

**SIMULATOR NPC BERBASIS FUZZY SUGENO UNTUK
PEMBELAJARAN EDUKASI MITIGASI
PASCA BENCANA TSUNAMI**

SKRIPSI

Oleh:
AHMAD ZAKY ROZINI
NIM. 15650119



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**SIMULATOR NPC BERBASIS FUZZY SUGENO UNTUK
PEMBELAJARAN EDUKASI MITIGASI
PASCA BENCANA TSUNAMI**

SKRIPSI

1. HALAMAN PENGAJUAN

Diajukan kepada:

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

Oleh:

**AHMAD ZAKY ROZINI
NIM. 15650119**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN
SIMULATOR NPC BERBASIS FUZZY SUGENO UNTUK
PEMBELAJARAN EDUKASI MITIGASI
PASCA BENCANA TSUNAMI

SKRIPSI

Oleh :
AHMAD ZAKY ROZINI
NIM. 15650119

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal : Mei 2020

Dosen Pembimbing I

Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Dosen Pembimbing II

Roro Inda Melani, M.T, M.Sc
NIP. 19780925 200501 2 008

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

Dr. Cahyo Crysdiyan
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULATOR NPC BERBASIS FUZZY SUGENO UNTUK PEMBELAJARAN EDUKASI MITIGASI PASCA BENCANA TSUNAMI

SKRIPSI

Oleh:

AHMAD ZAKY ROZINI
NIM. 15650119

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Tanggal Mei 2020

Susunan Dewan Pengaji

		Tanda tangan
1. Pengaji Utama	: <u>Dr. Muhammad Faisal M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
2. Ketua Pengaji	: <u>Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()
3. Sekretaris Pengaji	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> NIP. 19780625 200801 2 006	()
4. Anggota Pengaji	: <u>Roro Inda Melani, M.T, M.Sc</u> NIP. 19780925 200501 2 008	()

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

Dr. Cahyo Crysdiyan
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Zaky Rozini

NIM : 15650119

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika

Judul Skripsi : Simulator NPC Berbasis *Fuzzy Sugeno* Untuk
Pembelajaran Edukasi Mitigasi Pasca Bencana Tsunami

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, Mei 2020
Yang membuat pernyataan,



Ahmad Zaky Rozini
NIM. 15650119

HALAMAN MOTTO



HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

**Atas kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, dengan mengucap syukur
alhamdulillah penulis mempersesembahkan sebuah karya untuk orang – orang
yang sangat berarti**

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua yang telah dan selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa kepada saya dan selalu mengajarkan serta mendidik berbagai nilai – nilai dalam kehidupan.

Terima kasih juga diucapkan kepada kedua ibu pembimbing yang telah membimbing dalam melakukan penelitian dan memberikan motivasi serta dorongan hingga penelitian terselesaikan dengan lancar.

Tak lupa juga diucapkan terima kasih kepada sahabat – sahabat saya yang telah mendukung serta mendoakan selama saya masuk perkuliahan di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dan juga keluarga besar Teknik Informatika Interface 2015 yang telah memberikan semangat dan doa – doa yang dikirimkan.

Terima kasih untuk orang – orang yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah mendoakan serta mendukung sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadrat Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada kita, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang saya beri judul “Simulator NPC Berbasis Fuzzy Sugeno Untuk Pembelajaran Edukasi Mitigasi Pasca Bencana Tsunami”. 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. Di dalam penggerjaan 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. Hani Nurhayati, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Roro Inda Melani, M.T, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

6. Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran untuk kebaikan penulis.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Mustakim dan Ibu Uswatun Chasanah yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
9. Sahabat – sahabat seperjuangan yaitu Dicky Bhismawan, Faizuddin Pulungan, Yastaqium Muqorrobin, Afif Nuril Ihsan, Barly Vallendito, Yulfian Akbar Kharismawan, Shovan Fanny Mahmad, Firhan Ade Prayoga, Abdul Aziz Iswahyudi yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis serta target bersama untuk lulus skripsi dan wisuda bersama.
10. Sahabat – sahabat Interface Teknik Informatika 2015 yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu 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, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT	xv
الملخص	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terkait.....	4
2.2 Bencana Tsunami	7
2.2.1 Mitigasi Bencana	8
2.2.2 Tindakan Pasca Bencana Tsunami	10
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.4 Algoritma <i>Fuzzy Sugeno</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15

3.1	Deskripsi <i>Game</i>	15
3.1.1	<i>Storyline</i>	15
3.1.2	Desain <i>Storyboard</i>	16
3.1.3	Deskripsi Karakter dan Objek	22
3.1.4	<i>Finite State Machine</i> (FSM).....	23
3.2	Perancangan <i>Fuzzy</i>	23
3.2.1	Variabel <i>Fuzzy</i>	24
3.2.2	Nilai Linguistik.....	24
3.2.3	Fuzzifikasi	24
3.2.4	Perancangan <i>Rule Fuzzy</i>	30
3.2.5	Implikasi dan Defuzzifikasi.....	40
3.2.6	Contoh Perhitungan.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		69
4.1	Implementasi	69
4.1.1	Implementasi Tampilan <i>Game</i>	69
4.1.2	<i>Menu</i> Awal Permainan.....	70
4.1.3	<i>Menu Level</i>	70
4.1.4	<i>Menu</i> Cara Bermain.....	71
4.1.5	<i>Minimap</i>	72
4.1.6	Informasi Arahan pada Awal Permainan.....	72
4.1.7	<i>Pause</i>	73
4.1.8	<i>Inventory</i>	73
4.1.9	Panel Dialog	74
4.1.10	Tampilan <i>Panel Edukasi</i>	74
4.1.11	<i>Terrain</i> Utama	75
4.1.12	Implementasi <i>Fuzzy Sugeno</i>	75

4.2 Pengujian Aplikasi.....	79
4.2.1 Implementasi Logika <i>Fuzzy Sugeno</i>	79
4.3 Integrasi Sains Islam	82
BAB V PENUTUP	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	87



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 FSM NPC	23
Gambar 3. 2 Fuzzy Inference System.....	24
Gambar 3. 3 Grafik Input Variable Edukasi	25
Gambar 3. 4 Grafik Input Variabel Item.....	27
Gambar 3. 5 Grafik Input Variabel Keluarga.....	29
Gambar 4. 1 <i>Menu Utama</i>	70
Gambar 4. 2 <i>Menu Level</i>	70
Gambar 4. 3 Cara Bermain Level 1	71
Gambar 4. 4 Cara Bermain Level 3	71
Gambar 4. 5 Cara Bermain Level 2	71
Gambar 4. 6 <i>Minimap</i>	72
Gambar 4. 7 Arahan Dialog	72
Gambar 4. 8 <i>Pause Menu</i>	73
Gambar 4. 9 <i>Inventory</i>	73
Gambar 4. 10 Dialog NPC	74
Gambar 4. 11 Panel Edukasi	74
Gambar 4. 12 Area Pantai	75
Gambar 4. 13 Hasil Matlab	79
Gambar 4. 14 Hasil Unity	79
Gambar 4. 15 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan item dan edukasi	80
Gambar 4. 16 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan keluarga dan edukasi	80
Gambar 4. 17 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan keluarga dan item	81

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Desain <i>Storyboard</i>	16
Tabel 3. 2 Aturan-aturan <i>fuzzy</i>	30
Tabel 3. 3 Nilai b-predikat dan e pada setiap aturan	68

ABSTRAK

Rozini, Ahmad Zaky. 2020. *Simulator NPC Berbasis Fuzzy Sugeno Untuk Pembelajaran Edukasi Mitigasi Pasca Bencana Tsunami*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Hani Nurhayati, M.T. (II) Roro Inda Melani, M.T, M.Sc.

Kata Kunci : *Fuzzy Sugeno*, Siswa, Simulator, Edukasi, Mitigasi Pasca Bencana Tsunami.

Tsunami merupakan bencana alam yang kerap terjadi di Indonesia dan telah meraup ribuan korban jiwa setiap tahunnya. Untuk mengurangi resiko bencana tsunami, perlu pengetahuan yang harus diajarkan kepada masyarakat sama ada anak-anak, remaja, ataupun orang tua. Salah satu tindakan untuk mencegah meningkatnya korban jiwa bencana tsunami adalah dengan mengetahui dan belajar tentang mitigasi pasca bencana tsunami. Melihat banyaknya remaja yang menjadi korban bencana tsunami, maka dibuatlah sebuah game simulator NPC edukasi pembelajaran mitigasi bencana tsunami agar siswa tertarik dalam mempelajarinya. Di dalam *game* ini, NPC menjadi korban yang selamat dan membutuhkan beberapa aksi agar dirinya tenang dan tidak stres pasca kejadian tsunami. Untuk mengatur perilaku NPC, digunakan metode fuzzy *Sugeno* yang terdiri dari 3 variabel yaitu *item* (makanan), keluarga dan edukasi. Terdapat 5 himpunan di setiap variabel. Di dalam variabel *item* (makanan), terdapat himpunan sangat sedikit, sedikit, cukup, banyak dan sangat banyak. Pada variabel keluarga, himpunannya adalah sangat tidak lengkap, tidak lengkap, sedikit lengkap, lengkap dan sangat lengkap. Dan yang terakhir yaitu variabel edukasi, himpunannya adalah sangat tidak mengerti, tidak mengerti, sedikit mengerti, mengerti dan sangat mengerti. Setelah mengimplementasikan metode fuzzy *sugeno* ke dalam NPC di dalam *game*, hasil *output* yang diberikan sesuai dengan yang inginkan. Untuk validasi metode yang diimplementasikan ke dalam *game*, dilakukan uji coba metode fuzzy *sugeno* menggunakan Matlab. Matlab digunakan untuk melakukan 15 percobaan dan nilai keluaran yang dihasilkan pun sesuai dengan keluaran dari NPC. Perbedaan nilai tindakan persentase tidak cukup jauh yang mana NPC tidak akan bertindak terlalu monoton. Nilai persentase keluaran pergi dan diam adalah 26.67% dan terima kasih adalah 46.67%.

ABSTRACT

Rozini, Ahmad Zaky. 2020. *Fuzzy Sugeno Based NPC Simulator for Learning Lessons for Post Tsunami Mitigation Disaster.* Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim of Malang. Counselor: (I) Hani Nurhayati, M.T. (II) Roro Inda Melani, M.T, M.Sc.

