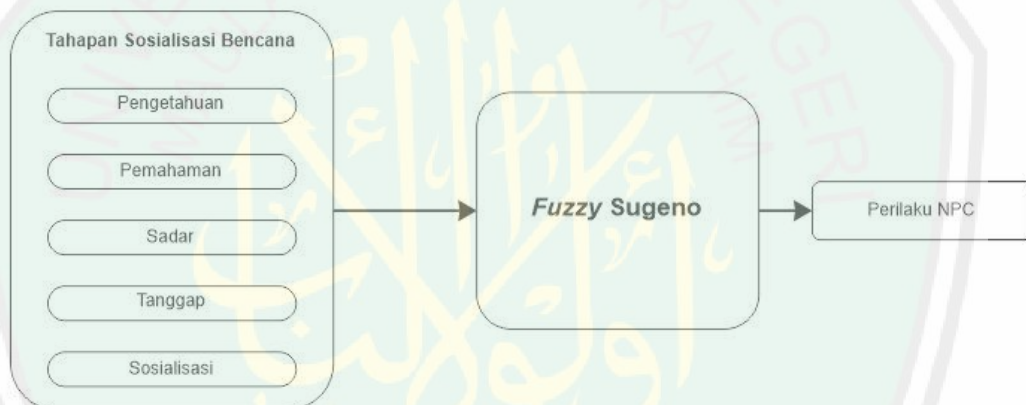
IF $(x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ$

$(x_N \text{ is } A_N)$ THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$

Dengan A_i yang merupakan suatu himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, dan P_i merupakan suatu konstanta (tegas) ke- i dan selain itu q juga sama dengan konstanta pada konsekuen. Apabila suatu komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzifikasinya dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (Irfan, Ayuningtias, & Jumadi, 2018).

3.1.1. Keterangan Umum *Game*

Game yang dibuat adalah *game* pembelajaran bergenre *Quiz Game* dengan isi konten pengetahuan tentang mitigasi bencana gunung meletus. Nama dari *game* yaitu Sosialisasi Mitigasi Bencana, karena misinya adalah memberikan pengetahuan, pemahaman, kesadaran, dan tanggap mengenai bencana gunung meletus kepada NPC. Dalam *game* mempunyai karakter sebagai pemain yang nantinya akan digunakan oleh pemain atau penffuna, karakter siswa yang diberikan sosialisasi adalah karakter NPC dijalankan secara otomatis oleh sistem komputer. Berikut ini merupakan model *game* yang akan dibuat.



Gambar 3. 2 Desain perilaku NPC menggunakan *fuzzy Sugeno*

3.1.2. *Storyline*

Storyline dalam *game* adalah siswa yang mendapatkan amanah dari gurunya untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan mengenai mitigasi gunung meletus kepada teman-temannya, selain itu sebelum *player* mendapat misi dari guru *player* harus menjawab terlebih dahulu semua pertanyaan yang diberikan mengenai mitigasi gunung meletus dari gurunya. *Player* diharuskan menjawab soal pertanyaan yang diberikan dengan tepat dan benar untuk memberikan pengetahuan mengenai mitigasi bencana gunung meletus.. Apabila *player* tidak bisa

menjawab semua pertanyaan dengan tepat dan benar, maka *player* dapat memilih dua kondisi yaitu bermain lagi atau lanjut ke misi selanjutnya. Namun dalam perjalanannya memberikan sosialisasi kepada teman-temannya (NPC), *player* akan dihadapkan dengan empat NPC yang mempunyai tingkat pemahaman dan pengetahuan mengenai mitigasi gunung meletus yang berbeda, dimana *player* harus memberikan pemahaman dan pengetahuan kepada masing-masing empat NPC.

Pada *game* ini mempunyai beberapa materi mengenai penanganan mitigasi bencana gunung meletus, dimana setiap materi akan berhubungan dengan NPC yang akan disosialisasikan oleh pemain yang mana NPC memiliki tingkat pengetahuan berbeda. Soal akan diberi nilai dengan cara jumlah nilai soal yang benar dibagi dengan jumlah soal, lalu dikali 100, seperti rumus berikut:




$$\text{hasil} = \frac{\text{Jumlah soal benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100 \quad (1)$$




Misalnya jika pemain hanya dapat memberi jawaban 5 dari 10 soal yang diberikan, maka dapat dirumuskan $\frac{5}{10} \times 100 = 50$ maka nilainya adalah 50. Jika hasil nilai pemain kurang dari 100 maka pemain dapat memilih lagi untuk mencoba menjawab soal pertanyaan yang diberikan atau melanjutkan permainan langsung. Pada tahapan selanjutnya yaitu misi untuk mensosialisasikan kepada teman-temannya mengenai mitigasi bencana gunung meletus. Data pertanyaan yang ada pada *game* ini merupakan materi mengenai mitigasi gunung meletus. Adapun materi-materi yang disajikan adalah pelajaran mengenai cara penyelamatan dari bencana gunung meletus jika sewaktu-waktu terjadi.

3.1.3. Storyboard

Pada *game* ini memiliki *storyboard* sesuai dengan *storyline* yang telah dijelaskan. Adapun *storyboard* dari *game* sebagai berikut:

Tabel 3. 1 *Storyboard game*

NO.	GAMBAR	KETERANGAN
1.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	<p>Awal pertama pemain akan diberikan penjelasan mengenai misi yang ada dalam <i>game</i>. Selain itu pemain juga diberi materi mengenai mitigasi bencana gunung api untuk dipahami oleh pemain</p>
2.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	<p>Kemudian pemain harus mencari keberadaan NPC-utamadisekitar sekolah untuk diberikan soal materi yang harus dijawab oleh pemain dengan tujuan memberikan pengetahuan dan pemahaman mengenai mitigasi bencana gunung meletus.</p>
3.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	<p>Apabila dapat menjawab soal pertanyaan dengan sempurna, maka pemain telah menyelesaikan misi pertama dan dianggap mampu untuk melanjutkan ke misi selanjutnya yaitu mensosialisasikan kepada teman-temannya.</p>

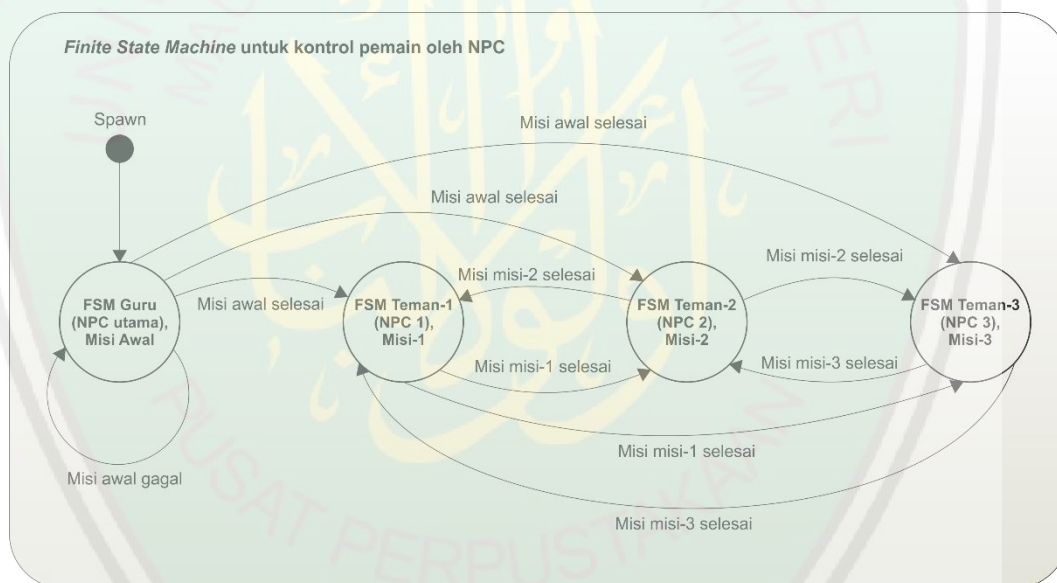
NO.	GAMBAR	KETERANGAN
4.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	Kondisi dimana pemain diharuskan untuk mencari dan memberi pemahaman kepada NPC 1 yang berada di salah satu kelas.
5.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	Kemudian, pemain diharuskan juga untuk mencari dan memberi pemahaman kepada NPC 2 yang berada di laboratorium.
6.	 <p>Sumber : (“Digital Storytelling,” 2019)</p>	Kemudian, pemain diharuskan juga untuk mencari dan memberi pemahaman kepada NPC 3 yang berada di Perpustakaan.

3.1.4. Finite State Machine (FSM)

Rancangan prinsip kerja sistem menggunakan model FSM yang digambarkan meliputi FSM untuk kontrol pemain oleh NPC, penyesuaian tingkah laku NPC, dan seleksi pemain yang diizinkan berlanjut ke domain berikutnya.

3.1.4.1. FSM Kontrol Pemain oleh NPC

Sistem permainan menciptakan sejumlah karakter tidak bermain (NPC) namun tidak semua NPC dapat berdiskusi dengan *playable character* (PC). Diskusi pemain dengan NPC dilakukan ketika pemain memberikan informasi atau arahan untuk kegiatan berikutnya. Arahan ke pemain diperoleh melalui cara mendekati pemain ke NPC. Rancangan *finite state* akan di jelaskan pada Gambar 3.3.

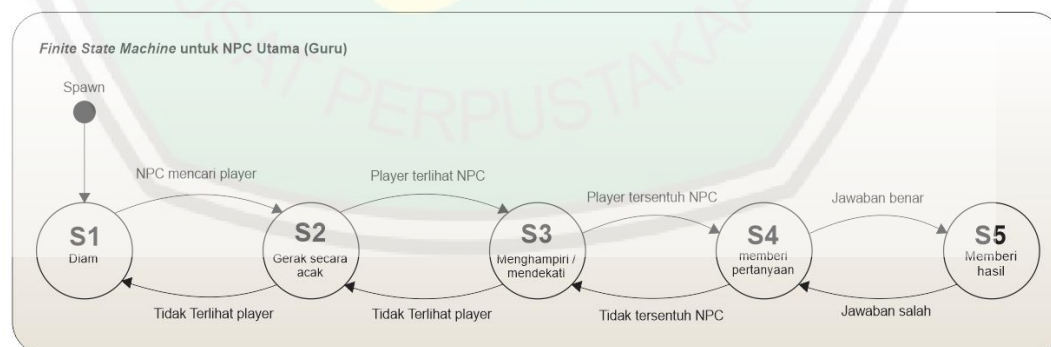


Gambar 3. 3 Finite State Machine kontrol pemain oleh NPC

Pada Gambar 3.3 yang diawali dengan *spawn*, pemain masuk ke *game* setelah melewati menu utama. Tugas pemain adalah menuntaskan misi awal untuk bisa melanjutkan misi selanjutnya. Hal ini dilakukan dengan cara pemain menjawab seluruh soal pertanyaan yang diberikan guru (NPC). Pertanyaan yang diberikan berupa *quiz* yang harus diselesaikan pemain. Apabila guru menyatakan bahwa pemain telah menyelesaikan dan lolos pada misi ini, maka pemain akan diberi izin

untuk melanjutkan ke misi berikutnya. Setelah menyelesaikan misi awal, pemain dapat melanjutkan misi ke misi-1, misi-2, dan misi-3 dengan memilih misi yang diinginkan dengan cara mencari NPC yang telah terbagi di beberapa tempat dalam sekolah. Seperti dari misi awal, pemain dapat melanjutkan ke misi-1 terlebih dahulu, atau misi-2 terlebih dahulu atau misi-3 terlebih dahulu. Setiap misi lanjutan akan dipilih oleh pemain dan diharapkan pemain dapat memainkan hingga tuntas setiap misi. Bila pemain belum memenuhi ketuntasan misi yang dipilih, maka FSM akan memberikan pilihan untuk melanjutkan permainan atau keluar dari permainan. Bila pemain memilih melanjutkan permainan dari misi yang belum dituntaskan, maka FSM akan mengulang permainan. Bila pemain dapat memenuhi seluruh misi yang diberikan, maka permainan selesai. Pada akhir permainan, maka *game* akan memberikan hasil pencapaian yang diperoleh pemain. Dan nilai yang diberikan terdiri dari kemampuan pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap dan sosialisasi.

Pengaplikasian detail pada *finite state* pada NPC utama (guru) akan dijelaskan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 FSM kontrol oleh NPC utama

Pada Gambar 3.4 menunjukkan kejadian dimana *state* awal (S1) NPC utama dalam keadaan diam dan pada *state* kedua (S2) NPC utama menunjukkan gerakan acak sebagai tanda yang menunjukkan pencarian *player*. Kemudian pada *state*

ketiga (S3) NPC utama akan melakukan tindakan untuk menghampiri *player* jika NPC utama melihat atau menemukan *player* dan dilanjutkan ke *state* keempat (S4) yaitu NPC utama memberikan pertanyaan sebagai pengujian pengetahuan untuk *player*. Kemudian pada *state* kelima (S5) NPC utama akan memberikan hasil dari jawaban *player* untuk menentukan berhasil atau tidaknya *player* menjawab semua pertanyaan.

Pada pengaplikasian detail pada *finite state* pada NPC siswa gambar *state* dan juga alur pada *game* akan di jelaskan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 FSM kontrol oleh NPC 1, NPC 2, dan NPC 3

Dari Gambar 3.5 menjelaskan bahwa NPC 1, NPC 2, dan NPC 3 mempunyai FSM yang sama dengan yang mana diwakilkan oleh satu NPC yaitu NPC siswa. Pada *state* awal(S1) NPC siswa dalam keadaan diam dan pada *state* kedua (S2) NPC siswa menunjukkan gerakan acak sebagai tanda yang menunjukkan pencarian *player*. Kemudian pada *state* ketiga (S3) NPC siswa akan melakukan tindakan untuk menghampiri *player* jika NPC siswa melihat atau menemukan *player* dan dilanjutkan ke *state* keempat (S4) yaitu NPC siswa berdialog dengan *player* sebagai bentuk sosialisasi yang dilakukan oleh *player*. Pada *state* kelima (S5) yaitu variabel

tingkat kemampuan dari NPC akan berubah sebagai bentuk perilaku reaksi dari NPC siswa.