Keywords : *Fuzzy Sugeno, Teenagers, Simulator, Education, Post Tsunami Mitigation.*

Tsunami is a natural disaster that often happened in Indonesia and cost a loss of thousands lives every year. To reduce the risk of tsunami, lessons need to be taught towards the people including the children, teenagers and adults. One action to stop the arise of victims is by knowing & learning the post tsunami mitigation. Looking at how teenagers suffered more and became the most victims in the disaster, a game of NPC simulation is developed to draw their interest in learning the steps of “how to” during post tsunami mitigation. In the game, NPC is the victim that is survived from the tsunami and lost in the beach and needed help to avoid stress and loss of calmness. To decide how the NPC will react is by implementing fuzzy Sugeno method which consists of 3 variables, item, family and education. Each variable has 5 membership values/sets. Variable item has “sangat sedikit”, “sedikit”, “cukup”, “banyak” and “sangat banyak”. Variable family has “sangat tidak lengkap”, “tidak lengkap”, “sedikit lengkap”, “lengkap” and “sangat lengkap”. Whereas variable education consists of “sangat tidak mengerti”, “tidak mengerti”, “sedikit mengerti”, “mengerti” and “sangat mengerti”. After implementing the method, the output results are similar to what has been expected. To validate the method, Matlab is used to test 15 tryouts and the results also give outputs to what has been expected. The percentage difference of the NPC giving reaction is not too close hence making the NPC be more reactive and not monoton. The output “pergi” and “diam” have 26.67% and “terima kasih” has 46.67%.

الملخص

روزبني ، أحمد زكي. ٢٠٢٠ . المحاكاة *Fuzzy Sugeno* NPC موتكر على لتعلم في مجال التخفيف من آثار كارثة تسونامي. أطروحة. الهندسة المعلوماتية ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج . المشرف : (١) حاني نورحياتي الماجستير. (٢) رورو إندا ميلاني الماجستير، ماستر أوف ساينس.

الكلمة الرئيسية : *Fuzzy Sugeno* ، الطلاب، المحاكاة، تعلم في مجال التخفيف من آثار كارثة تسونامي.

أمواج تسونامي هي كوارث الطبيعية تحدث غالباً في إندونيسيا وتؤدي إلى موت الآلاف كل عام. لحد من مخاطر كارثة تسونامي ، يجب تعليم المعرفة للمجتمع وكذلك الأطفال والمرأهقين أو الآباء. أحد الإجراءات لمنع الزيادة الضحايا عن تسونامي هي تعلم في مجال التخفيف من آثار كارثة تسونامي. نظراً إلى كثرة عدد المرأةقين الذين وقعوا في كارثة تسونامي ، تم صنع لعبة محاكاة ناجية NPC لتعلم تخفيف آثار تسونامي حتى يكون الطلاب مهتمين بتعلمها. في هذه اللعبة ، تصبح NPC ناجية وتحتاج إلى بعض الإجراءات عقب تسونامي لتكون هادئة ولا تتعرض للضغط بعد. مراقبة أحوال NPC ، اتخاذ منهج *Fuzzy Sugeno* التي تتكون من ثلاثة متغيرات : البنود (الطعام) والعائلية والتربية. ولكل متغير خمسة مجموعات. في متغير البنود (الطعام) ، هناك مجموعة الأقل ، والقليلة ، والكافية ، والكثيرة ، والأكثر. وفي متغير العائلية ، تكون مجموعة غير مكتملة للغاية ، وغير مكتملة ، وناقصة بعد الشيء ، وكاملة ، وكاملة للغاية. وفي متغير الأخير وهي التربية، مجموعة حقا لا تفهم ، ولا تفهم ، وتفهم قليلا ، وتفهم ، وتفهم حقا. بعد تطبيق منهج *Fuzzy Sugeno* على NPC في اللعبة ، يتم إعطاء نتائج الإخراج حسب الرغبة. للتحقق من الأسلوب المطبق في اللعبة ، يتم اختبار منهج

الإجراء ليس كافيا بحيث لا يتصرف NPC بشكل رتيب. النسبة المئوية لقيمة نتيجة الإجراء Fuzzy Sugeno باستخدام Matlab . يستخدم Matlab لإجراء ١٥ تجربة وقيمة المخرجات الناتجة تتوافق أيضا مع ناتج NPC . الفرق في النسبة المئوية لقيمة الإجراء ليس كافيا بحيث لا يتصرف NPC بشكل رتيب. النسبة المئوية لقيمة نتيجة الإجراء ٢٦.٦٧٪ ونتيجة إجراء الشكر ٤٦.٦٧٪ .



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melihat pada data yang diterbitkan Badan Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Strategi Internasional Pengurangan Resiko Bencana, Indonesia merupakan negara yang sangat rawan terjadinya bencana (BBC Indonesia, 2011). Adanya dampak, ancaman dan kerentanan menyebabkan terjadinya bencana. Tidak hanya di wilayah pegunungan, namun di wilayah daratan dan pesisir pun terancam untuk terjadinya sebuah bencana. Bencana tsunami sering terjadi setelah terjadinya Gempa Bumi. Telah terbukti bahwa Tsunami telah meraup ribuan jiwa penduduk di kawasan pegunungan yang aktif dan berdekatan dengan pesisiran seperti yang terjadi di Banten pada akhir tahun 2018, di bulan Desember, telah mengakibatkan korban sebanyak 229 orang meninggal dunia (Haris Fadhil, 2018).

Untuk meminimalisir jatuhnya korban jiwa saat terjadinya bencana, perlu pengetahuan terhadap mitigasi bencana. Definisi mitigasi bencana adalah tindakan-tindakan yang dilakukan untuk mengurangi risiko bencana, sama ada melalui penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Pasal 1 ayat 6 PP No 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana) ataupun pembangunan fisik. Jika dilihat dari siklus waktu, penanganan kegiatan bencana dapat dibagi menjadi empat bagian: (a) sebelum bencana, (b) saat bencana, (c) tepat setelah bencana, dan (d) pasca terjadinya bencana. Pendidikan yang kurang terhadap mitigasi bencana menyebabkan meningkat dan bertambahnya jumlah korban

jiwa. Berdasarkan sebuah penelitian, kejadian bencana gempa bumi yang berlanjut hingga ke tsunami dan likuifikasi yang terjadi di Lombok pada tahun 2018 telah merenggut sebesar 209 korban jiwa. Melihat banyaknya korban yang diakibatkan oleh bencana tsunami, penyebabnya adalah dikarenakan korban tidak siap dalam menghadapi bencana tersebut (Zuhdi, Makhrus, Sutrio, & Wahyudi, 2019).

Melihat pentingnya edukasi pembelajaran mitigasi bencana tsunami dan pesatnya perkembangan teknologi khususnya dalam pembuatan *game*, maka peneliti akan membuat pembelajaran mitigasi bencana tsunami dan simulasi penyelamatan korban pasca bencana tsunami dengan menggunakan media digital *game*. Pada *game* ini *player* menemukan seorang korban bencana tsunami di area pantai yang sedang trauma dan sedih serta membutuhkan pertolongan. Pada level 1 dan 2 di dalam *game* ini, *player* akan melalui beberapa tantangan untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi kejadian bencana tsunami seperti latihan mitigasi dan mencari barang-barang penting untuk bertahan hidup. Pada level 3, *player* harus menyelamatkan korban bencana tsunami (NPC) yang trauma dan sedih. Perilaku NPC tersebut ditentukan oleh beberapa inputan dengan mengimplementasikan algoritma *Fuzzy Sugeno*. *Fuzzy Sugeno* mampu memberikan hasil yang dinamis, *error rate* lebih rendah, dan lebih efisien dibandingkan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Dengan demikian, *Fuzzy Sugeno* menjadi pilihan peneliti untuk diimplementasikan ke dalam *game* Mitigasi Bencana Tsunami untuk mengatur perilaku NPC. Pada penelitian ini peneliti fokus pada pengaturan perilaku NPC dengan menggunakan algoritma *Fuzzy Sugeno* pada level

3 di dalam *game* ini. Sedangkan pada level 1 dan 2 akan dikerjakan oleh Dicky Bhismawan dan Faizzudin Pulungan.

1.2 Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah yang ingin diangkat adalah bagaimana menerapkan algoritma *Fuzzy Sugeno* di dalam *game* edukasi mitigasi bencana tsunami untuk mengatur perilaku NPC?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dibuatnya penelitian ini adalah untuk menerapkan algoritma *fuzzy Sugeno* ke dalam NPC yang membutuhkan pertolongan di level 3 pada *game* 3D Mitigasi Bencana Tsunami

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini difokuskan pada bagaimana mengedukasi siswa SMP tentang mitigasi bencana tsunami dan menyelamatkan korban pasca terjadinya tsunami.
2. *Game* diterapkan sebagai media edukasi untuk kelas SMP.
3. Data yang digunakan adalah tindakan pasca terjadinya bencana tsunami.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada pembuatan *game* yang dibuat adalah

1. Dapat memberi edukasi mitigasi bencana tsunami kepada anak SMP yang sangat gemar bermain *game* dalam kehidupan keseharian mereka.
2. Mengharapkan peneliti untuk menjadikan referensi pada penelitian seterusnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, penelitian yang akan dijelaskan adalah penelitian terkait yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dibuat.

2.1 Penelitian Terkait

Berikut merupakan penelitian terkait yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dibuat, diantaranya:

1. Pada penelitian terkait yang pertama menjelaskan bahwa algoritma *Fuzzy Sugeno* diimplementasikan untuk mengatur perilaku karakter musuh pada saat melawan *player*. Beberapa parameter dimasukkan ke dalam sistem yaitu nilai bahaya, *health point* pemain dan *health point* musuh. Hasil yang diberikan menunjukkan bahwa nilai aksi lebih dinamis dan NPC berhasil memberikan keluaran yang sesuai dengan situasi yang dihadapi. (Darmawan, Haryanto, & Rahayu, 2018).
2. Pada penelitian kedua menjelaskan tentang bagaimana NPC memiliki perilaku yang berubah-ubah secara otonom tergantung pada kondisi yang dialami dengan mengimplementasikan algoritma fuzzy. Terdapat dua buah NPC dengan *Hierarchy Finite State Machine* yang di desain di dalamnya. Terjadi respon perubahan pada perilaku NPC pada saat uji coba *game* terhadap kondisi yang dihadapi meliputi jumlah amunisi, kesehatan, dan jarak terhadap posisi musuh. Hasil akhir dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa *fuzzy* mampu memberikan perilaku NPC yang bervariasi. Presentase kemenangan strategi menyerang mencapai 80% pada saat melawan musuh perilaku umum yaitu menghindar dan menyerang (Arif, Kurniawan, & Nugroho, 2011).

3. Pada penelitian yang ketiga menjelaskan penggunaan metode fuzzy *Sugeno* digunakan untuk merubah senjata secara otomatis pada NPC melalui kondisi lingkungan yang berubah ketika dihadapi. Variabelnya adalah jarak musuh dan jumlah teman. Dalam hasil uji coba *game*, dapat disimpulkan jika fuzzy yang diimplementasikan memberikan hasil yang sesuai dengan nilai variable yang dimiliki sebelumnya. Selain itu, untuk mendapatkan hasil output yang lebih natural, diperlukan tambahan variasi input seperti menambahkan variable jumlah musuh atau jumlah amunisi (Arif, Wicaksono, & Kurniawan, 2012).
4. Pada penelitian selanjutnya menjelaskan metode fuzzy *Sugeno* digunakan untuk memberi perilaku terhadap musuh yang ada di dalam *game action* “*Song of Ruination 2*”. Musuh yang terdapat pada game ini sebanyak 3 jenis, yaitu *boss*, penyerang dan pemanah. Penyerang memiliki inputan jarak dan nyawa, ketika nyawanya lemah ataupun dekat jaraknya dengan pemain, penyerang akan mundur. Pemanah mempunyai inputan jarak dan amunisi, ketika amunisinya sedikit ataupun dekat jaraknya dengan pemain, dia akan mundur. *Boss* mempunyai inputan jarak dan nyawa, ketika nyawanya mulai berkurang sehinnga sedikit, dia akan bertindak agresif, dan akan mundur. Hasil implementasi adalah baik, yang memberikan hasil seperti berikut: (a) penyerang memberikan prosentasi 45% (cukup agresif), (b) pemanah 49% (agresif) jikalau berada pada jarak jauh dan (c) *boss* memiliki prosentasi 89% yaitu sangat agresif (Purba, Hasanah, & Muslim, 2013).
5. Dalam penelitian yang kelima menjelaskan fuzzy yang diterapkan ke dalam *game* adalah bagi musuh dalam menentukan tingkat kesulitannya. Tingkat kesulitan ditentukan oleh pemain sendiri sesuai dengan kemampuannya. Untuk

- menilai kemampuan pemain, disematkan logika *fuzzy* untuk membuat sistem penilaian skor. Terdapat beberapa kriteria dalam pembuatan sistem penilaian skor yaitu seringnya terluka pada pemain, pemain mendapatkan *item* apa saja, jumlah musuh yang dibunuh, seberapa sering mengulang permainan oleh pemain dan seberapa lama menyelesaikan satu *stage* permainan. Dilakukan perbandingan antar fuzzy *tsukamoto* dan fuzzy *Sugeno*, yang memberikan hasil bahwa fuzzy *Sugeno* lebih baik dari fuzzy *Tsukamoto* (Pranata & Yuniarno, 2015).
6. Terdapat sebuah penelitian yang menjelaskan bahwa telah terjadi trauma pada remaja pasca terjadinya konflik di Aceh pada tahun 2002 – 2010. Terdapat 2 orang partisipan di dalam penelitian ini. Melihat dari wawancara yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mereka mengalami beberapa kondisi *Post Traumatic Growth*, yaitu adanya perubahan dalam agama dan kekuatan pribadi, hubungan dengan orang lain, mendapatkan penghargaan terhadap hidup, dan mendapatkan adanya kemungkinan baru (Rahmah, 2017).
 7. Penelitian yang selanjutnya menjelaskan bahwa kelompok perempuan dan juga remaja lebih berisiko menderita PTSD. Hasil penelitian menjelaskan bahwa pada kelompok remaja dan anak-anak sama ada laki-laki dan perempuan memiliki adanya perbedaan gejala trauma. Pada kesimpulannya, penelitian menunjukkan terdapatnya distorsi kognitif dan *coping* kognitif maladaptif serta sosial-emosi pada remaja dan anak korban bencana alam dan membekaknya memori tentang bencana (Rahmadian, Furqon, Yusuf L.N, & Rusmana, 2016).

2.2 Bencana Tsunami

Tsunami adalah goncangan yang diakibatkan oleh bencana gempa bumi, gunung berapi, hantaman meteor dan gempa laut yang setelahnya menyebabkan ombakan yang terjadi di perairan (laut). (B. N. P. Bencana, 2012).

Terdapat penyebab tsunami terjadi, diantaranya adalah:

- a. Longsoran lempeng bawah laut (*Undersea Landslides*)
- b. Gempa bumi bawah laut (*Undersea Earthquake*)
- c. Aktivitas vulkanik (*Volcanic Activities*)
- d. Tumbukan benda luar angkasa (*Cosmic-body Impacts*)

Indonesia terletak pada jalur Himalaya – Mediterrania dan circum Pacifik.

Terdapat 3 lempeng tektonik yang terlekat di negara Indonesia yaitu: Eurasia, Indo-Australia dan Lempeng Pasifik..

Di Indonesia kerap sekali terjadi tsunami sebanyak 109 kali, 1 kali karena longsor, 98 kali karena gempa tektonik dan 9 kali karena gunung berapi berdasarkan sumber katalog gempa yaitu dari tahun 1629 – 2002. Diantara penyebab yang berpotensi mengakibatkan terjadinya tsunami adalah:

1. Pada 26 Desember 2004 yaitu tsunami di Samudera Hindia
2. Gempa yang memiliki kekuatan lebih dari 6,0 skala Ritcher
3. Sesar naik atau turun pada gempa
4. Di laut terjadinya gempa
5. Kurang dari 60 km kedalaman pusat gempa

2.2.1 Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana adalah tindakan-tindakan yang dilakukan dalam upaya untuk mengurangi risiko bencana, sama ada melalui penyadaran, peningkatan kemampuan dan pembangunan fisik (Pasal 1 ayat 6 PP No 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana). Diantara tujuan dilakukannya mitigasi bencana adalah seperti berikut:

1. Khususnya untuk masyarakat adalah untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan,
2. Sebagai referensi pedoman dalam perencanaan pembangunan
3. Agar masyarakat dapat bekerja dan hidup dengan aman dan sentosa, perlu ditingkatkan pengetahuan masyarakat dalam mengurangi dan menghadapi resiko dan dampak bencana

Masyarakat yang tinggal di kawasan yang sering terjadi bencana maupun diluar rawan bencana sangat berpengaruh, sehingga sangat diperlukan peningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap alam dan lingkungan serta kedisiplinan pada aturan yang ada. Diantara hal yang dapat dilakukan untuk mitigasi bencana adalah:

1. Pengenalan dan pemantauan risiko bencana
2. Perencanaan partisipatif penanggulangan bencana
3. Pengembangan budaya sadar bencana
4. Penerapan upaya fisik, nonfisik, dan pengaturan penanggulangan bencana
5. Identifikasi dan pengenalan terhadap sumber bahaya atau ancaman bencana
6. Pemantauan terhadap pengelolaan sumber daya alam

7. Pemantauan terhadap penggunaan teknologi dasar
8. Pengawasan terhadap pelaksanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan hidup

Jika kita lihat dari sisi siklus waktu, kegiatan penanganan bencana dapat dibagikan menjadi 4 bagian, yaitu (BPBD, 2018):

1. Sebelum bencana terjadi
2. Saat bencana terjadi
3. Tepat setelah bencana terjadi
4. Pasca bencana

Mengacu pada Peraturan Pemerintah (PP) No. 64 tahun 2010 Pasal 1(4), penanganan mitigasi bencana dapat dilakukan sama ada melalui pembangunan fisik, peningkatan kemampuan dan penyadaran. Telah dinyatakan dengan jelas pada pasal 14 bahwa mitigasi bencana tidak hanya diorientasikan pada fisik tetapi juga pada hal yang non fisik. Oleh itu, berdasarkan Pasal 16 kegiatan mitigasi bencana non-struktur/non fisik mencakup 7 (tujuh) aspek yaitu:

- a. Penyusunan peraturan perundang-undangan
- b. Penyusunan peta rawan bencana
- c. Penyusunan peta risiko bencana
- d. Penyusunan analisis mengenai dampak lingkungan (amdal);
- e. Penyusunan tata ruang;
- f. Penyusunan zonasi; dan
- g. Pendidikan, penyuluhan, dan penyadaran masyarakat

Penelitian ini dibatasi pada pendidikan mitigasi bencana sesuai arahan Pasal 16 huruf (g) yang mengatur bahwa kegiatan mitigasi bencana dapat dilakukan dengan model pendidikan, penyuluhan dan penyadaran masyarakat.

2.2.2 Tindakan Pasca Bencana Tsunami

Terdapat beberapa hal yang harus diwaspadai dan dilakukan oleh korban bencana tsunami pasca terjadinya bencana. Tindakan dan peringatan tersebut adalah (B. N. P. B. Bencana, 2017) :

1. Tetap utamakan keselamatan dan bukan barang-barang anda. Waspada dengan instalasi listrik dan pipa gas.
2. Anda dapat kembali ke rumah setelah keadaan dinyatakan aman dari pihak berwenang.
3. Jauhi area yang tergenang dan rusak sampai ada informasi aman dari pihak berwenang.
4. Hindari air yang menggenang karena kemungkinan kontaminasi zat-zat berbahaya dan ancaman tersengat aliran listrik.
5. Hindari air yang bergerak karena arusnya dapat membahayakan Anda.
6. Hindari area bekas genangan untuk menghindari terperosok atau terjebak dalam lubang.
7. Jauhi reruntuhan di dalam genangan air karena sangat berpengaruh terhadap keamanan perahu penyelamat dan orang-orang di sekitar.
8. Bersihkan sarang nyamuk dan serangga lainnya.
9. Berpartisipasi dalam kaporisasi sumber-sumber air bersih, perbaikan jamban dan saluran pembuangan air limbah.