3.2. Analisa dan Rancangan Sistem

3.2.1. Design Perancangan Game

Perancangan *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus merupakan *game* dekstop berbasis komputer (PC) atau laptop dengan menggunakan bahasa pemrograman javascript, C# (C *shrap*) dan Boo. Dalam perancangan *game* akan dijelaskan menggunakan *design* perancangan *game*, *design* skenario, *design* *gameplay*, dan *design* kemampuan setiap NPC dengan menggunakan aplikasi *coreldraw*, *unity*, dan *blender*, serta memanfaatkan media Internet pada *website* www.mixamo.com untuk membuat *rigging* pada NPC.

3.2.2. Design Skenario

Game ini bercerita tentang karakter laki-laki (*player*) kelas 4 sekolah dasar, dekat lokasi gunung yang berstatus aktif. *player* berkeinginan untuk menjadi sukarelawan untuk memberikan sosialisasi di sekolahnya. Oleh karena itu karakter utama berkeinginan untuk mempelajari segala hal tentang mitigasi gunung meletus dan tetap *survive* setelah bencana gunung meletus terjadi. Selain itu, karakter utama juga berkeinginan untuk menyelamatkan teman-teman. Terdapat tiga karakter teman dekatnya yang selalu bermain bersamanya yaitu NPC 1, NPC 2, dan NPC 3.

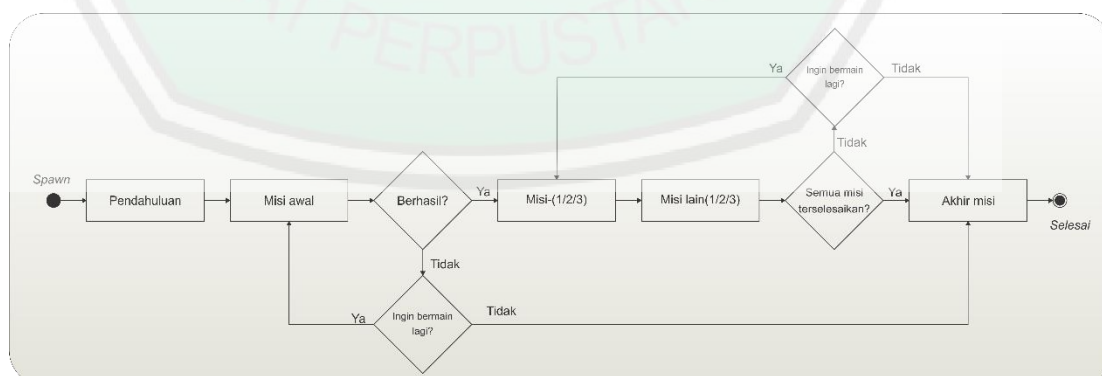
3.2.3. Design Gameplay

Perumusan *gameplay* pada game “Sosialisasi Mitigasi Bencana Gunung Meletus” mempunyai beberapa aturan, yaitu :

1. *Game* hanya dapat dimainkan oleh satu pemain (*singleplayer*).
2. *Game* bergenre *Third Person Shooter*.

3. *Game* terdiri dari 4 lokasi yaitu ruang guru, ruang kelas, perpustakaan, dan laboratorium.
4. Pemain akan memainkan karakter utama (*player*) dengan melakukan interaksi terhadap NPC.
5. NPC terdiri dari guru (NPC utama) dan NPC siswa yaitu NPC 1, NPC 2, dan NPC 3.
6. Pemain melakukan interaksi dengan NPC dengan cara menjalankan karakter utama hingga bersentuhan dengan NPC dan kemudian menekan tombol F pada keyboard.
7. Untuk kemampuan sosialisasi, dilakukan dengan melakukan interaksi dengan NPC 1, NPC 2 dan NPC 3.
8. Setelah pemain meningkatkan pengetahuan mitigasi bencana maka pemain harus melakukan interaksi dengan NPC 1 hingga NPC 3 agar pemain dapat memberikan informasi mengenai penyelamatan kepada ketiga temannya dari bencana gunung meletus.

Desain *gameplay* dari *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus dijelaskan pada Gambar3.6.



Gambar 3. 6 Desain Gameplay

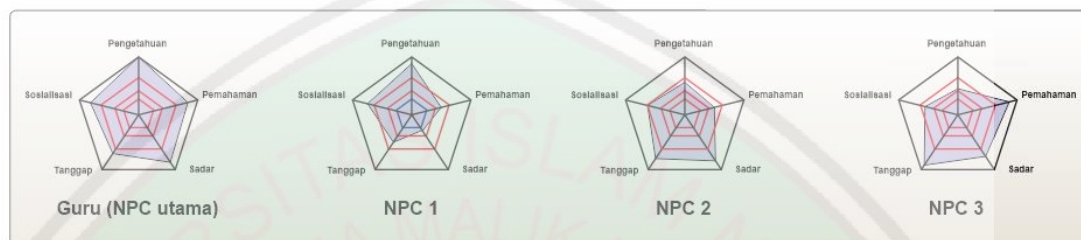
Berdasarkan Gambar 3.6 maka setelah pemain masuk ke permainan pada *game*, pada pendahuluan pemain akan diberikan penjelasan singkat mengenai tujuan atau misi yang akan menjadi tugas dalam *game*. Selanjutnya menuju tahap misi awal, berdasarkan gambar *gameplay*, pemain akan melakukan pencarian terhadap guru (NPC) untuk menyelesaikan misi awal sebagai syarat untuk bisa melanjutkan misi selanjutnya. Pada tahap berikutnya, pemain akan dihadapkan pada dua pilihan yaitu berhasil menyelesaikan misi awal atau tidak, jika pemain berhasil menyelesaikan misi awal maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya, sebaliknya jika pemain tidak menyelesaikan misi awal maka pemain dihadapkan untuk memilih main lagi atau lanjut. Bila pemain memilih main lagi, maka pemain akan mengulang lagi hingga pemain dapat menuntaskan misi awal. Bila pemain memilih untuk melanjutkan permainan, maka misi selanjutnya akan terbuka. Pada pemain yang dapat menyelesaikan misi awal, pemain akan dihadapkan untuk memilih misi-1, misi-2, atau misi-3.

Selanjutnya setelah menyelesaikan satu misi, maka pemain dihadapkan dengan misi yang lain (belum diselesaikan) dengan tujuan untuk diselesaikan semua misi. Pada saat bermain, pemain memberikan informasi sesuai dengan dengan cara berdialog kepada teman (NPC siswa) dengan tujuan sebagai bentuk sosialisasi yang dilakukan oleh pemain. Berdasarkan variabel tingkat kemampuan teman (NPC siswa) pemain dapat mengetahui pemahaman setelah disosialisasikan dari teman (NPC siswa). Selanjutnya setelah itu, pemain akan di hadapkan dengan dua pilihan yaitu ingin menyelesaikan semua misi atau tidak. Jika ingin menyelesaikan semua misi, maka pemain harus mencari teman lain. Bila pemain memilih untuk

tidak menyelesaikan misi maka pemain akan dihadapkan dengan akhiri permainan dan selesai.

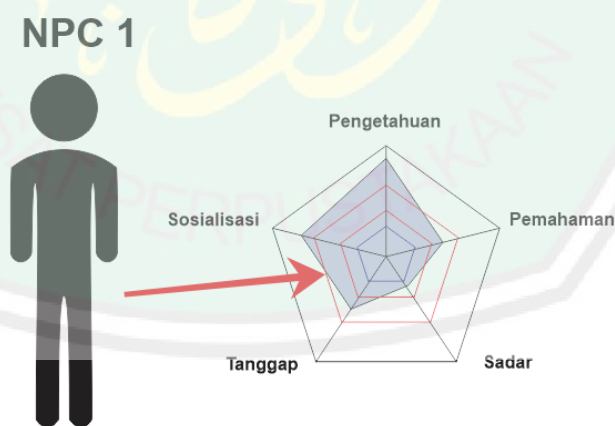
3.2.4. *Design* Kemampuan setiap NPC

Adapun desain kemampuan setiap NPC yang terdapat pada *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus dijelaskan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Kemampuan setiap NPC (Nugroho, Yuniarno, & Hariadi, 2019)

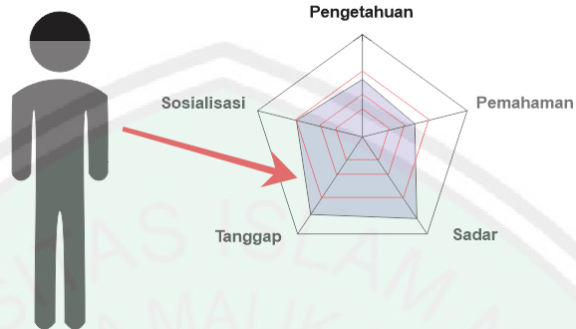
Pada saat bermain, ada lima NPC yang memiliki lima kategori kemampuan yang dimiliki. Dimana kemampuan itu terdiri dari pengetahuan bencana, pemahaman bencana, sadar bencana, tanggap bencana dan sosialisasi bencana. Pengaturan besar kecilnya kemampuan awal pemain dan NPC dilakukan secara acak.



Gambar 3. 8 Kemampuan NPC 1

Adapun tingkat kemampuan pada NPC 1 yaitu NPC 1 memiliki kemampuan sosialisasi dan pengetahuan yang cukup tinggi, namun memiliki pemahaman, sadar, dan tanggap yang rendah.

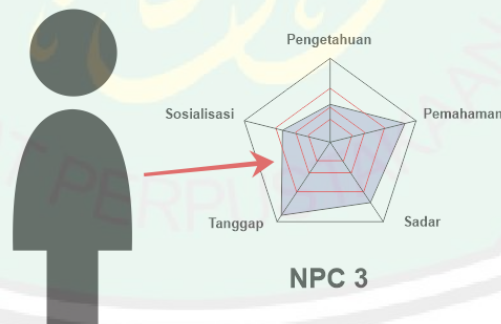
NPC 2



Gambar 3. 9 Kemampuan NPC 2

Adapun tingkat kemampuan pada NPC 2 yaitu NPC 2 sudah memiliki sadar dan tanggap bencana yang cukup tinggi, sosialisasi dan pengetahuan yang cukup, namun rendah pada pemahaman.

NPC 3



Gambar 3. 10 Kemampuan NPC 3

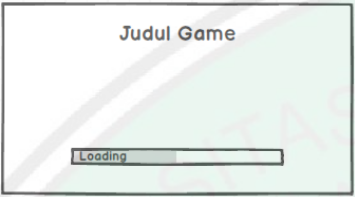

Adapun tingkat kemampuan pada NPC 3 yaitu NPC 3 sudah memiliki pemahaman dan tanggap yang tinggi, namun pengetahuan dan sosialisasi yang rendah, dan memiliki sadar yang cukup.

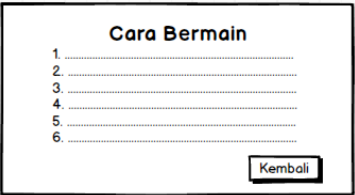

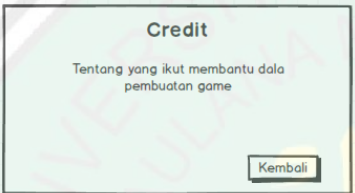

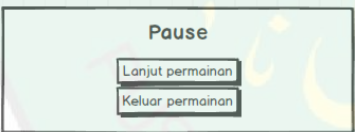

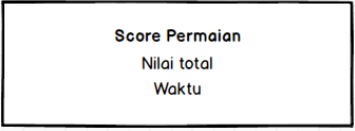
3.4. Rancangan *User Interface*

Pada *game* ini memiliki desain *game* yang telah yang ditunjukkan pada tabel

3.2. Adapun rancangan *user interface* dari *game* pada penelitian antara lain sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Rancangan *user interface*

No.	Frame	Isi	Keterangan
1.		<i>Splash Screen</i>	Tampilan awal sebelum memasuki menu <i>game</i> .
2.		Menu Utama : 1. Mulai 2. Cara bermain 3. Tentang 4. <i>Credit</i> 5. Keluar	1. Tombol “mulai” digunakan untuk memulai permainan. 2. Tombol “cara bermain” digunakan untuk mengetahui tata cara bermain. 3. Tombol “tentang” untuk mengetahui tujuan game dibuat dan profil dari pembuat. 4. Tombol “ <i>credit</i> ” untuk memberikan informasi tentang siapa saja yang membuat game. 5. Tombol “keluar” berfungsi sebagai jika ingin keluar dari permainan.

No.	Frame	Isi	Keterangan
3.		Cara bermain	Berisikan tata cara bermain <i>game</i> sosialisasi mitigasi bencana gunung api.
4.		Tentang <i>game</i> dan penulis	Berisikan mengenai <i>game</i> dan profil dari pembuat <i>game</i> .
5.		Tentang siapa saja yang membantu dalam pembuatan <i>game</i>	Berisikan mengenai siapa saja yang membantu dan keikutsertaan dalam pembuatan <i>game</i>
6.		Tampilan dalam <i>game</i>	Tampilan ketika telah memasuki permainan.
7.		Menu <i>pause</i> dalam <i>game</i>	Tampilan yang muncul ketika tombol "Esc" pada keyboard tekan dan muncul ketika <i>icon pause</i> ditekan
8.		Pemberian materi dalam bentuk pertanyaan	Tampilan yang muncul ketika pemain melakukan misi awal
9.		Pengumuman Score	Tampilan yang muncul ketika pemain mengakhiri permainan

3.6. Deskripsi Karakter

Didalam *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung api ini terdapat 5 karakter, yaitu: 1 karakter sebagai pemain, 1 karakter NPC sebagai seorang guru dan 3 karakter NPC sebagai siswa. Selain itu ada beberapa objek benda yang terdapat pada *game*. Dibawah ini merupakan penjelasan secara detail karakter dan objek dalam *game*:

a. Karakter Utama

Karakter utama berperan sebagai seorang siswa. Karakter utama nantinya akan menggunakan *free asset* pada unity. *Player* memiliki misi untuk dapat memahami setiap materi dan menjawab semua pertanyaan dengan benar yang diberikan oleh gurunya di dalam *game*. Selain itu *player* juga mempunyai misi untuk memberikan sosialisasi mengenai materi yang sudah didapatkan kepada teman-temannya.

b. Guru sebagai NPC utama (*Non Player Character*)

NPC utama pada *game* adalah guru. Tugas dari NPC guru adalah memberikan pengetahuan materi dalam bentuk pertanyaan terhadap *player*. Didalam tahap ini *player* diharuskan jawaban semua pertanyaan dengan benar dan akan mendapatkan nilai. Nilai yang digunakan agar bisa mengukur pemahaman *player* mengenai materi yang telah diberikan. Karakter NPC utama nantinya akan menggunakan *free asset* pada unity.

c. NPC Siswa sebagai teman (*Non Player Character*)

Tugas dari NPC ini adalah memberikan respon melalui dialog terhadap *player*. Jadi *player* harus menemui NPC dulu dan memberikan sosialisasi dalam bentuk dialog kepada NPC.