10. Hindari lokasi yang masih terkena bencana, kecuali jika pihak berwenang membutuhkan relawan.
11. Tetap di luar gedung yang masih dikelilingi genangan air.
12. Hati-hati saat memasuki gedung karena ancaman kerusakan yang tidak terlihat seperti pada fondasi.
13. Perhatikan kesehatan dan keselamatan keluarga dengan mencuci tangan menggunakan sabun dan air bersih jika Anda terkena air genangan tsunami.
14. Buanglah makanan yang terkontaminasi air genangan.
15. Dengarkan berita atau informasi mengenai kondisi air, serta di mana mendapatkan bantuan tenda darurat, pakaian, dan makanan.
16. Apabila Anda terluka, dapatkan perawatan kesehatan di pos kesehatan terdekat.

2.3 Logika Fuzzy

Orang yang pertama kali memperkenalkan logika *fuzzy* adalah Lotfi A. Zadeh. Metode yang diciptakan adalah untuk menangani ketidakpastian pada suatu masalah. Ketidakpastian yang dimaksudkan adalah suatu masalah yang mengandung ketidakpastian, keraguan, nilai kebenaran yang sifatnya sebagian dan kurang lengkapnya informasi. Referensi (Indian Widiastuti, 2012) telah dinyatakan terdapat 2 atribut himpunan *fuzzy*, yaitu:

1. Linguistik

Contoh linguistik adalah cepat, sangat cepat dan lambat.

2. Numeris

Contoh numeris adalah angka seperti 21, 55, 84

Untuk menentukan aturan dalam algoritma fuzzy, digunakan kedua atribut tersebut. Derajat keanggotaan algoritma fuzzy adalah antar 0 hingga 1. Berikut merupakan *fuzzy inference* yang dapat dibagi menjadi lima bagian:

a. Fuzzifikasi Input

Fuzzifikasi input adalah inputan yang ditentukan kemudian dikelompokkan ke dalam derajat keanggotaan.

b. Operasi Logika Fuzzy

Hasilnya adalah bilangan tunggal yang didapatkan dari derajat kebenaran *antecedent*

c. Implikasi

Implikasi adalah dua bilangan yang kemudian diambil nilai ‘MIN’nya yaitu hasil dari bilangan *fuzzy set OR* dan *fuzzy logic*

d. Agregasi

Agregasi adalah penggabungan semua keluaran if-then menjadi sebuah *fuzzy set* tunggal.

e. Defuzzifikasi

Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan keluaran dari defuzzifikasi yaitu seperti *smallest of maximum*, *bisector*, *middle of maximum*, *centroid* dan *largest of maximum*. Sebuah bilangan tunggal adalah keluaran defuzzifikasi.

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan pada logika fuzzy, seperti:

1. Fungsi Keanggotaan

Merupakan kurva yang memperlihatkan titik-titik input data pada nilai keanggotaan yang mempunyai rentang antara 0 hingga 1. Representasi linear dan kurva adalah diantara fungsi yang biasanya digunakan.

2. Operator Logika Fuzzy

Operator “and”, “or” dan “not”.

3. Penalaran.

Proses yang mengolah dan merubah logika input menjadi output. Terdapat beberapa proses penalaran logika *fuzzy*, yaitu:

- a. Penalaran monoton
- b. Metode Tsukamoto
- c. Metode Mamdani
- d. Metode Sugeno

2.4 Algoritma Fuzzy Sugeno

Fuzzy Sugeno merupakan algoritma lain yang serupa dengan *fuzzy mamdani* namun lebih sederhana . Fungsi keanggotaan yang dipakai bernama *Singleton*. *Singleton* mempunyai derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisps tunggal dan 0 pada semua nilai crisps lainnya. Outpunya adalah persamaan linier ataupun konstanta. Terdapat dua jenis *fuzzy Sugeno* yaitu:

1. Orde Nol

$$\text{if } (w1 \text{ is } B1) \bullet (w2 \text{ is } B2) \bullet \dots \bullet (Wn \text{ is } Bn) \text{ then } z = k$$

Dengan nilai k adalah konstanta tegas (*crisp*)

2. Orde Satu

$$\text{if } (w1 \text{ is } B1) \bullet (w2 \text{ is } B2) \bullet \dots \bullet (wn \text{ is } Bn) \text{ then } z = f(x,y)$$

Dengan nilai dari z dapat berupa persamaan;

$$z = q_1 * w_1 + \dots + q_n * w_n + j$$

Dalam inferensi *fuzzy Sugeno*, terdapat tahapan-tahapan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. *Fuzzification*
2. *Rule if-then*
3. Implikasi ‘MIN’
4. *Defuzzification* kemudian dengan dilakukan perhitungan rata-rata (*average*)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi *Game*

Game memiliki berbagai *genre* dan pada penelitian ini, *genre game* yang dibuat adalah *genre* edukasi dan dibuat berbasis aplikasi *desktop*. Terdapat dua *scene* yang dijelajahi yaitu hutan dan area pantai.

Misi dari *game* adalah menyelamatkan korban bencana tsunami (NPC) yang trauma pasca terjadinya bencana tsunami. *Player* harus menghadapi berbagai rintangan untuk menyelamatkan NPC dan menyelesaikan permainan. Edukasi mitigasi bencana tsunami terdapat di dalam *game* di *level 3* pada saat memainkan permainan. Edukasi yang diberikan merupakan keterangan dan gambar yang menjelaskan tentang tindakan-tindakan yang harus dilakukan pasca terjadinya bencana tsunami. Materi yang disematkan kedalam *game* diambil dari Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana Edisi 2017 (B. N. P. B. Bencana, 2017). Terdapat NPC di akhir *level* yaitu *level 3* yang merupakan korban tsunami. *Game* ini diperuntukkan untuk anak sekolah SMP yang sifatnya sangat suka bermain *game digital*.

3.1.1 *Storyline*

Pada awal menu permainan, terdapat tombol main, cara bermain dan keluar. Tombol main terdiri dari 3 level permainan tentang mitigasi bencana tsunami. Tombol cara bermain terdiri dari informasi terkait bagaimana memainkan permainan pada setiap *level game*.

Level pertama berada di dalam hutan. *Player* memberikan simulasi latihan mitigasi bencana. Memilih tindakan yang tepat apabila gempa yang menimbulkan bencana tsunami terjadi yaitu seperti memilih pilihan antara berlindung dibawah meja, diatas meja atau diatas kursi.

Level kedua masih di dalam hutan. *Player* mencari *item* yang sangat dibutuhkan untuk bertahan hidup contohnya air, selimut, pakaian dan korban tsunami.

Level ketiga berada di area pantai yang sudah dihantam tsunami. *Player* menemukan korban tsunami (NPC) yang membutuhkan pertolongan agar *player* dapat menyelesaikan permainan.

3.1.2 Desain *Storyboard*

Berikut ini merupakan *storyboard* yang digambarkan yang disesuaikan dengan *storyline* untuk level 3 yang akan dikerjakan oleh peneliti:

Tabel 3. 1 Desain *Storyboard*

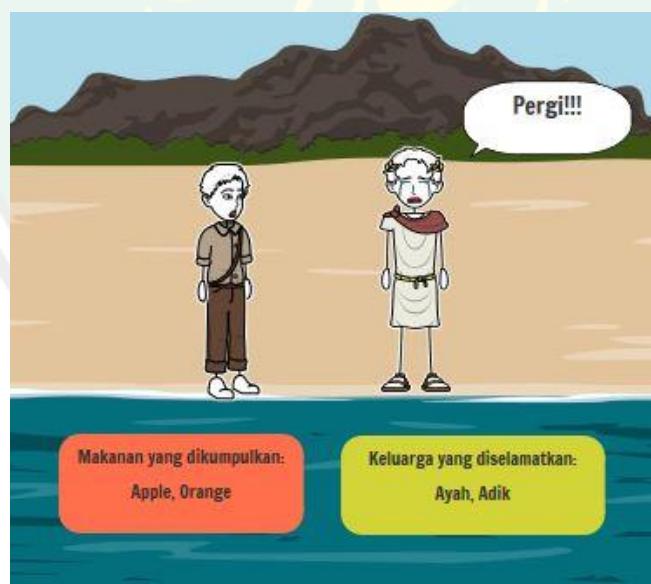
No	Gambar	Keterangan
1		Terdapat 3 tombol pada menu awal permainan, (1) tombol <i>Play</i> , (2) Cara Bermain dan (3) <i>Exit</i>

No	Gambar	Keterangan
2		Pada tombol <i>Play</i> , tersedia 3 <i>level</i> yang dapat dipilih. Pada penelitian ini, peneliti mengerjakan <i>game</i> di dalam <i>level 3</i> .
3		Pada menu cara bermain, player diberitahu bagaimana caranya bermain game pada setiap level.

No	Gambar	Keterangan
3		<i>Player</i> berada di area pantai yang sudah terkernak tsunami
4		Player di wajibkan untuk mempelajari edukasi mitigasi pasca bencana tsunami yang dapat ditemukan ketika memainkan <i>game</i> .

No	Gambar	Keterangan
5		Di area pantai, <i>player</i> menemukan korban bencana tsunami (NPC) yang sedih dan trauma.
6		Setelah berinteraksi dengan NPC, <i>player</i> memiliki misi untuk mencari item berupa makanan yang diperlukan NPC dan mencari kerabat keluarga NPC.

No	Gambar	Keterangan
7		<p><i>Player</i> mencari <i>item</i> yang ada di sekitar area pantai. Terdapat 5 jenis <i>item/makanan</i> yang tersebar di dalam area pantai yaitu apel, pisang, jeruk nanas dan strawberry. Setiap <i>makanan</i> memiliki poin yang berbeda-beda.</p>

No	Gambar	Keterangan
8		Dalam waktu yang bersamaan, player juga harus mencari kerabat keluarga NPC. Setiap kerabat keluarga tersebut memiliki poin yang berbeda sama seperti item.
9		Reaksi NPC tergantung pada seberapa banyak item dan kerabat keluarga yang ditemukan serta sudah mempelajari edukasi mitigasi bencana tsunami

No	Gambar	Keterangan
		atau belum. Ini adalah contoh reaksi pergi dari NPC.
13		Ketika reaksi NPC mengucapkan terima kasih, maka permainan selesai.

3.1.3 Deskripsi Karakter dan Objek

A. Main Character

Main Character atau karakter utama adalah karakter yang dikendalikan oleh pemain ataupun *user*. *User* memiliki tugas sebagai karakter utama dalam menjalani semua rintangan yang ada pada level 3, yaitu mengumpulkan item, mencari kerabat keluarga NPC dan mencari edukasi.

B. Item

Item terdiri dari 5 jenis makanan yang harus dicari oleh *player* agar dapat menyelesaikan permainan. Item tersebut adalah apel, jeruk, *strawberry*, pisang dan nanas.

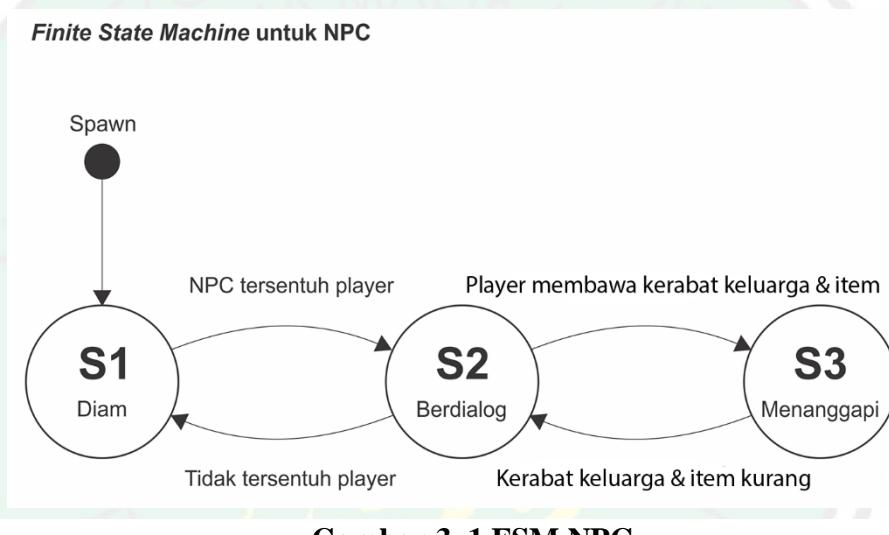
C. Kerabat Keluarga NPC

Kerabat keluarga NPC yang tersebar di dalam area pantai ada 5 yaitu, ayah, ibu, adik, adik (balita) dan saudara teman laki-laki.

D. NPC Utama

NPC utama merupakan korban bencana tsunami yang sedih dan trauma. Perilaku NPC berubah-ubah tergantung pada seberapa lengkap *player* mengumpulkan item, kerabat keluarga NPC dan edukasi mitigasi bencana.

3.1.4 Finite State Machine (FSM)



Gambar 3. 1 FSM NPC

Terdapat implementasi FSM pada *game* untuk memberi perilaku pada NPC.

Pada gambar 3.1 merupakan gambar *Finite State Machine* yang dibuat.

3.2 Perancangan Fuzzy

Di dalam game ini, perilaku NPC ditentukan oleh logika *fuzzy* dan *fuzzy Sugeno* adalah metode yang digunakan. Penerapan metode *fuzzy* ke dalam *game* tergantung pada tujuan pembuatannya. Penelitian ini difokuskan pada penerapan metode *fuzzy Sugeno* terhadap perilaku NPC.

3.2.1 Variabel Fuzzy

Dalam penerapan metode *fuzzy Sugeno*, dibutuhkan 3 variabel untuk menentukan *output* pada NPC yang telah dibuat. Inputan 3 variabel tersebut adalah, jumlah materi edukasi yang diselesaikan, jumlah item yang dikumpulkan, dan jumlah kerabat keluarga NPC. Variabel *outputnya* adalah keputusan perilaku NPC.

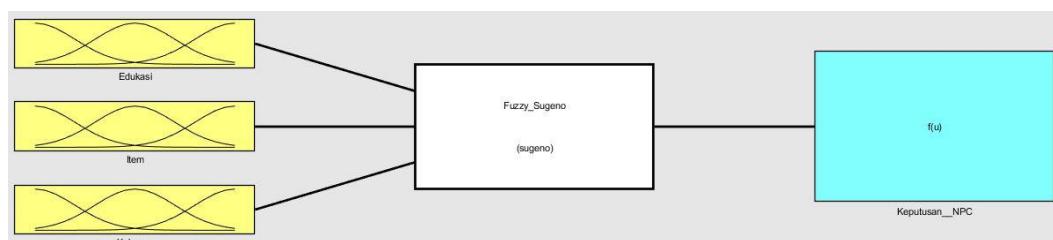
3.2.2 Nilai Linguistik

Berdasarkan variabel yang sudah ditentukan, maka nilai linguistiknya adalah seperti berikut:

1. Variabel Edukasi dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy* yaitu: (a) sangat tidak mengerti, (b) tidak mengerti, (c) sedikit mengerti, (d) mengerti dan (e) sangat mengerti
2. Variabel Item dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy* yaitu: (a) sangat sedikit, (b) sedikit, (c) cukup, (d) banyak dan (e) sangat banyak
3. Variabel Keluarga dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy* yaitu: (a) sangat tidak lengkap, (b) tidak lengkap, (c) sedikit lengkap, (d) lengkap dan (c) sangat lengkap

3.2.3 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap dimana inputan dari bentuk tegas dikonversi menjadi variabel linguistik yang kemudian ditampilkan dalam bentuk himpunan



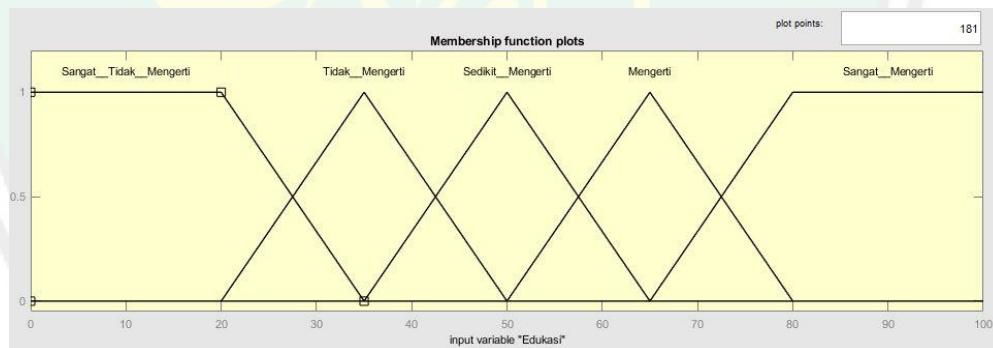
Gambar 3. 2 Fuzzy Inference System

fuzzy dengan fungsi keanggotaannya masing-masing. Range nilai yang saya gunakan adalah berdasarkan hasil uji coba yang saya terapkan pada *game*.

Berdasarkan *fuzzy inference system* yang sudah dibuat, maka pemetaannya adalah seperti berikut:

1. Variabel Edukasi, terbagi kepada 5 himpunan yaitu: sangat tidak mengerti, tidak mengerti, sedikit mengerti, mengerti dan sangat mengerti. Range nilainya adalah antara 0 – 100 dengan rincian seperti berikut:

- a. Sangat Tidak Mengerti = 0 - 35
- b. Tidak Mengerti = 20 - 50
- c. Sedikit Mengerti = 35 - 65
- d. Mengerti = 50 - 80
- e. Sangat Mengerti = 65 - 100²³



Gambar 3. 3 Grafik Input Variable Edukasi

Pada gambar 3.3 memperlihatkan grafik *input variable* edukasi memiliki *range* diantara nilai 0 hingga 100. Himpunan fuzzy “sangat tidak mengerti” memiliki *range* 0 hingga 35, himpunan fuzzy “tidak mengerti” memiliki *range* 20 hingga 50, himpunan fuzzy “mengerti” memiliki *range* 35 hingga 65, himpunan fuzzy “sedikit mengerti” memiliki *range* 50 hingga 80 sedangkan himpunan fuzzy “sangat mengerti” memiliki *range* 65 hingga 100. Dapat dilihat variable

linguistik dari grafik diatas bahwa fungsi kurva bahu kiri adalah “sangat tidak mengerti”, fungsi kurva bahu kanan adalah “sangat mengerti”, dan “tidak mengerti”, “mengerti” dan “sedikit mengerti” memiliki fungsi kurva segitiga.

Perhitungan manual untuk ketiga fungsi linear adalah seperti berikut:

Kurva bahu kiri: sangat tidak mengerti

$$\mu[\text{sangat_tidak_mengerti}] = \begin{cases} 0; x > 35 \\ 1; x < 20 \\ \frac{35-x}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

Kurva segitiga: tidak mengerti

$$\mu[\text{tidak_mengerti}] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-20}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{50-x}{50-35}; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Kurva segitiga: sedikit mengerti

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

Kurva segitiga: mengerti

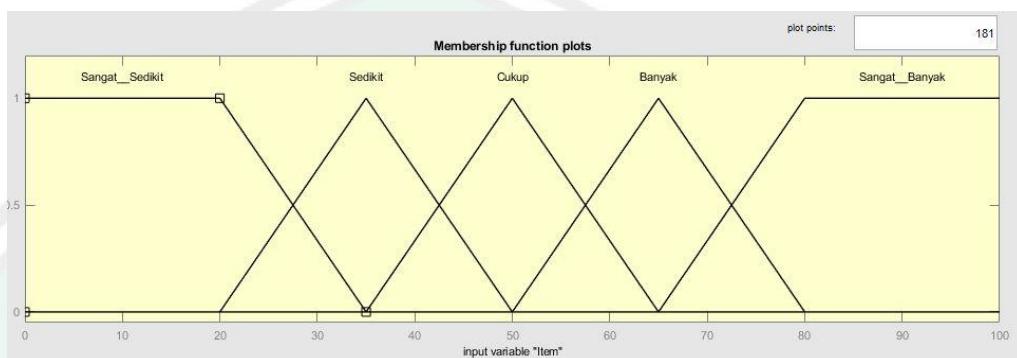
$$\mu[\text{mengerti}] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-50}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ \frac{80-x}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