3.6. Penerapan Algoritma *Fuzzy Logic Sugeno*

Perubahan perilaku NPC dirancang dengan *fuzzy logic*. Model *fuzzy* yang dipakai yaitu *fuzzy Sugeno*. Hal ini dikarenakan output dari model *fuzzy Sugeno* dapat berupa konstanta tegas yang dapat mewakili nilai dari aksi yang telah didesain sebelumnya.

a. Nilai *Linguistic* dan Variabel *Fuzzy*

Fuzzy Logic akan memberikan aksi yang berbeda pada setiap total nilai jawaban yang diberikan kepada *player*. Pada logika *fuzzy* yang dibuat, terdapat 5 variabel *linguistic* untuk menentukan perilaku aksi musuh, di antara lain variabel pengetahuan, variabel pemahaman, variabel sadar, variabel tanggap, dan variabel sosialisasi. Setiap variabel mewakili tingkat kemampuan dan kecerdasan dari NPC.

1. Variabel pengetahuan

Pengetahuan adalah merupakan hasil variabel NPC yang menunjukkan tingkat pengetahuan mengenai gunung api, dalam jumlah pengetahuan yang dibagi menjadi tiga himpunan, di antara lain: Kurang pengetahuan, Cukup pengetahuan, dan Baik pengetahuan.

2. Variabel pemahaman

Pemahaman adalah merupakan hasil variabel NPC yang menunjukkan tingkat pemahaman mengenai materi informasi, dalam jumlah pemahaman yang dibagi menjadi tiga himpunan, di antara lain: Kurang pemahaman, Cukup pemahaman, dan Baik pemahaman.

3. Variabel Sadar

Sadar adalah merupakan hasil variabel NPC yang menunjukkan tingkat kesadaran mengenai mitigasi gunung api, dalam jumlah sadar yang dibagi menjadi tiga himpunan, diantara lain: Kurang sadar, Cukup sadar, dan Baik sadar.

4. Variabel Tanggap

Tanggap adalah merupakan hasil variabel NPC yang menunjukkan tingkat cepat tanggap mengenai mitigasi gunung api, dalam jumlah tanggap yang dibagi menjadi tiga himpunan, diantara lain: Kurang tanggap, Cukup tanggap, dan Baik tanggap.

5. Variabel Sosialisasi

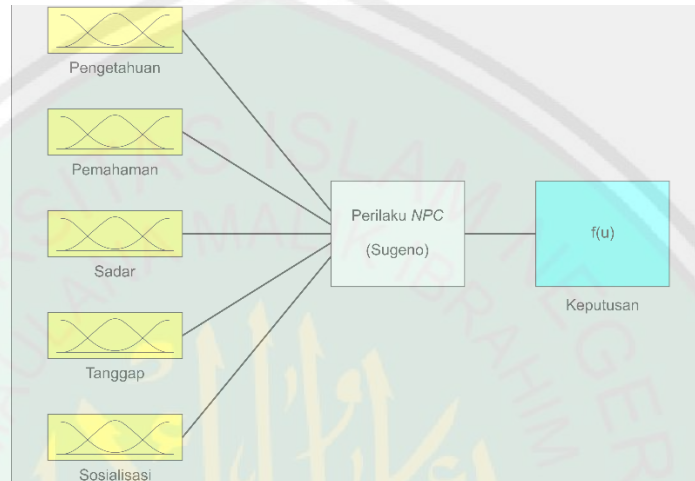
Sosialisasi adalah merupakan hasil variabel NPC yang menunjukkan tingkat sosialisasi terhadap orang lain, dalam jumlah sosialisasi yang dibagi menjadi tiga himpunan, diantara lain: Kurang sosialisasi, Cukup sosialisasi, dan Baik sosialisasi.

6. *Output* variabel keputusan

Output variable keputusan akan dibagi menjadi tiga yaitu: Dialog pesan ”Maaf saya tidak mengerti apa yang kamu bicarakan” (disingkat: Afwan), dialog pesan “Terima kasih, saya jadi agak mengerti cara untuk mitigasi gunung Meletus” (disingkat: syukron), dan dialog pesan “Alhamdulillah dan terima kasih. saya jadi mengerti apa yang saya lakukan jika terjadi bencana gunung meletus” (disingkat: Alhamdulillah).

b. *Fuzzyfikasi*

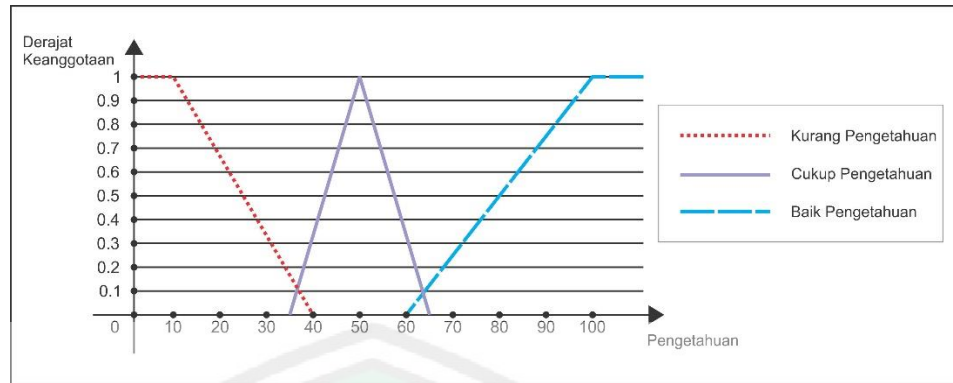
Merupakan proses mengubah masukan dari bentuk *crisp* (tegas) menjadi variabel linguistik (*fuzzy*) yang gambarkan berupa bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* yang mana setiap variabel linguistik memiliki fungsi keanggotaan masing-masing.



Gambar 3. 11 Fuzzyfikasi

Dari *Fuzzy Interface* sistem yang dibuat, maka pemetaan himpunan *fuzzy* adalah sebagai berikut:

1. Variabel pengetahuan, ada tiga himpunan yaitu: Kurang pengetahuan, Cukup pengetahuan, dan Baik pengetahuan. Nilai *range* pada variabel pengetahuan yaitu rentang nilai 0 – 100, seperti berikut berikut.
 - a. Kurang pengetahuan = 0 – 40
 - b. Cukup pengetahuan = 35 – 65
 - c. Baik pengetahuan = 60 – 100



Gambar 3.12 Keanggotaan pengetahuan

Dari Gambar 3.12, memperlihatkan grafik masukkan dari variabel pengetahuan mempunyai nilai *range* 0 sampai 100. Nilai linguistik pada variabel pengetahuan yaitu Kurang pengetahuan, Cukup pengetahuan, dan Baik pengetahuan, yang mana nilainya yang berbeda. Himpunan *fuzzy* kurang pengetahuan memiliki nilai *range* 0 sampai 40, himpunan *fuzzy* cukup pengetahuan memiliki nilai *range* 35 sampai 65, dan himpunan *fuzzy* baik pengetahuan memiliki nilai *range* 60 sampai 100. Pada fungsi *representasi* linier turun digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “kurang pengetahuan”, fungsi *representasi* kurva segitiga digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “cukup pengetahuan”, dan fungsi *representasi* linier naik digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “baik pengetahuan”. Perhitungan manual dari setiap fungsi yaitu sebagai berikut:

Representasi linier turun: Kurang pengetahuan

$$\mu_{\text{Kurang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ \frac{40 - x}{40 - 35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases}$$

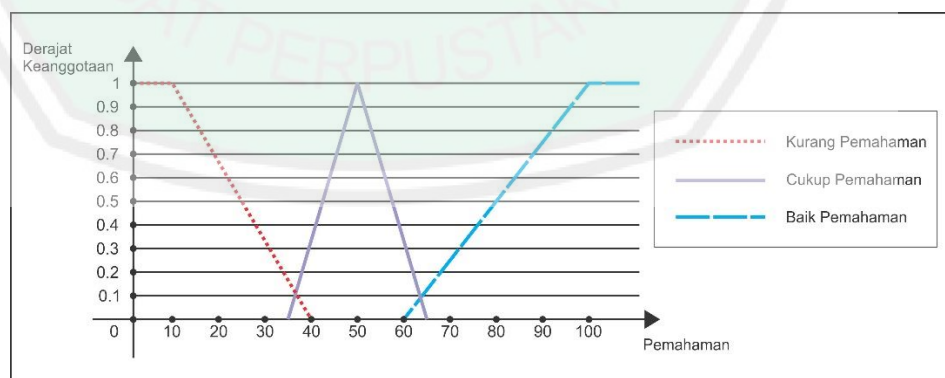
Representasi kurva segitiga: Cukup pengetahuan

$$\mu_{\text{Cukup}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 65 \text{ atau } x \leq 35 \\ \frac{x-35}{50-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Representasi linier Naik: Baik pengetahuan

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

2. Variabel pemahaman, ada tiga himpunan yaitu: Kurang pemahaman, Cukup pemahaman, dan Baik pemahaman. Nilai *range* pada variabel pemahaman yaitu rentang nilai 0 – 100, seperti berikut berikut.
- Kurang pemahaman = 0 – 40
 - Cukup pemahaman = 35 – 65
 - Baik pemahaman = 60 – 100



Gambar 3.13 Keanggotaan pemahaman

Pada Gambar 3. 13 memperlihatkan grafik masukkan dari variabel pemahaman mempunyai nilai *range* 0 sampai 100. Nilai linguistik pada variabel pemahaman yaitu Kurang pemahaman, Cukup pemahaman, dan Baik pemahaman, yang mana nilainya yang berbeda. Himpunan *fuzzy* kurang pemahaman memiliki nilai *range* 0 sampai 40, himpunan *fuzzy* cukup pemahaman memiliki nilai *range* 35 sampai 65, dan himpunan *fuzzy* baik pemahaman memiliki nilai *range* 60 sampai 100. Pada fungsi *representasi* linier turun digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “kurang pemahaman”, fungsi *representasi* kurva segitiga digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “cukup pemahaman”, dan fungsi *representasi* linier naik digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “baik pemahaman”. Perhitungan manual dari setiap fungsi yaitu sebagai berikut:

Representasi linier turun: Kurang pemahaman

$$\mu_{\text{Kurang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ \frac{40-x}{40-35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases}$$

Representasi kurva segitiga: Cukup pemahaman

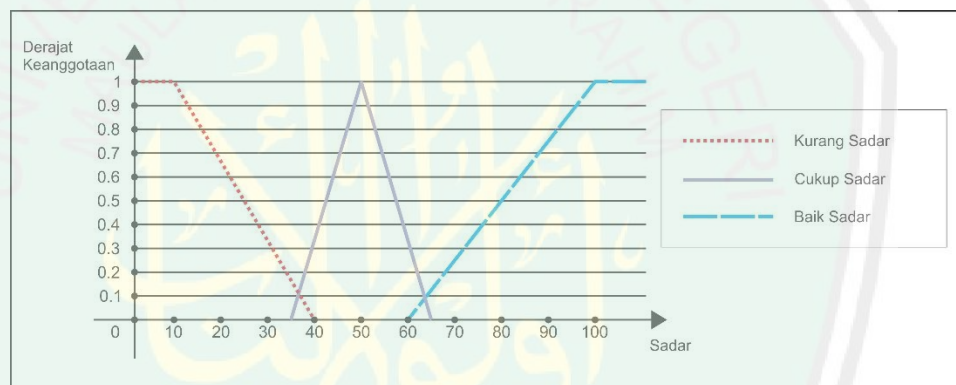
$$\mu_{\text{Cukup}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 65 \text{ atau } x \leq 35 \\ \frac{x-35}{50-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Representasi linier Naik: Baik pemahaman

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

3. Variabel sadar, ada tiga himpunan yaitu: Kurang sadar, Cukup sadar, dan Baik sadar. Nilai *range* pada variabel sadar yaitu rentang nilai 0 – 100, seperti berikut berikut.

- Kurang sadar = 0 – 40
- Cukup sadar = 35 – 65
- Baik sadar = 60 – 100



Gambar 3. 14 Keanggotaan sadar

Pada Gambar 3. 14 memperlihatkan grafik masukkan dari variabel sadar mempunyai nilai *range* 0 sampai 100. Nilai linguistik pada variabel sadar yaitu Kurang sadar, Cukup sadar, dan Baik sadar, yang mana nilainya yang berbeda. Himpunan *fuzzy* kurang sadar memiliki nilai *range* 0 sampai 40, himpunan *fuzzy* cukup sadar memiliki nilai *range* 35 sampai 65, dan himpunan *fuzzy* baik sadar memiliki nilai *range* 60 sampai 100. Pada fungsi *representasi* linier turun digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “kurang sadar”, fungsi *representasi* kurva segitiga digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “cukup sadar”, dan fungsi *representasi* linier

naik digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “baik sadar”. Perhitungan manual dari setiap fungsi yaitu sebagai berikut:

Representasi linier turun: Kurang sadar

$$\mu_{\text{Kurang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ \frac{40-x}{40-35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases}$$

Representasi kurva segitiga: Cukup sadar

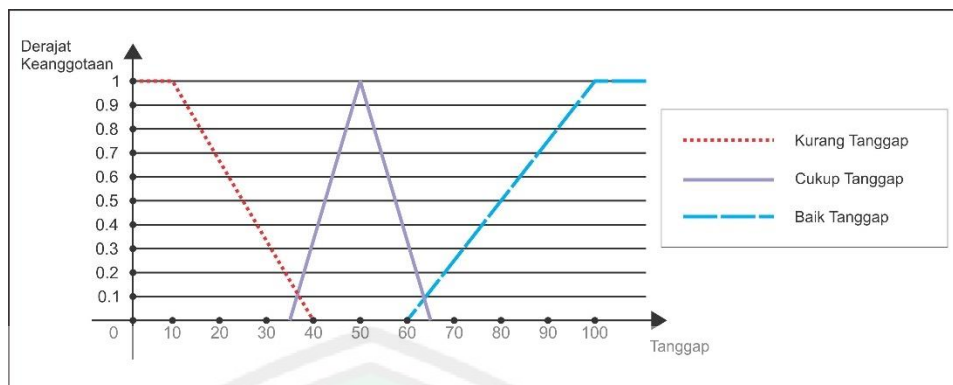
$$\mu_{\text{Cukup}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 65 \text{ atau } x \leq 35 \\ \frac{x-35}{50-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Representasi linier Naik: Baik sadar

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

4. Variabel tanggap, ada tiga himpunan yaitu: Kurang tanggap, Cukup tanggap, dan Baik tanggap. Nilai *range* pada variabel tanggap yaitu rentang nilai 0 – 100, seperti berikut berikut.