Kurva bahu kanan: sangat mengerti

$$\mu[\text{sangat_mengerti}] = \begin{cases} 0; x < 65 \\ 1; x > 80 \\ \frac{x-65}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

2. Variable Item, terbagi menjadi 5 himpunan yaitu: sangat sedikit, sedikit, cukup, banyak dan sangat banyak. Range nilainya adalah antara 0 – 100 dengan rincian seperti berikut:

- a. Sangat sedikit = 0 - 35
- b. Sedikit = 20 - 50
- c. Cukup = 35 - 65
- d. Banyak = 50 - 80
- e. Sangat banyak = 65 - 100



Gambar 3. 4 Grafik Input Variabel Item

Pada gambar 3.4 memperlihatkan grafik *input variable item* memiliki *range* diantara nilai 0 hingga 100. Himpunan *fuzzy* “sangat sedikit” memiliki *range* 0 hingga 35, himpunan *fuzzy* “sedikit” memiliki *range* 20 hingga 50, himpunan *fuzzy* “cukup” memiliki *range* 35 hingga 65, himpunan *fuzzy* “banyak” memiliki *range* 50 hingga 80 sedangkan himpunan *fuzzy* “sangat banyak” memiliki *range* 65 hingga 100. Dapat dilihat variable linguistik pada grafik diatas bahwa fungsi kurva bahu kiri adalah “sangat sedikit”, kurva bahu kanan adalah “sangat banyak”, dan “sedikit”, “cukup”, “banyak” adalah fungsi kurva segitiga. Perhitungan manual untuk ketiga fungsi linear adalah seperti berikut:

Kurva bahu kiri: sangat sedikit

$$\mu[\text{sangat_sedikit}] = \begin{cases} 0; & x > 35 \\ 1; & x < 20 \\ \frac{35-x}{35-20}; & 20 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

Kurva segitiga: sedikit

$$\mu[\text{sedikit}] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-20}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{50-x}{50-35}; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Kurva segitiga: cukup

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

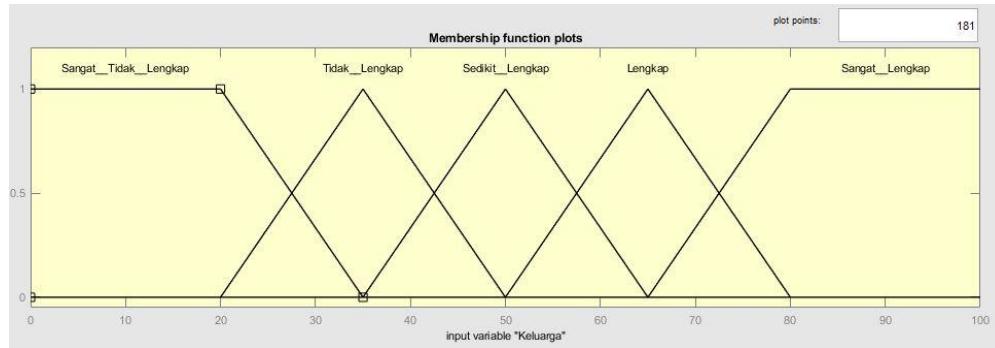
Kurva segitiga: banyak

$$\mu[\text{banyak}] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-50}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ \frac{80-x}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

Kurva bahu kanan: sangat banyak

$$\mu[\text{sangat_banyak}] = \begin{cases} 0; x < 65 \\ 1; x > 80 \\ \frac{x-65}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

3. Variable Keluarga, terbagi menjadi 5 himpunan yaitu: sangat tidak lengkap, tidak lengkap, sedikit lengkap, lengkap dan sangat lengkap. Range nilainya adalah antara 0 – 100 dengan rincian seperti berikut
 - a. Sangat Tidak Lengkap = 0 - 35
 - b. Tidak Lengkap = 20 - 50
 - c. Sedikit Lengkap = 35 – 65
 - d. Lengkap = 50 - 80
 - e. Sangat Lengkap = 65 – 100



Gambar 3. 5 Grafik Input Variabel Keluarga

Pada gambar 3.5 memperlihatkan grafik *input variable* keluarga memiliki nilai *range* antara 0 hingga 100. Himpunan *fuzzy* “sangat tidak lengkap” memiliki *range* 0 hingga 35, himpunan *fuzzy* “tidak lengkap” memiliki *range* 20 hingga 50, himpunan *fuzzy* “sedikit lengkap” memiliki *range* 35 hingga 65, himpunan *fuzzy* “lengkap” memiliki *range* 50 hingga 80, sedangkan himpunan *fuzzy* “sangat lengkap” memiliki *range* 65 hingga 100. Dapat dilihat variable linguistik pada grafik diatas bahwa fungsi kurva bahu kiri adalah “sangat tidak lengkap”, fungsi kurva bahu kanan adalah “sangat lengkap”, dan “tidak lengkap”, “sedikit lengkap” dan “lengkap” adalah fungsi kurva segitiga.

Perhitungan manual untuk ketiga fungsi linear adalah seperti berikut:

Kurva bahu kiri: sangat tidak lengkap

$$\mu[\text{sangat_tidak_lengkap}] = \begin{cases} 0; x > 35 \\ 1; x < 20 \\ \frac{35-x}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

Kurva segitiga: tidak lengkap

$$\mu[\text{tidak_lengkap}] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-20}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{50-x}{50-35}; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Kurva segitiga: sedikit lengkap

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

Kurva segitiga: lengkap

$$\mu[\text{lengkap}] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-50}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ \frac{80-x}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

Kurva bahu kanan: sangat lengkap

$$\mu[\text{ sangat_ lengkap}] = \begin{cases} 0; x < 65 \\ 1; x > 80 \\ \frac{x-65}{80-65}; 65 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

3.2.4 Perancangan Rule Fuzzy

Aturan-aturan untuk memberi perilaku NPC sudah dibuat sebanyak 125 aturan.

Berikut adalah rincian aturan yang sudah dibuat.

Tabel 3. 2 Aturan-aturan fuzzy

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
1	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
2	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
3	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
4	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Lengkap	Pergi
5	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Lengkap	Pergi
6	Sangat Tidak Mengerti	Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
7	Sangat Tidak Mengerti	Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
8	Sangat Tidak Mengerti	Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
9	Sangat Tidak Mengerti	Sedikit	Lengkap	Pergi
10	Sangat Tidak Mengerti	Sedikit	Sangat Lengkap	Pergi
11	Sangat Tidak Mengerti	Cukup	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
12	Sangat Tidak Mengerti	Cukup	Tidak Lengkap	Pergi
13	Sangat Tidak Mengerti	Cukup	Sedikit Lengkap	Pergi
14	Sangat Tidak Mengerti	Cukup	Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
15	Sangat Tidak Mengerti	Cukup	Sangat Lengkap	Diam
16	Sangat Tidak Mengerti	Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
17	Sangat Tidak Mengerti	Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
18	Sangat Tidak Mengerti	Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
19	Sangat Tidak Mengerti	Banyak	Lengkap	Diam
20	Sangat Tidak Mengerti	Banyak	Sangat Lengkap	Diam
21	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
22	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
23	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
24	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Lengkap	Diam
25	Sangat Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
26	Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
27	Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
28	Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
29	Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Lengkap	Diam
30	Tidak Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Lengkap	Pergi
31	Tidak Mengerti	Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
32	Tidak Mengerti	Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
33	Tidak Mengerti	Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
34	Tidak Mengerti	Sedikit	Lengkap	Diam
35	Tidak Mengerti	Sedikit	Sangat Lengkap	Diam
36	Tidak Mengerti	Cukup	Sangat Tidak Lengkap	Diam
37	Tidak Mengerti	Cukup	Tidak Lengkap	Pergi
38	Tidak Mengerti	Cukup	Sedikit Lengkap	Pergi
39	Tidak Mengerti	Cukup	Lengkap	Diam
40	Tidak Mengerti	Cukup	Sangat Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
41	Tidak Mengerti	Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
42	Tidak Mengerti	Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
43	Tidak Mengerti	Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
44	Tidak Mengerti	Banyak	Lengkap	Diam
45	Tidak Mengerti	Banyak	Sangat Lengkap	Diam
46	Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
47	Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
48	Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
49	Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Lengkap	Diam
50	Tidak Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Lengkap	Diam
51	Sedikit Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
52	Sedikit Mengerti	Sangat Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
53	Sedikit Mengerti	Sangat Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
54	Sedikit Mengerti	Sangat Sedikit	Lengkap	Diam
55	Sedikit Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Lengkap	Diam
56	Sedikit Mengerti	Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
57	Sedikit Mengerti	Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
58	Sedikit Mengerti	Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
59	Sedikit Mengerti	Sedikit	Lengkap	Pergi
60	Sedikit Mengerti	Sedikit	Sangat Lengkap	Pergi
61	Sedikit Mengerti	Cukup	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
62	Sedikit Mengerti	Cukup	Tidak Lengkap	Pergi
63	Sedikit Mengerti	Cukup	Sedikit Lengkap	Pergi
64	Sedikit Mengerti	Cukup	Lengkap	Diam
65	Sedikit Mengerti	Cukup	Sangat Lengkap	Diam
66	Sedikit Mengerti	Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
67	Sedikit Mengerti	Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
68	Sedikit Mengerti	Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
69	Sedikit Mengerti	Banyak	Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
70	Sedikit Mengerti	Banyak	Sangat Lengkap	Diam
71	Sedikit Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
72	Sedikit Mengerti	Sangat Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
73	Sedikit Mengerti	Sangat Banyak	Sedikit Lengkap	Pergi
74	Sedikit Mengerti	Sangat Banyak	Lengkap	Diam
75	Sedikit Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Lengkap	Diam
76	Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
77	Mengerti	Sangat Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
78	Mengerti	Sangat Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
79	Mengerti	Sangat Sedikit	Lengkap	Diam
80	Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
81	Mengerti	Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
82	Mengerti	Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
83	Mengerti	Sedikit	Sedikit Lengkap	Pergi
84	Mengerti	Sedikit	Lengkap	Diam
85	Mengerti	Sedikit	Sangat Lengkap	Diam
86	Mengerti	Cukup	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
87	Mengerti	Cukup	Tidak Lengkap	Pergi
88	Mengerti	Cukup	Sedikit Lengkap	Pergi
89	Mengerti	Cukup	Lengkap	Diam
90	Mengerti	Cukup	Sangat Lengkap	Diam
91	Mengerti	Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
92	Mengerti	Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
93	Mengerti	Banyak	Sedikit Lengkap	Diam
94	Mengerti	Banyak	Lengkap	Terima Kasih
95	Mengerti	Banyak	Sangat Lengkap	Terima Kasih
96	Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
97	Mengerti	Sangat Banyak	Tidak Lengkap	Pergi
98	Mengerti	Sangat Banyak	Sedikit Lengkap	Diam
99	Mengerti	Sangat Banyak	Lengkap	Terima Kasih
100	Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Lengkap	Terima Kasih
101	Sangat Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
102	Sangat Mengerti	Sangat Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
103	Sangat Mengerti	Sangat Sedikit	Sedikit Lengkap	Diam
104	Sangat Mengerti	Sangat Sedikit	Lengkap	Diam
105	Sangat Mengerti	Sangat Sedikit	Sangat Lengkap	Diam
106	Sangat Mengerti	Sedikit	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
107	Sangat Mengerti	Sedikit	Tidak Lengkap	Pergi
108	Sangat Mengerti	Sedikit	Sedikit Lengkap	Diam