- a. Kurang tanggap = 0 – 40
- b. Cukup tanggap = 35 – 65
- c. Baik tanggap = 60 – 100



Gambar 3. 15 Keanggotaan tanggap

Pada Gambar 3. 15 memperlihatkan grafik masukkan dari variabel tanggap mempunyai nilai *range* 0 sampai 100. Nilai linguistik pada variabel tanggap yaitu Kurang tanggap, Cukup tanggap, dan Baik tanggap, yang mana nilainya yang berbeda. Himpunan *fuzzy* kurang tanggap memiliki nilai *range* 0 sampai 40, himpunan *fuzzy* cukup tanggap memiliki nilai *range* 35 sampai 65, dan himpunan *fuzzy* baik tanggap memiliki nilai *range* 60 sampai 100. Pada fungsi *representasi* linier turun digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “kurang tanggap”, fungsi *representasi* kurva segitiga digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “cukup tanggap”, dan fungsi *representasi* linier naik digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “baik tanggap”. Perhitungan manual dari setiap fungsi yaitu sebagai berikut:

Representasi linier turun: Kurang tanggap

$$\mu_{\text{Kurang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ \frac{40 - x}{40 - 35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases}$$

Representasi kurva segitiga: Cukup tanggap

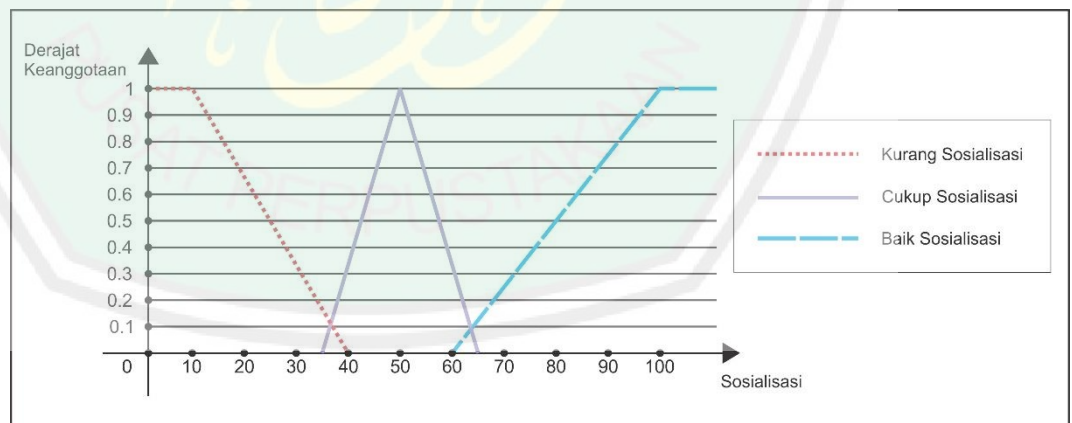
$$\mu_{\text{Cukup}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 65 \text{ atau } x \leq 35 \\ \frac{x-35}{50-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Representasi linier Naik: Baik tanggap

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

5. Variabel sosialisasi, ada tiga himpunan yaitu: Kurang sosialisasi, Cukup sosialisasi, dan Baik sosialisasi. Nilai *range* pada variabel sosialisasi yaitu rentang nilai 0 – 100, seperti berikut berikut.

- Kurang sosialisasi = 0 – 40
- Cukup sosialisasi = 35 – 65
- Baik sosialisasi = 60 – 100



Gambar 3. 16 Keanggotaan sosialisasi

Pada Gambar 3. 16 memperlihatkan grafik masukkan dari variabel sosialisasi mempunyai nilai *range* 0 sampai 100. Nilai linguistik pada variabel sosialisasi yaitu Kurang sosialisasi, Cukup sosialisasi, dan Baik

sosialisasi, yang mana nilainya yang berbeda. Himpunan *fuzzy* kurang sosialisasi memiliki nilai *range* 0 sampai 40, himpunan *fuzzy* cukup sosialisasi memiliki nilai *range* 35 sampai 65, dan himpunan *fuzzy* baik sosialisasi memiliki nilai *range* 60 sampai 100. Pada fungsi *representasi* linier turun digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “kurang sosialisasi”, fungsi *representasi* kurva segitiga digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “cukup sosialisasi”, dan fungsi *representasi* linier naik digambarkan oleh fungsi variabel linguistik “baik sosialisasi”. Perhitungan manual dari setiap fungsi yaitu sebagai berikut:

Representasi linier turun: Kurang sosialisasi

$$\mu_{\text{Kurang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ \frac{40-x}{40-35}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases}$$

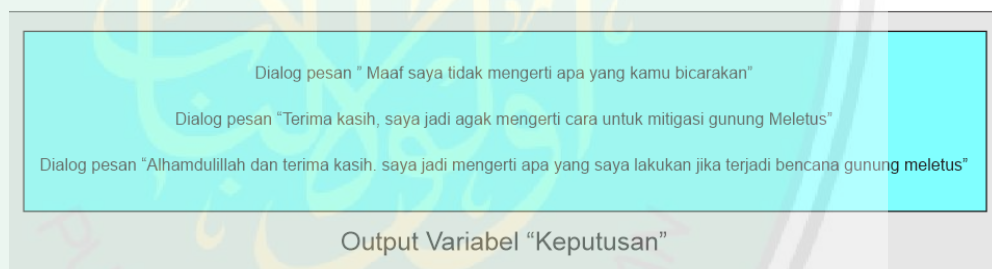
Representasi kurva segitiga: Cukup sosialisasi

$$\mu_{\text{Cukup}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 65 \text{ atau } x \leq 35 \\ \frac{x-35}{50-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Representasi linier Naik: Baik sosialisasi

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

6. Variabel *output* keputusan atau aksi mempunyai tiga nilai linguistik dengan nilai variabel yang bersifat konstan, diantara lain: Dialog pesan "Maaf saya tidak mengerti apa yang kamu bicarakan" (disingkat: Afwan), dialog pesan "Terima kasih, saya jadi agak mengerti cara untuk mitigasi gunung Meletus" (disingkat: Syukron), dan dialog pesan "Alhamdulillah dan terima kasih. saya jadi mengerti apa yang saya lakukan jika terjadi bencana gunung meletus" (disingkat: Alhamdulillah).



Gambar 3. 17 Variabel Output (Keputusan)

c. *Rule Base*

Berikut ini adalah aturan yang dibuat dalam menentukan keputusan yang dibuat oleh NPC. Terdapat 243 aturan yang dibuat, yaitu:

Tabel 3. 3 *Rule*

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
1	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
2	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
14	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
15	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
23	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
24	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
75	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
135	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
216	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
234	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
240	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
242	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Alhamdulillah
243	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah

Dalam Tabel 3.3 dapat di lihat bahwa pada *rule* 1 dan 2, memiliki keluaran “Afwan”, untuk keluaran *rule* 14, 15, 23, 24, dan 75 adalah “Syukron”, sedangkan pada *rule* 135, 216, 234, 240, 242, dan 243 keluaran berupa

“Alhamdulillah”. Untuk rule yang lebih detail mulai rule 1 hingga rule 243 diperlihatkan dalam lampiran.

d. *Defuzzifikasi*

Fungsi yang digunakan yaitu implikasi MIN dan proses *defuzzifikasi* dilakukan menggunakan metode Rata-Rata (*Average*) dengan rumus:

$$Z = \frac{\sum a_i z_i}{\sum a_i} \quad (2)$$

Z = Keputusan

a_i = Nilai derajat keanggotaan

z_i = Nilai keputusan keanggotaan

Melalui proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai minimum yang ada dalam proses kedua dan penetapan nilai z , maka dapat dihasilkan a_i dan z_i dari setiap *rule*.

3.7. Contoh Perhitungan

Berdasarkan *rule* yang telah dibuat akan dilakukan perhitungan secara manual pada logika *fuzzy* Sugeno. Dengan nilai pengetahuan NPC 40, pemahaman NPC 60, sadar NPC 55, tanggap NPC 80, sosialisasi NPC 80 maka proses untuk memperoleh keluaran keputusan adalah seperti berikut:

a. *Fuzzyfikasi*

Fuzzyfikasi adalah mekanisme pemetaan suatu nilai tegas *input* pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap, serta sosialisasi pada himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan derajat keanggotaan.

Perhitungan *fuzzyfikasi* variabel pengetahuan dengan nilai 40:

$$\mu_{\text{Pengetahuan Kurang}} [40] = 0; \text{Pengetahuan} \geq 40$$

$$\mu \text{ Pengetahuan Cukup [40]} = \frac{40 - 35}{50 - 35} = 0,3; 35 < \text{Pengetahuan} < 50$$

$$\mu \text{ Pengetahuan Baik [40]} = 0; \text{Pengetahuan} \leq 60$$

Perhitungan fuzzyfikasi variabel pemahaman dengan nilai 60:

$$\mu \text{ Pemahaman Kurang [60]} = 0; \text{Pemahaman} \geq 40$$

$$\mu \text{ Pemahaman Cukup [60]} = \frac{65 - 60}{65 - 50} = 0,3; 50 < \text{Pemahaman} < 65$$

$$\mu \text{ Pemahaman Baik [60]} = 0; \text{Pemahaman} \leq 60$$

Perhitungan fuzzyfikasi variabel sadar dengan nilai 55:

$$\mu \text{ Sadar Kurang [55]} = 0; \text{Sadar} \geq 40$$

$$\mu \text{ Sadar Cukup [55]} = \frac{65 - 55}{65 - 50} = 0,7; 50 < \text{Sadar} < 65$$

$$\mu \text{ Sadar Baik [55]} = 0; \text{Sadar} \leq 60$$

Perhitungan fuzzyfikasi variabel tanggap dengan nilai 80:

$$\mu \text{ Tanggap Kurang [80]} = 0; \text{Tanggap} \geq 40$$

$$\mu \text{ Tanggap Cukup [80]} = 0; \text{Tanggap} \geq 65$$

$$\mu \text{ Tanggap Baik [80]} = \frac{80 - 60}{100 - 60} = 0,5; 60 < \text{Tanggap} < 100$$

Perhitungan fuzzyfikasi variabel sosialisasi dengan nilai 80:

$$\mu \text{ Sosialisasi Kurang [80]} = 0; \text{Sosialisasi} \geq 40$$

$$\mu \text{ Sosialisasi Cukup [80]} = 0; \text{Sosialisasi} \geq 65$$

$$\mu \text{ Sosialisasi Baik [80]} = \frac{80 - 60}{100 - 60} = 0,5; 60 < \text{Sosialisasi} < 100$$

b. Implikasi

Yaitu dimana setiap variabel dibandingkan kesesuaian dengan *rule fuzzy* yang telah dibuat sebelumnya, dan pada *fuzzy Sugeno* menggunakan fungsi minimum.

Rule 1:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Kurang sadar) and (Tanggap is Kurang tanggap) and (Sosialisasi is Kurang sosialisasi) then (Keputusan is Afwan)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0, 0, 0) = 0$$

Rule 2:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Kurang sadar) and (Tanggap is Kurang tanggap) and (Sosialisasi is Cukup sosialisasi) then (Keputusan is Afwan)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0, 0, 0) = 0$$

Rule 14:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Cukup sadar) and (Tanggap is Cukup tanggap) and (Sosialisasi is Cukup sosialisasi) then (Keputusan is Syukron)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0,7, 0, 0) = 0$$

Rule 15:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Cukup sadar) and (Tanggap is Cukup tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Syukron)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0,7, 0, 0,5) = 0$$

Rule 23:

Ifb(Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Cukup tanggap) and (Sosialisasi is Cukup sosialisasi) then (Keputusan is Syukron)

➤ $\text{MIN} (0, 0, 0, 0, 0) = 0$

Rule 24:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Kurang Pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Cukup tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Syukron)

➤ $\text{MIN} (0, 0, 0, 0, 0,5) = 0$

Rule 75:

If (Pengetahuan is Kurang pengetahuan) and (Pemahaman is Baik pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Kurang tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Syukron)

➤ $\text{MIN} (0, 0, 0, 0, 0,5) = 0$

Rule 135:

If (Pengetahuan is Cukup pengetahuan) and (Pemahaman is Cukup pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Baik tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

➤ $\text{MIN} (0,3, 0,3, 0, 0,5, 0,5) = 0$

Rule 216:

If (Pengetahuan is Baik Pengetahuan) and (Pemahaman is Cukup pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Baik tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

➤ $\text{MIN} (0, 0,3, 0, 0,5, 0,5) = 0$

Rule 234:

If (Pengetahuan is Baik Pengetahuan) and (Pemahaman is Baik pemahaman) and (Sadar is Cukup sadar) and (Tanggap is Baik tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0,7, 0,5, 0,5) = 0$$

Rule 240:

If (Pengetahuan is Baik Pengetahuan) and (Pemahaman is Baik pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Cukup tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0, 0, 0,5) = 0$$

Rule 242:

If (Pengetahuan is Baik Pengetahuan) and (Pemahaman is Baik pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Baik tanggap) and (Sosialisasi is Cukup sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0, 0,5, 0) = 0$$

Rule 243:

If (Pengetahuan is Baik Pengetahuan) and (Pemahaman is Baik pemahaman) and (Sadar is Baik sadar) and (Tanggap is Baik tanggap) and (Sosialisasi is Baik sosialisasi) then (Keputusan is Alhamdulillah)

$$\triangleright \text{MIN } (0, 0, 0, 0,5, 0,5) = 0$$

c. *Defuzzy*

Setelah dilakukan implikasi, langkah selanjutnya melakukan defuzzifikasi yaitu menentukan variabel linguistik keputusan pada setiap *rule* yang telah dibuat, yaitu

1. Afwan nilainya adalah 1
2. Syukron nilainya adalah 2
3. Alhamdulillah nilainya adalah 3

Setelah menentukan variabel linguistik, kemudian dihitung menggunakan rumus rata-rata (*average*). Melalui proses implikasi maka didapatkan nilai minimum dan penetapan nilai z , sehingga didapatkan hasil a_i dan z_i dari setiap *rule*.