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
109	Sangat Mengerti	Sedikit	Lengkap	Diam
110	Sangat Mengerti	Sedikit	Sangat Lengkap	Diam
111	Sangat Mengerti	Cukup	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
112	Sangat Mengerti	Cukup	Tidak Lengkap	Diam
113	Sangat Mengerti	Cukup	Sedikit Lengkap	Diam
114	Sangat Mengerti	Cukup	Lengkap	Terima Kasih
115	Sangat Mengerti	Cukup	Sangat Lengkap	Terima Kasih
116	Sangat Mengerti	Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
117	Sangat Mengerti	Banyak	Tidak Lengkap	Diam
118	Sangat Mengerti	Banyak	Sedikit Lengkap	Diam
119	Sangat Mengerti	Banyak	Lengkap	Terima Kasih
120	Sangat Mengerti	Banyak	Sangat Lengkap	Terima Kasih
121	Sangat Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Tidak Lengkap	Pergi
122	Sangat Mengerti	Sangat Banyak	Tidak Lengkap	Diam
123	Sangat Mengerti	Sangat Banyak	Sedikit Lengkap	Diam
124	Sangat Mengerti	Sangat Banyak	Lengkap	Terima Kasih

No	Masukan			Keputusan NPC
	Edukasi	Item	Keluarga	
125	Sangat Mengerti	Sangat Banyak	Sangat Lengkap	Terima Kasih

3.2.5 Implikasi dan Defuzzifikasi

Implikasi MIN digunakan dan defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *average*

$$e = \frac{\sum b_i e_i}{\sum b_i}$$

3.2.6 Contoh Perhitungan

Ketika nilai variabel edukasi adalah 50, variabel item 34 dan variabel keluarga 40, maka penerapan metode *fuzzy Sugeno* adalah seperti berikut:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi akan menentukan nilai crisps dari variabel edukasi, *item* dan keluarga dan kemudian akan ditentukan derajat keanggotaannya.

- i. Untuk variabel edukasi, perhitungan fuzzifikasinya adalah seperti berikut

$$\mu_{Edukasi\ sangat\ tidak\ mengerti}[50] = 0; Edukasi \geq 35$$

$$\mu_{Edukasi\ tidak\ mengerti}[50] = 0; Edukasi \geq 50$$

$$\mu_{Edukasi\ sedikit\ mengerti}[50] = \frac{50-35}{50-35} = \frac{15}{15} = 1; 35 \leq Edukasi \leq 50$$

$$\mu_{Edukasi\ mengerti}[50] = 0; Edukasi \leq 50$$

$$\mu_{Edukasi \ sangat \ mengerti} [50] = 0; Edukasi \leq 65$$

Berdasarkan perhitungan rumus trapezium dan segitiga, maka derajat keanggotaan yang diperoleh adalah:

- a. Sangat tidak mengerti [50] = 0
 - b. Tidak mengerti [50] = 0
 - c. Sedikit mengerti [50] = 1
 - d. Mengerti [50] = 0
 - e. Sangat mengerti [50] = 0
- ii. Untuk variabel item, perhitungan fuzzifikasinya adalah seperti berikut

$$\mu_{Item \ sangat \ sedikit} [34] = \frac{35-34}{35-20} = \frac{1}{15} = 0.07; 20 \leq Item \leq 35$$

$$\mu_{Item \ sedikit} [34] = \frac{34-20}{35-20} = \frac{14}{15} = 0.93; 20 \leq Item \leq 35$$

$$\mu_{Item \ cukup} [34] = 0; Item \leq 35$$

$$\mu_{Item \ banyak} [34] = 0; Item \leq 50$$

$$\mu_{Item \ sangat \ banyak} [34] = 0; Item \leq 65$$

Berdasarkan perhitungan rumus trapezium dan segitiga, maka derajat keanggotaan yang diperoleh adalah:

- a. Sangat sedikit [34] = 0.07
- b. Sedikit [34] = 0.93
- c. Cukup [34] = 0
- d. Banyak [34] = 0
- e. Sangat banyak [34] = 0

iii. Untuk variabel keluarga, perhitungan fuzzifikasinya adalah seperti berikut

$$\mu_{Keluarga\ sangat\ tidak\ lengkap}[40] = 0; \text{Keluarga} \geq 35$$

$$\mu_{Keluarga\ tidak\ lengkap}[40] = \frac{50-40}{50-35} = \frac{10}{15} = 0,67; 35 \leq \text{Keluarga} \leq 50$$

$$\mu_{Keluarga\ sedikit\ lengkap}[40] = \frac{40-35}{50-35} = \frac{5}{15} = 0,33; 35 \leq \text{Keluarga} \leq 50$$

50

$$\mu_{Keluarga\ lengkap}[40] = 0; \text{Keluarga} \leq 50$$

$$\mu_{Keluarga\ sangat\ lengkap}[40] = 0; \text{Keluarga} \leq 65$$

Berdasarkan perhitungan rumus trapezium dan segitiga, maka derajat keanggotaan yang diperoleh adalah:

- a. Sangat tidak lengkap [40] = 0
- b. Tidak lengkap [40] = 0.67
- c. Sedikit lengkap [40] = 0.33
- d. Lengkap [40] = 0
- e. Sangat lengkap [40] = 0

2. Implikasi

Disini adalah tahap dimana setiap variabel akan dibandingkan sesuai dengan aturan/rule fuzzy yang sudah dibuat dengan menggunakan fungsi minimum dari fuzzy Sugeno

Rule 1:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\Rightarrow \text{Min}(0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 2:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.67) = 0$$

Rule 3:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.33) = 0$$

Rule 4:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 5:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 6:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 7:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0.67) = 0$$

Rule 8:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0.33) = 0$$

Rule 9:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 10:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 11:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 12:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.67) = 0

Rule 13:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.33) = 0

Rule 14:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 15:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 16:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 17:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 18:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 19:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 20:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 21:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 22:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and
 (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 23:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and
 (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 24:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and
 (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 25:

If (Edukasi is Sangat Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and
 (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 26:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is
 Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 27:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.67) = 0$$

Rule 28:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.33) = 0$$

Rule 29:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 30:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 31:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 32:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.67) = 0$$

Rule 33:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.33) = 0$$

Rule 34:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 35:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 36:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 37:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 38:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 39:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 40:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 41:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 42:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.67) = 0

Rule 43:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.33) = 0

Rule 44:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 45:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 46:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 47:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 48:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 49:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 50:

If (Edukasi is Tidak Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 51:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (1, 0.07, 0) = 0$$

Rule 52:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.07, 0.67) = 0.05$$

Rule 53:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.07, 0.33) = 0.02$$

Rule 54:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.07, 0) = 0$$

Rule 55:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.07, 0) = 0$$

Rule 56:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.93, 0) = 0$$

Rule 57:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.93, 0.67) = 0.62$$

Rule 58:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.93, 0.33) = 0.31$$

Rule 59:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.93, 0) = 0$$

Rule 60:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0.93, 0) = 0$$

Rule 61:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 62:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.67) = 0$$

Rule 63:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.33) = 0$$

Rule 64:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 65:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 66:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 67:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.67) = 0$$

Rule 68:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.33) = 0$$

Rule 69:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 70:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 71:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 72:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.67) = 0$$

Rule 73:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0.33) = 0$$

Rule 74:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 75:

If (Edukasi is Sedikit Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(1, 0, 0) = 0$$

Rule 76:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 77:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.67) = 0$$

Rule 78:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0.33) = 0$$

Rule 79:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 80:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.07, 0) = 0$$

Rule 81:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 82:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap)
then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.67) = 0$$

Rule 83:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap)
then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.33) = 0$$

Rule 84:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then
(Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 85:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap)
then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 86:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Tidak
Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 87:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Tidak Lengkap)
then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.67) = 0

Rule 88:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sedikit Lengkap)
then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.33) = 0

Rule 89:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Lengkap) then
(Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 90:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Lengkap)
then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 91:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak
Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 92:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap)
then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 93:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap)
then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 94:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then
(Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 95:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap)
then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 96:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat
Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 97:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0.67) = 0

Rule 98:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0.33) = 0

Rule 99:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 100:

If (Edukasi is Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 101:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0.07, 0) = 0

Rule 102:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0.07, 0.67) = 0

Rule 103:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0.07, 0.33) = 0

Rule 104:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0.07, 0) = 0

Rule 105:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0.07, 0) = 0

Rule 106:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0.93, 0) = 0

Rule 107:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.67) = 0$$

Rule 108:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0.33) = 0$$

Rule 109:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 110:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sedikit) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0.93, 0) = 0$$

Rule 111:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 112:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 113:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 114:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 115:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Cukup) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 116:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

$$\rightarrow \text{Min}(0, 0, 0) = 0$$

Rule 117:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0.67) = 0

Rule 118:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

➔ Min (0, 0, 0.33) = 0

Rule 119:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 120:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 121:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Pergi)

➔ Min (0, 0, 0) = 0

Rule 122:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Tidak Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.67) = 0$$

Rule 123:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sedikit Lengkap) then (Keputusan NPC is Diam)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0.33) = 0$$

Rule 124:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

Rule 125:

If (Edukasi is Sangat Mengerti) and (Item is Sangat Banyak) and (Keluarga is Sangat Lengkap) then (Keputusan NPC is Terima Kasih)

$$\rightarrow \text{Min} (0, 0, 0) = 0$$

3. Defuzzifikasi

Selesai di tahap implikasi, ditentukan variabel linguistik keputusan pada setiap *rule* yang sudah dibuat. Proses ini dinamakan defuzzifikasi.