Tabel 3. 4 Defuzzy

Rule	Nilai a_i ke-	Nilai z_i ke-
1	0	1
2	0	1
14	0	2
15	0	2
23	0	2
24	0	2
75	0	2
135	0	3
216	0	3
234	0	3
240	0	3
242	0	3
243	0	3

Berdasarkan hasil dari Tabel 3.4, maka dapat dihitung nilai rata-rata (*average*) yang dapat dihasilkan melalui hasil perhitungan seperti berikut:

$$Keputusan = \frac{(0 \times 1) + (0 \times 1) + (0 \times 1) + \dots + (0 \times 2) + (0 \times 3) + (0 \times 3)}{0 + 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + 0} = 2 \quad (3)$$

Berdasarkan hasil yang didapat, maka NPC melakukan perilaku aksi Syukron sesuai dengan *rule* yang sudah ditentukan sebelumnya.

3.8. Rencana Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memvalidasi dan memverifikasi yaitu uji coba logika *Fuzzy Sugeno* dengan melihat kesesuaian nilai *output* dari setiap perubahan perilaku NPC (*Non Player Character*) pada *game* dengan nilai pada simulasi Matlab. Pengujian akan dilakukan sebanyak 10 kali uji coba dengan inputan yang berbeda-beda. Kemudian dihitung *presentase* dari masing-masing variabel *output* dengan menggunakan rumus:

$$Presentase(\%) = \frac{Bagian}{Keseluruhan} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan:

Bagian = Jumlah bagian yang akan dihitung persentasenya

Keseluruhan = Jumlah keseluruhan data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi serangkaian percobaan dan pengujian hasil pembuatan *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung meletus dengan mengimplementasikan metode *Finite State Machine* sebagai gambaran alur interaksi NPC (*Non Player Character*) dan metode *Fuzzy Sugeno* untuk menentukan keputusan aksi NPC (*Non Player Character*). Uji coba dilakukan dengan tujuan agar mengetahui apakah permainan tersebut berjalan sesuai rancangan. Hal tersebut bertujuan agar mendapatkan saran serta kesimpulan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan *game*.

4.1. Implementasi

Adalah proses penerapan hasil rancangan ke dalam *game* yang akan dibangun sesuai dengan perancangan yang dibuat sebelumnya pada bab III. Setelah proses implementasi maka akan dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan agar mengetahui apakah metode FSM (*finite state machine*) dan *fuzzy Sugeno* dapat berjalan sesuai dengan *rule* dan rancangan yang telah dibuat:

4.1.1. Implementasi *Fuzzy Sugeno*

Implementasi *fuzzy Sugeno* pada NPC musuh menggunakan 5 *inputan* yaitu pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap dan sosialisasi dengan masing-masing *inputan* memiliki 3 himpunan *fuzzy*, dan 3 *output* yaitu afwan, syukron, dan alhamdulillah. Berikut *source code* yang digunakan dalam mengimplementasikan *fuzzy Sugeno*:

1.) Proses Fuzzifikasi Pengetahuan NPC

Pengetahuan NPC memiliki tiga himpunan yaitu kurang pengetahuan, cukup pengetahuan, dan baik pengetahuan. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan dengan rincian: Kurang pengetahuan yang memiliki *range* (0 - 40), Cukup pengetahuan yang memiliki *range* (35 - 65), dan Baik pengetahuan memiliki (60 - 100). Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiPengetahuan

DEKLARASI
int pengetahuanNPC
float pengetahuanKurang, pengetahuanCukup, pengetahuanBaik

ALGORITMA
Start
Read (pengetahuanNPC)
  IF (pengetahuanNPC >= 40) then
    pengetahuanKurang = 0
  else IF (pengetahuanNPC >= 35) and (pengetahuanNPC <= 40) then
    pengetahuanKurang = (40 - pengetahuanNPC) / (40 - 35)
  else IF (pengetahuanNPC <= 35) then
    pengetahuanKurang = 1
  END IF

  IF (pengetahuanNPC >= 65) or (pengetahuanNPC <= 35) then
    pengetahuanCukup = 0
  else IF (pengetahuanNPC >= 35) and (pengetahuanNPC <= 50) then
    pengetahuanCukup = (pengetahuanNPC - 35) / (50 - 35)
  else IF (pengetahuanNPC >= 50) and (pengetahuanNPC <= 65) then
    pengetahuanCukup = (65 - pengetahuanNPC) / (65 - 50)
  END IF

  IF (pengetahuanNPC <= 60) then
    pengetahuanBaik = 0
  else IF (pengetahuanNPC >= 60) and (pengetahuanNPC <= 100) then
    pengetahuanBaik = (pengetahuanNPC - 60) / (100 - 60)
  else IF (pengetahuanNPC >= 100) then
    pengetahuanBaik = 1
  END IF
END

```

2.) Proses Fuzzyfikasi Pemahaman NPC

Pemahaman NPC memiliki tiga himpunan yaitu kurang pemahaman, cukup pemahaman, dan baik pemahaman. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy*

mempunyai nilai fungsi keanggotaan dengan rincian: Kurang pemahaman yang memiliki *range* (0 - 40), Cukup pemahaman yang memiliki *range* (35 - 65), dan Baik pemahaman memiliki (60 - 100). Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiPemahaman

DEKLARASI
int pemahamanNPC
float pemahamanKurang, pemahamanCukup, pemahamanBaik

ALGORITMA
Start
Read (pemahamanNPC)
  IF (pemahamanNPC >= 40) then
    pemahamanKurang = 0
  else IF (pemahamanNPC >= 35) and (pemahamanNPC <= 40) then
    pemahamanKurang = (40 - pemahamanNPC) / (40 - 35)
  else IF (pemahamanNPC <= 35) then
    pemahamanKurang = 1
  END IF

  IF (pemahamanNPC >= 65) or (pemahamanNPC <= 35) then
    pemahamanCukup = 0
  else IF (pemahamanNPC >= 35) and (pemahamanNPC <= 50) then
    pemahamanCukup = (pemahamanNPC - 35) / (50 - 35)
  else IF (pemahamanNPC >= 50) and (pemahamanNPC <= 65) then
    pemahamanCukup = (65 - pemahamanNPC) / (65 - 50)
  END IF

  IF (pemahamanNPC <= 60) then
    pemahamanBaik = 0
  else IF (pemahamanNPC >= 60) and (pemahamanNPC <= 100) then
    pemahamanBaik = (pemahamanNPC - 60) / (100 - 60)
  else IF (pemahamanNPC >= 100) then
    pemahamanBaik = 1
  END IF
END

```

3.) Proses Fuzzyfikasi Sadar NPC

Sadar NPC memiliki tiga himpunan yaitu kurang sadar, cukup sadar, dan baik sadar. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan dengan rincian: Kurang sadar yang memiliki *range* (0 - 40), Cukup sadar yang memiliki *range* (35 - 65), dan Baik sadar memiliki (60 - 100). Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiSadar

DEKLARASI
int sadarNPC
float sadarKurang, sadarCukup, sadarBaik

ALGORITMA
Start
Read (sadarNPC)
  IF (sadarNPC >= 40) then
    sadarKurang = 0
  else IF (sadarNPC >= 35) and (sadarNPC <= 40) then
    sadarKurang = (40 - sadarNPC) / (40 - 35)
  else IF (sadarNPC <= 35) then
    sadarKurang = 1
  END IF

  IF (sadarNPC >= 65) or (sadarNPC <= 35) then
    sadarCukup = 0
  else IF (sadarNPC >= 35) and (sadarNPC <= 50) then
    sadarCukup = (sadarNPC - 35) / (50 - 35)
  else IF (sadarNPC >= 50) and (sadarNPC <= 65) then
    sadarCukup = (65 - sadarNPC) / (65 - 50)
  END IF

  IF (sadarNPC <= 60) then
    sadarBaik = 0
  else IF (sadarNPC >= 60) and (sadarNPC <= 100) then
    sadarBaik = (sadarNPC - 60) / (100 - 60)
  else IF (sadarNPC >= 100) then
    sadarBaik = 1
  END IF
END

```

4.) Proses Fuzzyfikasi Tanggap NPC

Tanggap NPC memiliki tiga himpunan yaitu kurang tanggap, cukup tanggap, dan baik tanggap. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan dengan rincian: Kurang tanggap yang memiliki *range* (0 - 40), Cukup tanggap yang memiliki *range* (35 - 65), dan Baik tanggap memiliki (60 - 100). Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiTanggap

DEKLARASI
int tanggapNPC
float tanggapKurang, tanggapCukup, tanggapBaik

ALGORITMA
Start

```



```

Read (tanggapNPC)
  IF (tanggapNPC >= 40) then
    tanggapKurang = 0
  else IF (tanggapNPC >= 35) and (tanggapNPC <= 40) then
    tanggapKurang = (40 - tanggapNPC) / (40 - 35)
  else IF (tanggapNPC <= 35) then
    tanggapKurang = 1
  END IF

  IF (tanggapNPC >= 65) or (tanggapNPC <= 35) then
    tanggapCukup = 0
  else IF (tanggapNPC >= 35) and (tanggapNPC <= 50) then
    tanggapCukup = (tanggapNPC - 35) / (50 - 35)
  else IF (tanggapNPC >= 50) and (tanggapNPC <= 65) then
    tanggapCukup = (65 - tanggapNPC) / (65 - 50)
  END IF

  IF (tanggapNPC <= 60) then
    tanggapBaik = 0
  else IF (tanggapNPC >= 60) and (tanggapNPC <= 100) then
    tanggapBaik = (tanggapNPC - 60) / (100 - 60)
  else IF (tanggapNPC >= 100) then
    tanggapBaik = 1
  END IF
END

```

5.) Proses Fuzifikasi Sosialisasi NPC

Sosialisasi NPC memiliki tiga himpunan yaitu kurang sosialisasi, cukup sosialisasi, dan baik sosialisasi. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan dengan rincian: Kurang sosialisasi yang memiliki *range* (0 - 40), Cukup sosialisasi yang memiliki *range* (35 - 65), dan Baik sosialisasi memiliki (60 - 100). Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiSosialisasi

DEKLARASI
int sosialisasiNPC
float sosialisasiKurang, sosialisasiCukup, sosialisasiBaik

ALGORITMA
Start
Read (sosialisasiNPC)
  IF (sosialisasiNPC >= 40) then
    sosialisasiKurang = 0
  else IF (sosialisasiNPC >= 35) and (sosialisasiNPC <= 40) then
    sosialisasiKurang = (40 - sosialisasiNPC) / (40 - 35)
  else IF (sosialisasiNPC <= 35) then
    sosialisasiKurang = 1
  END IF

```

```

IF (sosialisasiNPC >= 65) or (sosialisasiNPC <= 35) then
    sosialisasiCukup = 0
else IF (sosialisasiNPC >= 35) and (sosialisasiNPC <= 50) then
    sosialisasiCukup = (sosialisasiNPC - 35) / (50 - 35)
else IF (sosialisasiNPC >= 50) and (sosialisasiNPC <= 65) then
    sosialisasiCukup = (65 - sosialisasiNPC) / (65 - 50)
END IF

IF (sosialisasiNPC <= 60) then
    sosialisasiBaik = 0
else IF (sosialisasiNPC >= 60) and (sosialisasiNPC <= 100) then
    sosialisasiBaik = (sosialisasiNPC - 60) / (100 - 60)
else IF (sosialisasiNPC >= 100) then
    sosialisasiBaik = 1
END IF
END

```

6.) Proses Implikasi

Fungsi implikasi yang dipakai pada penelitian ini yaitu MIN (minimum), fungsi ini dipakai untuk memperoleh nilai terkecil dari nilai a-prediket yang telah dihitung sebelum dalam proses fuzzifikasi pada tiap aturan. Array `min[]` dan array `output[]` digunakan untuk menyatukan hasil dari nilai terkecil tiap *rule* dengan nilai keputusan. Berikut ini adalah *pseudocodenya*:

```

PROGRAM RuleCariNilaiSosialisasi

DEKLARASI
arrayMin : array [1..243] of float
arrayOutput : array [1..243] of integer
float pengetahuanKurang, pengetahuanCukup, pengetahuanBaik
float pemahamanKurang, pemahamanCukup, pemahamanBaik
float sadarKurang, sadarCukup, sadarBaik
float tanggapKurang, tanggapCukup, tanggapBaik
float sosialisasiKurang, sosialisasiCukup, sosialisasiBaik

ALGORITMA
Start
Read (pengetahuanKurang, pengetahuanCukup, pengetahuanBaik)
Read (pemahamanKurang, pemahamanCukup, pemahamanBaik)
Read (sadarKurang, sadarCukup, sadarBaik)
Read (tanggapKurang, tanggapCukup, tanggapBaik)
Read (sosialisasiKurang, sosialisasiCukup, sosialisasiBaik)
    arrayMin[0] = min(kurang_pengetahuan, kurang_pemahaman,
kurang_sadar, kurang_tanggap, kurang_sosialisasi)
    arrayMin[1] = min(kurang_pengetahuan, kurang_pemahaman,
kurang_sadar, kurang_tanggap, cukup_sosialisasi)
    arrayMin[2] = min(kurang_pengetahuan, kurang_pemahaman,
kurang_sadar, kurang_tanggap, baik_sosialisasi)
.

```

```

.
.
arrayMin[240] = min(baik_pengetahuan, baik_pemahaman, baik_sadar,
baik_tanggap, kurang_sosialisasi)
arrayMin[241] = min(baik_pengetahuan, baik_pemahaman, baik_sadar,
baik_tanggap, cukup_sosialisasi)
arrayMin[242] = min(baik_pengetahuan, baik_pemahaman, baik_sadar,
baik_tanggap, baik_sosialisasi)

arrayOutput[0] = 1
arrayOutput[1] = 1
arrayOutput[2] = 1
.
.
arrayOutput[240] = 2
arrayOutput[241] = 3
arrayOutput[242] = 3
END

```

7.) Proses Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan nilai a-predikat dan nilai terkecil tiap *rule*, maka tahap selanjutnya adalah reduksi dan defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi ini merupakan proses yang menghasilkan nilai tegas yang akan digunakan untuk mengatur perilaku dari NPC.

```

//proses defuzzy (mencari nilai keputusan)
temp_kali = 0;
temp_jumlah = 0;
for (i = 0; i < min.Length; i++) {
    temp_kali += min[i] * output[i];
    temp_jumlah += min[i];
}
temp_keputusan = temp_kali / temp_jumlah;

```

8.) Penerapan *Output Fuzzy* pada perilaku NPC

Perilaku yang dihasilkan NPC diatur oleh *output* hasil implementasi Fuzzy Sugeno, berikut *output* yang akan digunakan:

- a. Output 1 maka perilaku NPC adalah afwan (Dialog pesan "Maaf saya tidak mengerti apa yang kamu bicarakan")

- b. Output 2 maka perilaku NPC adalah Syukron (Dialog pesan “Terima kasih, saya jadi agak mengerti cara untuk mitigasi gunung Meletus”)
- c. Output 3 maka perilaku NPC adalah alhamdulillah (Dialog pesan “Alhamdulillah dan terima kasih. saya jadi mengerti apa yang saya lakukan jika terjadi bencana gunung meletus”)

```
//Output
if (temp_keputusan == 1){
    GameObject.Find("Sosialisasi NPC").SendMessage("Perilaku1");
} else if (temp_keputusan == 2) {
    GameObject.Find("Sosialisasi NPC").SendMessage("Perilaku2");
} else if (temp_keputusan == 3) {
    GameObject.Find("Sosialisasi NPC").SendMessage("Perilaku3");
}
```

9.) Method yang digunakan untuk dialog keputusan

```
public void NextSentence() {
    continueButton.SetActive(false);
    if (index < sentences.Length - 1) {
        index++;
        textDisplay.text = "";
        StartCoroutine(Type());
    } else {
        if (index + 1 == size) {
            index = 0;
            textDisplay.text = sentences[index];
        }
        continueButton.SetActive(false);
        GameObject.Find("Dialog NPC").SendMessage("Pertanyaan");
        GameObject.Find("Dialog NPC").SetActive(false);
        Cursor.visible = false;
        Camera.main.GetComponent<vThirdPersonCamera>().enabled = true;
        Time.timeScale = 1f;}}}
```

4.2. Pengujian Aplikasi

4.2.1. Pengujian Logika Fuzzy Sugeno

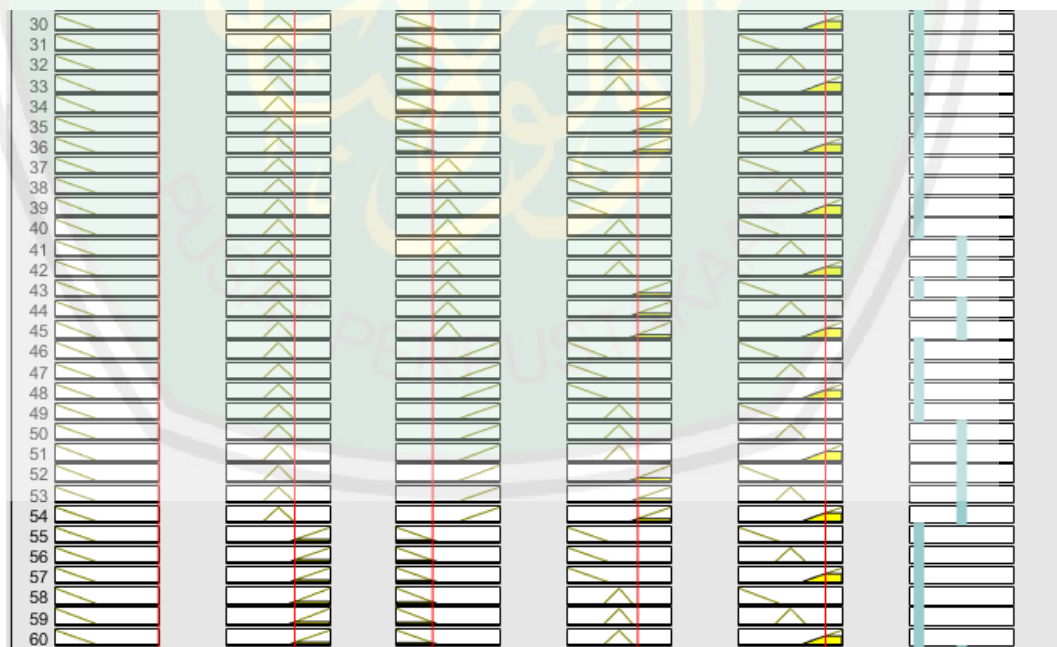
Pengujian dilakukan untuk mencocokkan atau memvalidasi nilai keluaran *Fuzzy Sugeno* antara nilai keluaran yang dihasilkan NPC pada permainan dengan nilai pada simulasi *Fuzzy Sugeno* dengan Matlab. Berikut adalah *output* yang dihasilkan NPC musuh pada *game* dan nilai yang dihasilkan pada simulasi Matlab:

Pengetahuan = 100 || Pemahaman = 66 || Sadar = 35 || Tanggap = 68 || Sosialisasi = 84 || Keputusan = 2 yaitu Terima Kasih

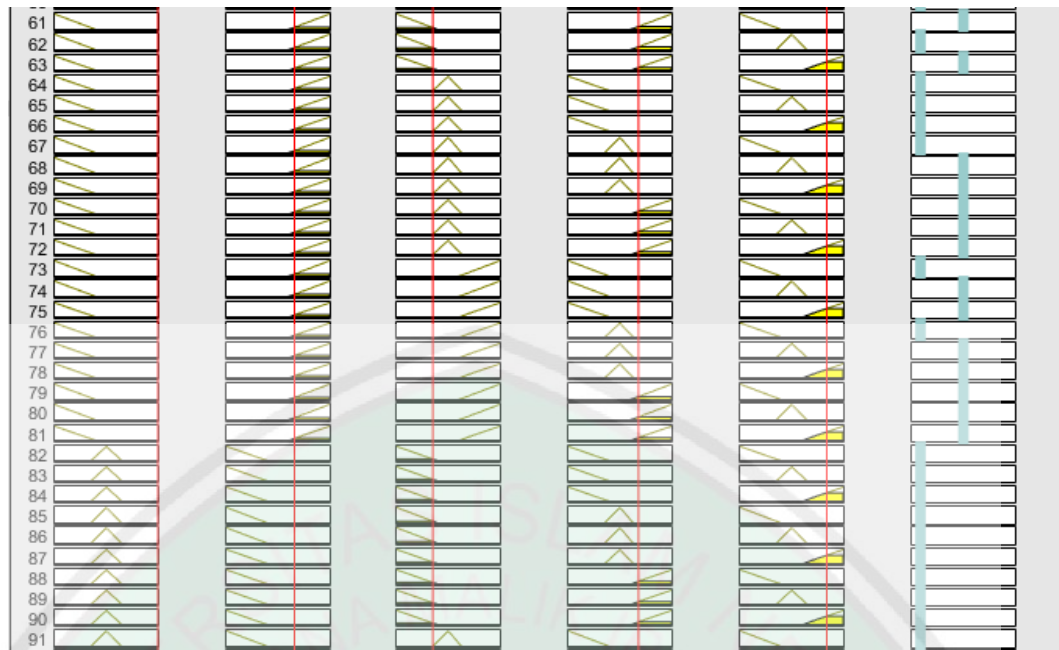
Gambar 4. 1 *Output NPC pada game*



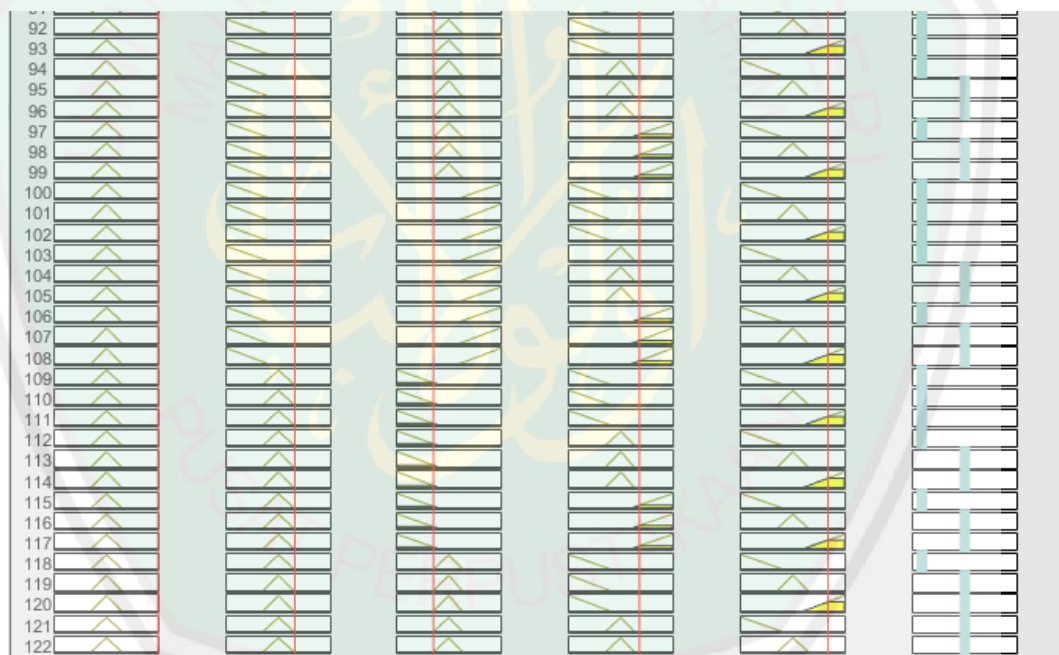
Gambar 4. 2 *Output simulasi pada matlab*



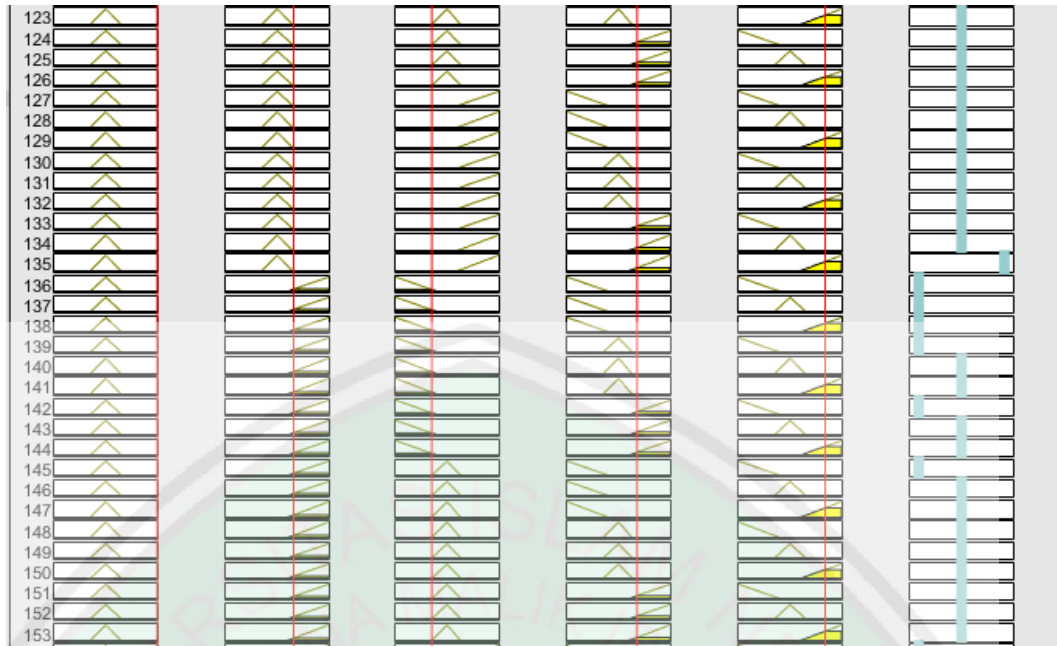
Gambar 4. 3 *Lanjutan 1 output simulasi pada matlab*



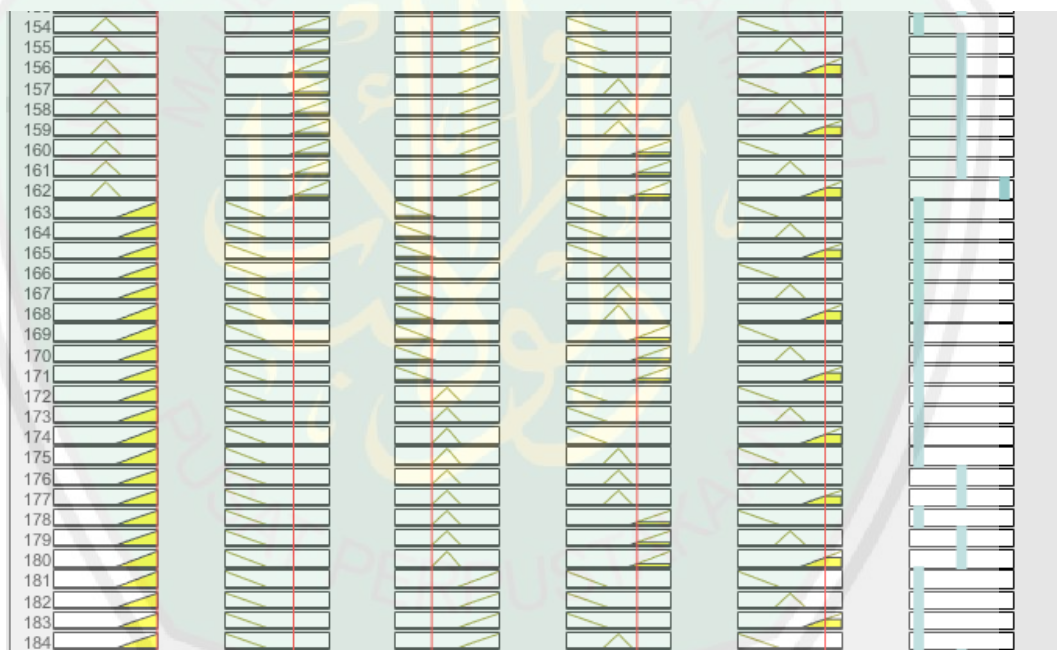
Gambar 4. 4 Lanjutan 2 *output* simulasi pada *matlab*



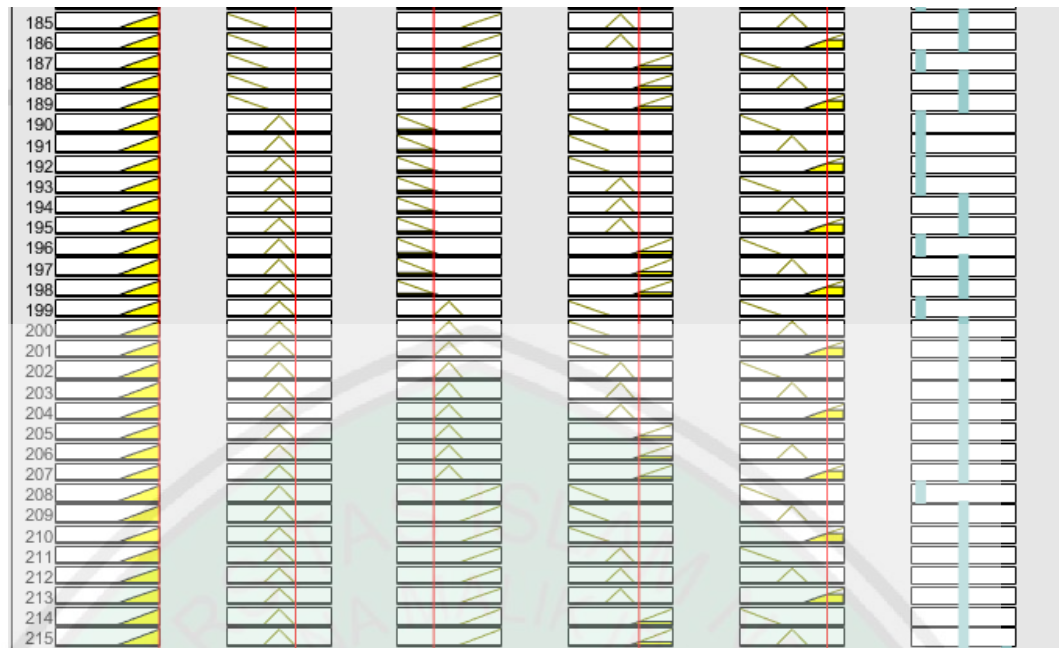
Gambar 4. 5 Lanjutan 3 *output* simulasi pada *matlab*



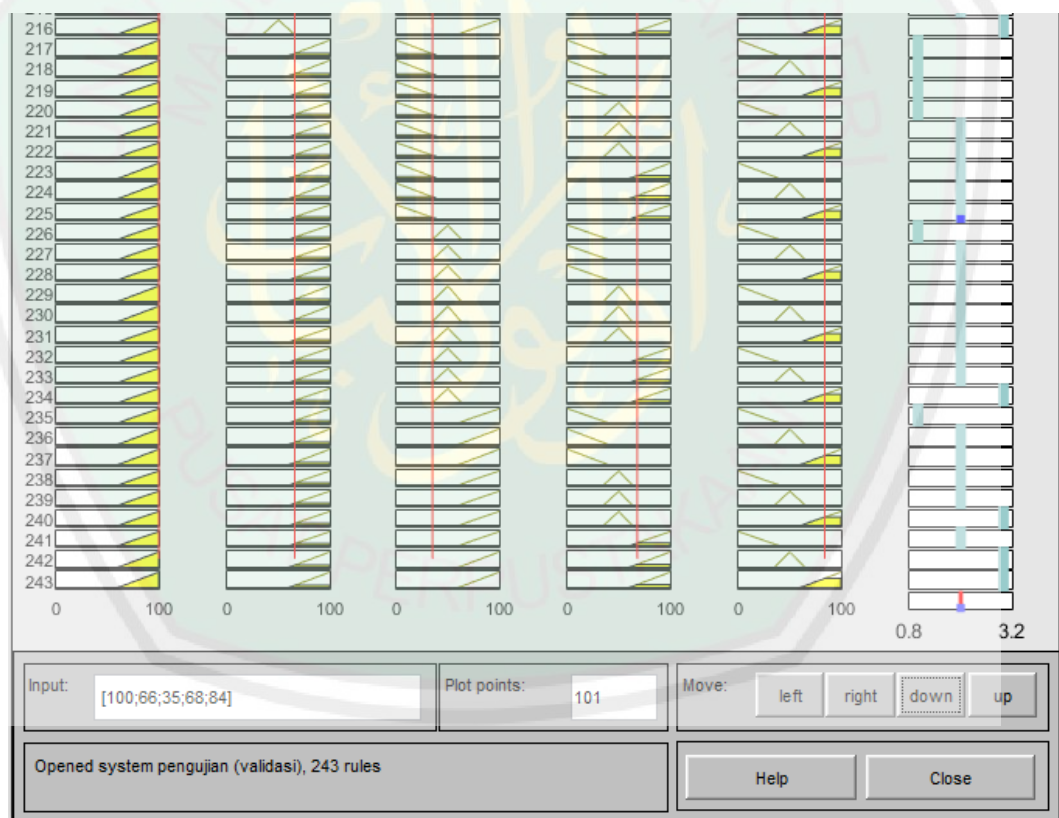
Gambar 4. 6 Lanjutan 4 *output* simulasi pada *matlab*



Gambar 4. 7 Lanjutan 5 *output* simulasi pada *matlab*



Gambar 4. 8 Lanjutan 6 *output* simulasi pada *matlab*



Gambar 4. 9 Lanjutan 7 *output* simulasi pada *matlab*

Berdasarkan Gambar 4. 20 sampai Gambar 4. 28 menampilkan hasil bahwa *rule viewer* berfungsi menampilkan penalaran *fuzzy* didalam sistem, meliputi

pengelompokan masukan yang diberikan ke tiap variabel *input*, fungsi implikasi, *rule base*, hingga menampilkan hasil *output*.

Dari hasil perbandingan pada Gambar 4. 20 sampai Gambar 4. 28 dapat dilihat *output* NPC pada saat menjalankan *game* dengan inputan pengetahuan 100, pemahaman 66, sadar 35, tanggap 68, sosialisasi 84 yang dengan menghasilkan *output* keputusan 2 berupa dialog teks “Syukron”. Hasil tersebut sama dengan nilai simulasi pada Gambar 4. 20 sampai Gambar 4. 28 dengan pengetahuan 100, pemahaman 66, sadar 35, tanggap 68, sosialisasi 84 yang menghasilkan *output* keputusan dengan nilai 2. *Output* dengan parameter 2 adalah perilaku dengan dialog teks syukron. Uji coba tersebut dilakukan sebanyak 10 kali dengan nilai inputan yang berbeda. Tabel 4.2 merupakan hasil dari pengujian:

Tabel 4. 1 Pengujian logika *fuzzy* Sugeno

No	Input					Output Game	Simulasi Matlab
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi		
1	21	80	46	34	48	Afwan	1
2	26	85	51	39	53	Syukron	2
3	31	24	87	44	58	Syukron	2
4	36	95	61	49	63	Syukron	2
5	100	45	56	26	70	Syukron	2
6	46	21	71	25	33	Afwan	1
7	51	100	76	64	78	Alhamdulillah	3
8	56	69	81	100	83	Alhamdulillah	3
9	61	100	86	74	88	Alhamdulillah	3
10	66	93	91	79	100	Alhamdulillah	3

Berdasarkan data tabel pengujian menggunakan nilai variabel pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap, dan sosialisasi menghasilkan perilaku NPC yang telah cocok dengan *rule* yang sudah ditentukan. Pada Tabel 4.2 menjelaskan bahwa

kesesuaian antara nilai keluaran pada *game* dengan simulasi Matlab. Hal ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno Type-1 berhasil diterapkan pada *game* sosialisasi mitigasi bencana gunung api. Berdasarkan dari uji coba *output* yang berbeda, perilaku NPC yang dihasilkan dari pengujian pada Tabel 4.2 memiliki persentase rata-rata (*avarage*) perilaku:

$$1. \text{ Afwan} = \frac{2}{10} \times 100 = 20 \%$$

$$2. \text{ Syukron} = \frac{4}{10} \times 100 = 40 \%$$

$$3. \text{ Alhmdulillah} = \frac{4}{10} \times 100 = 40 \%$$

Nilai variabel afwan sebesar 20%, nilai variabel syukron sebesar 40%, dan nilai variabel alhamdulillah sebesar 40% yang dihasilkan dengan mencari persentase menggunakan persamaan perhitungan persentase. Hasil persentase tersebut memberikan nilai bahwa persentase pada setiap variabel afwan, syukron, dan alhamdulillah memiliki nilai perbedaan tidak yang cukup jauh yang mana menggambarkan bahwa banyaknya kemungkinan perilaku NPC yang akan muncul sehingga *game* tidak monoton.

4.2.2. Pengujian Terhadap Siswa

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kepuasan siswa terhadap *game* yang telah dimainkan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan terhadap siswa kelas IV sekolah dasar. Terdapat tiga kriteria penilaiannya, yaitu kurang menyenangkan,, menyenangkan, dan sangat menyenangkan. Hasil yang di dapatkan dari uji coba yang dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Pengujian Siswa

No	Nama	Jenis Kelamin	Kriteria Penilaian		
			KM	M	SM
1	Adityama Soni Subrata	L		√	
2	Alivia Zara Ula	P	√		
3	Ana Priskah	P		√	
4	Andika Wahyu Ardiansyah	L		√	
5	Bima Setya	L	√		
6	Brian Syahrul Maghfirah	L	√		
7	Chalista Maura E.	P			√
8	Dewi Musfiroh	P		√	
9	Dewi Rukmana Sukma	P			√
10	Faiz Muhammad Fadhil	L		√	

Keterangan:

KM = Kurang Menyenangkan

M = Menyenangkan

SM = Sangat Menyenangkan

Berdasarkan tabel pengujian siswa didapatkan bahwa ada 1 siswa laki-laki dan 2 siswa perempuan yang memberikan penilaian kurang menyenangkan, 3 siswa laki-laki dan 2 siswa perempuan memberikan penilaian menyenangkan, dan 2 siswa perempuan memberikan penilaian sangat menyenangkan. Berdasarkan hasil uji coba didapatkan persentase rata-rata (*avarage*) penilaian:

$$1. \text{ KM} = \frac{3}{10} \times 100 = 30 \%$$

$$2. \text{ M} = \frac{5}{10} \times 100 = 50 \%$$

$$3. \text{ SM} = \frac{2}{10} \times 100 = 20 \%$$

Nilai KM sebesar 30%, nilai M sebesar 50%, dan nilai SM sebesar 20%, dihasilkan dengan mencari persentase menggunakan persamaan perhitungan persentase. Hasil persentase tersebut memberikan nilai bahwa persentase pada M memiliki nilai persentase yang paling besar yang memberikan kesimpulan bahwa *game* dari penelitian dapat dikatakan menyenangkan.

4.1. Integrasi Sains Islam

Orang yang mempunyai akal sehat sepakat bahwa setiap orang pasti membutuhkan orang lain yang dapat mengarahkan dan menunjukkan kepada jalan keselamatan. Hal ini merupakan kewajiban setiap muslim untuk mengabarkan berita kepada jalan keselamatan sesuai dengan kesanggupan dan kemampuannya, setiap muslim wajib bersungguh-sungguh memberikan nasihat, petunjuk dan peringatan kepada orang lain sampai gugur kewajibannya. Allah *Ta'ala* berfirman,

وَذَكِّرْ فَإِنَّ الذِّكْرَ يَنْفَعُ الْمُؤْمِنِينَ

Artinya:

“Dan tetaplah memberi peringatan, karena sesungguhnya peringatan itu bermanfaat bagi orang-orang yang beriman” (QS. Adz-Dzariyaat [51]: 55).

Dalam kitab Tafsir Ibnu Katsir menafsirkan ayat ini bahwa *“Yakni sesungguhnya yang dapat menerima manfaat peringatan itu hanya-lah orang-orang yang hatinya beriman”*(Al-Sheikh, 2004).

Tidak ada keraguan lagi bahwa setiap mukmin bahkan setiap manusia sangat membutuhkan nasihat tentang hak-hak Allah dan hak-hak hamba-Nya serta dorongan untuk menunaikannya. Demikian juga, manusia sangat butuh untuk saling berwasiat dalam kebenaran dan bersabar di atasnya. Allah *Ta'ala* telah mengabarkan tentang sifat orang-orang yang beruntung dan amal mereka

yang terpuji di dalam kitab-Nya. Allah *Ta'ala* juga mengabarkan tentang sifat-sifat orang yang merugi dan akhlakunya yang tercela. Hal itu terdapat pada dalam surat Al 'Ashr,

وَالْعَصْرِ (١) إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ (٢) إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصَّوْا بِالصَّبْرِ (٣)

Artinya:

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian. Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal sholih, saling menasihati supaya menaati kebenaran dan saling menasihati supaya tetap di atas kebenaran” (QS. Al-'Ashr[103]: 1-3).

Mengenai isi dalam kandungan surat Al 'Ashr, Imam Asy Syafi'i rahimahullah berkata,

لَوْ تَدَبَّرَ النَّاسُ هَذِهِ السُّورَةَ لَوْ سَعَتْهُمْ

Artinya:

“Seandainya setiap manusia merenungkan surat ini, niscaya hal itu akan mencukupi untuk mereka.” [Tafsir Ibnu Katsir 8/456] (Katsir, 774).

Syaikh Muhammad bin Sholih Al 'Utsaimin rahimahullah berkata,

“Maksud perkataan Imam Syafi'i adalah surat ini telah cukup bagi manusia untuk mendorong mereka agar memegang teguh agama Allah dengan beriman, beramal sholih, berdakwah kepada Allah, dan bersabar atas semua itu. Beliau tidak bermaksud bahwa manusia cukup merenungkan surat ini tanpa mengamalkan seluruh syari'at. Karena seorang yang berakal apabila mendengar atau membaca surat ini, maka ia pasti akan berusaha untuk membebaskan dirinya dari kerugian dengan cara menghiasi diri dengan empat kriteria yang disebut dalam surat ini,

yaitu beriman, beramal shalih, saling menasihati agar menegakkan kebenaran (berdakwah) dan saling menasihati agar bersabar” [Syarh Tsalatsatul Ushul].

Pada penelitian ini, peneliti mengambil tema sosialisasi sebagai bagian dari berdakwah dan bagian dari saling menasihati kebenaran dari edukasi dalam permainan yang dibangun. Dengan mengintegrasikan ilmu agama dan teknologi modern, diharapkan bisa membantu siswa sekolah dasar dalam memahami mitigasi bencana gunung meletus maupun sosialisasi sehingga siswa sekolah dasar tidak hanya mendapatkan kesenangan semata namun juga mendapatkan tambahan mengenai mitigasi bencana gunung meletus dan dalam bersosialisai.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan *game* yang sudah dibangun dan diuji coba yang sudah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

- a. Peneliti berhasil menerapkan metode *fuzzy* Sugeno dan *finite state machine* (FSM) pada *game* sosialisasi mitigasi gunung Meletus dengan menggunakan 5 variabel input yaitu variabel pengetahuan (kurang pengetahuan, cukup pengetahuan, baik pengetahuan), variabel pemahaman (kurang pemahaman, cukup pemahaman, baik pemahaman), variabel sadar (kurang sadar, cukup sadar, baik sadar), variabel tanggap (kurang tanggap, cukup tanggap, baik tanggap), dan variabel sosialisasi (kurang sosialisasi, cukup sosialisasi, baik sosialisasi) yang menunjukkan bahwa logika *fuzzy* Sugeno dapat diterapkan dan memberikan perubahan perilaku pada NPC siswa.
- b. Berdasarkan uji coba dari 10 data yang digunakan. Hasil persentase tersebut memberikan nilai bahwa persentase pada setiap variabel afwan, syukron, dan alhamdulillah memiliki nilai perbedaan yang tidak cukup jauh yang mana menggambarkan bahwa banyaknya kemungkinan perilaku NPC yang akan muncul sehingga *game* tidak monoton.
- c. Berdasarkan uji coba 10 siswa, dapat diketahui hasil presentase pada M memiliki nilai persentase yang paling besar sehingga *game* dari penelitian dapat dikatankan dalam kategori menyenangkan.

5.2. Saran

Peneliti sangat yakin dengan jika penelitian ini masih sangat jauh dari kata sempurna yang dikemudian hari sangat perlu dilakukan pengembangan. Oleh karena itu terdapat beberapa saran untuk dijadikan pedoman dalam pengembangan *game* ini selanjutnya, diantaranya:

- a. *Fuzzy* tidak hanya di pengaruhi oleh inputan dari player, akan lebih baik jika nilai linguistik variabel dari perilaku awal NPC juga ikut mempengaruhi dalam perhitungan *fuzzy*.
- b. FSM pada setiap NPC menggunakan FSM yang berbeda agar *game* terlihat lebih menarik dan banyak perilaku yang dihasilkan, sehingga *game* tidak monoton.

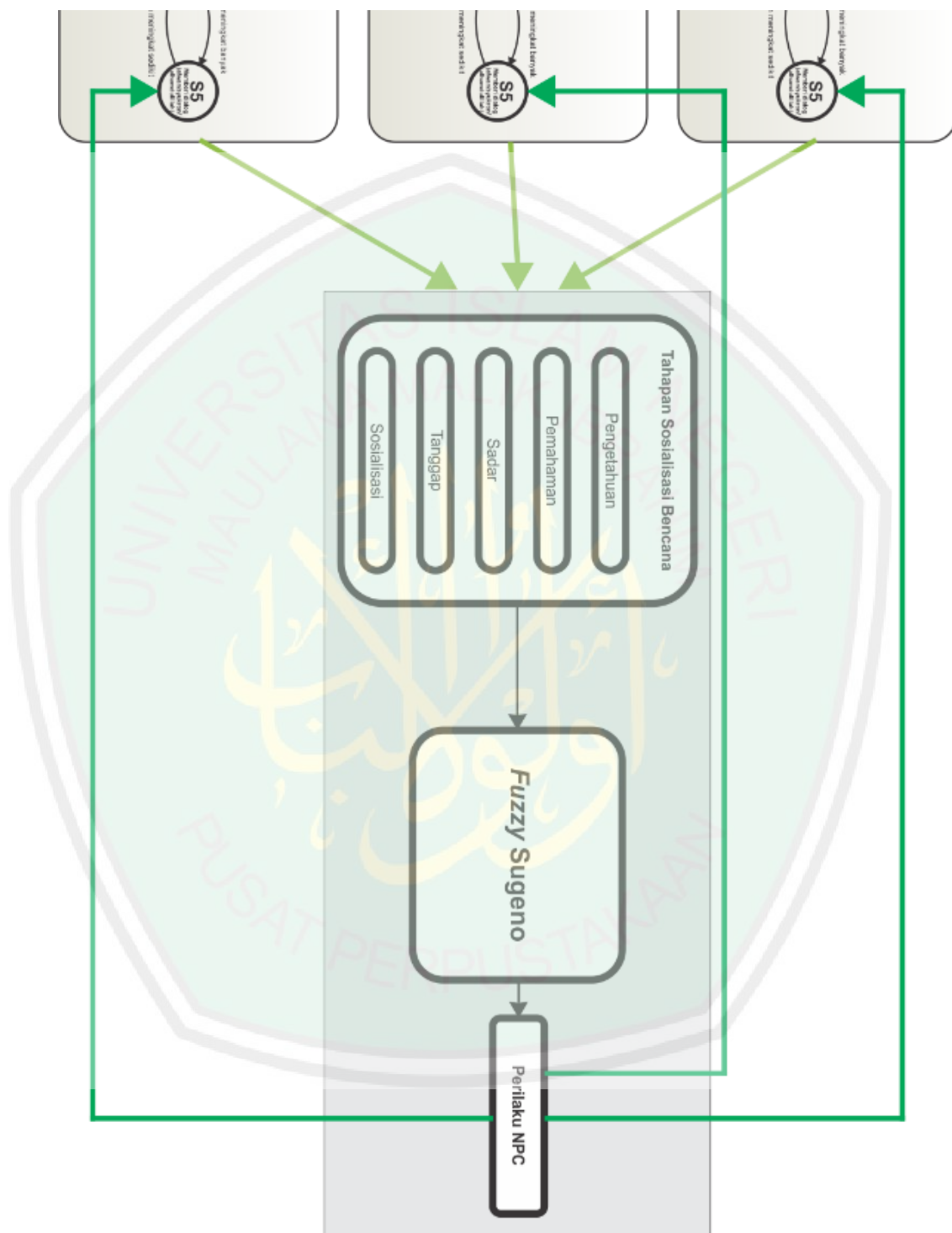
DAFTAR PUSTAKA

- Ajuba, P. B. (2015). *Studi Kebijakan Mitigasi Bencana Gunung Api Berbasis Kearifan Lingkungan di SDN Ngablak Srumbung Magelang*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Al-Sheikh, D. A. bin M. bin A. bin I. (2004). *Lubaabut Tafsir Min Ibni Katsiir*. (M. Yusuf Harun E. M, Farid Okbah, Taufik Saleh al-Katsiri, Abu Ihsan al-Atsari, L. Arman Amry, & L. Badru Salam, Ed.) (Cetakan pe). Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- BNPB. (2017). *Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana*.
- Darmawan, M. A., Haryanto, H., & Rahayu, Y. (2018). Perilaku Penyerangan NPC Berbasis Fuzzy Sugeno pada Game Action-RPG Bertema Sejarah Geger Pacinan. *Creative Information Technology Journal*. <https://doi.org/10.24076/citec.2017v4i3.110>
- Digital Storytelling. (2019). Diambil dari <https://www.storyboardthat.com/>
- Hisam. (2018). Pengertian Sosialisasi. Diambil 12 Oktober 2018, dari <https://www.dosenpendidikan.com/25-pengertian-sosialisasi-menurut-para-ahli-terlengkap/>
- Huda, A. S. (2016). *Game Edukasi Cepat Tepat Dengan Metode Finite State Machine (FSM) Pada Smarthone*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2018). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9–16. <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>
- Katsir, I. I. (774). *Tafsir Ibnu Katsir*. (A.-S. Imam al-Jalil Al-Hafiz Imad ad-Din, Abi al-Fida' Isma'il ibn Umar ibn Katsir ibn Dhau' ibn Dzar'i al-Bashri al-Dimasyqi, al-Qurasyi, Ed.) (Jilid 8).
- Kurniawan, R., Mahtarami, A., & Rakhmawati, R. (2017). *GEMPA : Game Edukasi sebagai Media Sosialisasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi bagi Anak Autis*. *JNTETI*. <https://doi.org/10.22146/JNTETI.V6I2.312>
- Maryani, E. (2012). *Model Sosialisasi Mitigasi Pada Masyarakat Daerah Rawan Bencana di Jawa Barat*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.398>
- Millington, I. (2006). *Artificial Itelligence for Games*.

- Nugroho, F., Yuniarno, E. M., & Hariadi, M. (2019). Desain Serious Game Sosialisasi Bencana Berbasis Model Teori Aktifitas. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*.
- Permendagri. (2006). *Pedoman Umum Mitigasi Bencana*. Menteri Dalam Negeri. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Pratama, D. (2012). *Perancangan Game Edukasi pada Bencana Erupsi gunung Berapi. Teknik POM*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Purba, K. R., Rini Nur Hasanah, & M. Azis Muslim. (2013). *Implementasi Logika Fuzzy Untuk Mengatur Perilaku Musuh dalam Game Bertipe Action-RPG*.
- Sejati, P. M. (2015). *Pengembangan Buu Teks Tentang Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Api dalam Pembelajaran IPA Kelas IV SD Negeri Kiyaran 2 Sleman Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Setiawan, I. (2006). Perancangan Software Embedded System Berbasis FSM. *Jurnal Teknik Elektro*, 1–2.
- Tiwari, S., & Kaushik, S. (2013). *Crowdsourcing Based Fuzzy Information Enrichment of Tourist Spot Recommender Systems*. IIT Delhi. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39640-3>
- Triadmadya, O. (2014). *Simulasi Pengaturan Kecepatan Game Sepeda Menggunakan Metode Fuzzy*. Universitas Islam Negeri (UIN) Mulana Malik Ibrahim Malang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan umum game



Lampiran 2. Tabel *rule*

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
1	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
2	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
3	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
4	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
5	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
6	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
7	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
8	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
9	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
10	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
11	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
12	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
13	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
14	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
15	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
16	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
17	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
18	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
19	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
20	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
21	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
22	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
23	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
24	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
25	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
26	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
27	Kurang Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
28	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
29	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
30	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
31	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
32	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
33	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
34	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
35	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
36	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
37	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
38	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
39	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
40	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
41	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
42	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
43	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
44	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
45	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
46	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
47	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
48	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
49	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
50	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
51	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
52	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
53	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
54	Kurang Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
55	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
56	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
57	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
58	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
59	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
60	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
61	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
62	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
63	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
64	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
65	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
66	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
67	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
68	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
69	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
70	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
71	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
72	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
73	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
74	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
75	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
76	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
77	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
78	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
79	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
80	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
81	Kurang Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
82	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
83	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
84	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
85	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
86	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
87	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
88	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
89	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
90	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
91	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
92	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
93	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
94	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
95	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
96	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
97	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
98	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
99	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
100	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
101	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
102	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
103	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
104	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
105	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
106	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
107	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
108	Cukup Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
109	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
110	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
111	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
112	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
113	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
114	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
115	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
116	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
117	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
118	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
119	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
120	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
121	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
122	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
123	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
124	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
125	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
126	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
127	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
128	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
129	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
130	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
131	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
132	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
133	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
134	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
135	Cukup Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
136	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
137	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
138	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
139	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
140	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
141	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
142	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
143	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
144	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
145	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
146	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
147	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
148	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
149	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
150	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
151	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
152	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
153	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
154	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
155	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
156	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
157	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
158	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
159	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
160	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
161	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
162	Cukup Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
163	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
164	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
165	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
166	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
167	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
168	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
169	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
170	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
171	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
172	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
173	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
174	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
175	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
176	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
177	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
178	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
179	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
180	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
181	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
182	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
183	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
184	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
185	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
186	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
187	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
188	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
189	Baik Pengetahuan	Kurang Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
190	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
191	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
192	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
193	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
194	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
195	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
196	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
197	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
198	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
199	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
200	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
201	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
202	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
203	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
204	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
205	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
206	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
207	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
208	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
209	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
210	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
211	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
212	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
213	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
214	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
215	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
216	Baik Pengetahuan	Cukup Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
217	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
218	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Afwan
219	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Afwan
220	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
221	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
222	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
223	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
224	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
225	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Kurang Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
226	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
227	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
228	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
229	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
230	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
231	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
232	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
233	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
234	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Cukup Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
235	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Kurang Sosialisai	Afwan
236	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron
237	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Kurang Tanggap	Baik Sosialisasi	Syukron
238	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
239	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Cukup Sosialisasi	Syukron

No	Input					Output
	Pengetahuan	Pemahaman	Sadar	Tanggap	Sosialisasi	
240	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Cukup Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah
241	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Kurang Sosialisai	Syukron
242	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Cukup Sosialisasi	Alhamdulillah
243	Baik Pengetahuan	Baik Pemahaman	Baik Sadar	Baik Tanggap	Baik Sosialisasi	Alhamdulillah