- a. Pergi = 1
- b. Diam = 2
- c. Terima kasih = 3

Selanjutnya adalah menghitung dengan rumus *average*

$$Keputusan = \frac{\sum bi ei}{\sum bi}$$

Diperoleh nilai bi dan ei dari setiap *rule* melalui proses implikasi dengan fungsi minimum yang kemudian menghasilkan nilai e .

Tabel 3. 3 Nilai b-predikat dan e pada setiap aturan

No	Nilai b ke-	Nilai e ke-
x1	0	1
x2	0	1
x3	0	1
x16	0	1
74	0	2
75	0	2
109	0	2
119	0	3
120	0	3
121	0	1
122	0	2
123	0	2
124	0	3
125	0	3

Berdasarkan hasil yang diberikan pada tabel 3.3, hasil tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai *average*

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

Berdasarkan hasil yang didapat, maka NPC memberikan arahan Pergi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab ini menjelaskan tentang pengujian *game* edukasi mitigasi bencana tsunami yang telah dibuat dengan mengimplementasikan metode *fuzzy Sugeno* sebagai pengatur perilaku NPC. Uji coba dan validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian *game* dengan rancangan yang sudah dibuat.

4.1 Implementasi

Implementasi merupakan penerapan hasil *game* yang dibuat disesuaikan dengan rancangan yang sudah dibuat pada bab 3. Setelah implementasi selesai dilakukan, maka dilakukan proses pengujian dan validasi. Pengujian dan validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa metode *fuzzy Sugeno* berjalan sesuai dengan *rule* yang sudah dirancang atau tidak.

4.1.1 Implementasi Tampilan *Game*

Implementasi tampilan *game* ialah pengaplikasian tampilan rancangan *game* ke dalam *game* yang sudah dibuat.

4.1.2 *Menu Awal Permainan*



Gambar 4. 1 *Menu Utama*

Gambar 4.1 diatas merupakan *menu* utama yang pertama kali terlihat ketika memainkan *game*. Terdapat 3 tombol pada *menu* utama, yaitu tombol “main”, “cara bermain” dan “keluar”.

4.1.3 *Menu Level*

Setelah menekan tombol “main”, terdapat *menu level* pada *game*, yaitu “level 1”, “level 2” dan “level 3”. Namun pada *game* ini, hanya *level 3* saja yang dapat dimainkan. Ketika *user* menekan tombol *level 1* dan *level 2*, maka tidak akan memunculkan apapun karena game ini adalah *level 3*.



Gambar 4. 2 *Menu Level*

4.1.4 Menu Cara Bermain

Pada menu cara bermain, terdapat 3 tombol yang tersedia, yaitu *level* 1, 2 dan 3. Di setiap tombol berisikan cara bermain pada *level* tersebut.



Gambar 4. 3 Cara Bermain Level 1



Gambar 4. 5 Cara Bermain Level 2



Gambar 4. 4 Cara Bermain Level 3

4.1.5 *Minimap*

Di dalam *game*, terdapat minimap yang berfungsi sebagai petunjuk arah untuk menelusuri area permainan yang ada di dalam *game*.



Gambar 4. 6 Minimap

4.1.6 Informasi Arahan pada Awal Permainan

Terdapat arahan yang diberikan kepada *player* sebelum memainkan permainan pada *level 3*.



Gambar 4. 7 Arahan Dialog

4.1.7 Pause

Pause merupakan *menu* yang akan terlihat jika tombol “V” pada *keyboard* di tekan. Pada *pause*, terdapat dua tombol yaitu tombol “*Resume*”, dan “*Keluar*”.



Gambar 4. 8 *Pause Menu*

4.1.8 Inventory

Terdapat 3 *inventory* di dalam *game* yaitu *inventory* kerabat keluarga, edukasi dan makanan. Kerabat keluarga, edukasi dan makanan yang telah dikumpulkan dapat dipantau melalui *inventory*.



Gambar 4. 9 *Inventory*

4.1.9 Panel Dialog

Panel dialog akan kelihatan pada saat *player* menghampiri NPC lalu kemudian menekan tombol “F” pada *keyboard*, yang mana pada dialog ini NPC akan bertindak sesuai dengan jumlah makanan yang diperoleh, seberapa banyak edukasi yang ditemukan, dan seberapa banyak anggota keluarga dan teman yang diselamatkan.



Gambar 4. 10 Dialog NPC

4.1.10 Tampilan Panel Edukasi

Ketika menemukan edukasi di dalam *game*, maka akan muncul *panel* edukasi yang berisikan tindakan yang harus dilakukan pasca terjadinya bencana tsunami.



Gambar 4. 11 Panel Edukasi

4.1.11 *Terrain Utama*

Pantai merupakan salah satu kawasan yang terlihat sangat hancur jika terjadi tsunami. Oleh karena itu, pada *game* ini, peneliti mencoba menduplikat keadaan pantai tepat pasca terjadinya tsunami di dunia nyata ke dalam *game*.



Gambar 4. 12 Area Pantai

4.1.12 Implementasi *Fuzzy Sugeno*

Digunakan 3 inputan dalam implementasi *fuzzy Sugeno* pada NPC yaitu edukasi, item dan keluarga dengan setiap inputan mempunyai 5 himpunan dan 3 keluaran yaitu pergi, diam dan terima kasih. Berikut adalah *pseudocode* pengimplementasian *fuzzy Sugeno* ke dalam NPC

I. Fuzzifikasi

Masing-masing variabel harus menjalankan proses fuzzifikasi. Salah satunya adalah fuzzifikasi jumlah keluarga. Jumlah keluarga memiliki himpunan sangat tidak lengkap, tidak lengkap, sedikit lengkap, lengkap dan sangat lengkap. Range himpunan *fuzzy* untuk jumlah keluarga adalah: Sangat tidak lengkap (0-35), Tidak lengkap (20-50), Sedikit Lengkap (35-65), Lengkap (50-80) dan Sangat Lengkap (65-100). Berikut ini adalah *pseudocodenya* :

```

Program Fuzzifikasi_FuzzySugeno

Deklarasi:
jumlahkeluarga :int
sangattidaklengkap, tidaklengkap, sedikitlengkap, lengkap,
sangatlengkap :float

Deskripsi:
Read (jumlahkeluarga)
If (jumlahkeluarga >= 35) then
    sangattidaklengkap ← 0
Elseif (jumlahkeluarga >= 35) and (jumlahkeluarga <= 40) then
    sangattidaklengkap ← (40 - jumlahkeluarga) / (40 - 35)
Elseif (jumlahkeluarga <= 35) then
    sangattidaklengkap ← 1
Endif

If (jumlahkeluarga <= 20) or (jumlahkeluarga >= 50) then
    tidaklengkap <- 0
Elseif (jumlahkeluarga >= 20) and (jumlahkeluarga <= 35) then
    tidaklengkap <- (jumlahkeluarga - 20) / (35 - 20)
Elseif (jumlahkeluarga >= 35) and (jumlahkeluarga <= 50) then
    tidaklengkap <- (50 - jumlahkeluarga) / (50 - 35)
Endif

If (jumlahkeluarga <= 35) or (jumlahkeluarga >= 65) then
    sedikitlengkap <- 0
Elseif (jumlahkeluarga >= 35) and (jumlahkeluarga <= 50) then
    sedikitlengkap <- (jumlahkeluarga - 35) / (50 - 35)
Elseif (jumlahkeluarga >= 50) and (jumlahkeluarga <= 65) then
    sedikitlengkap <- (65 - jumlahkeluarga) / (65-50)
Endif

If (jumlahkeluarga <= 50) or (jumlahkeluarga >= 80) then
    lengkap <- 0
Elseif (jumlahkeluarga >= 50) and (jumlahkeluarga <=65) then
    lengkap <- (jumlahkeluarga - 50) / (65 - 50);
Elseif (jumlahkeluarga >= 65) and (jumlahkeluarga <= 80) then
    lengkap <- (80 - jumlahkeluarga) / (80 - 65);
Endif

If (jumlahkeluarga <= 65) then
    sangatlengkap <- 0
Elseif (jumlahkeluarga >= 80) then
    sangatlengkap <- 1
Elseif (jumlahkeluarga >= 65) and jumlahkeluarga <= 80) then
    sangatlengkap <- (jumlahkeluarga - 65) / (80 - 65)
Endif

Output (sangattidaklengkap, tidaklengkap, sedikitlengkap,
lengkap, sangatlengkap)

```

II. Implikasi

Minum adalah fungsi yang digunakan pada proses implikasi di dalam penelitian ini. Tujuan digunakan nilai minimum adalah untuk mendapatkan nilai yang paling kecil dari a-predikat yang sudah dihitung di proses fuzzifikasi.

```

Program Implikasi_FuzzySugeno

Deklarasi:
arrayMin, sangattidakmengerti, tidakmengerti, sedikitmengerti,
mengerti, sangatmengerti, sangatsedikit, sedikit, cukup, banyak,
sangatbanyak, sangattidaklengkap, tidaklengkap, sedikitlengkap,
lengkap, sangatlengkap : float
arrayOutput : integer

Deskripsi:
Read (sangattidakmengerti, tidakmengerti, sedikitmengerti,
mengerti, sangatmengerti, sangatsedikit, sedikit, cukup, banyak,
sangatbanyak, sangattidaklengkap, tidaklengkap, sedikitlengkap,
lengkap, sangatlengkap)

    arrayMin[0] ← min(sangattidakmengerti, sangat-sedikit,
sangattidaklengkap)
    arrayMin[1] ← min(sangattidakmengerti, sangat-sedikit,
tidaklengkap)
    arrayMin[2] ← min(sangattidakmengerti, sangat-sedikit,
sedikit-lengkap)
    .
    .
    .

    arrayOutput[0] ← 1m
    arrayOutput[1] ← 1a
    arrayOutput[2] ← 1l
    .
    .
    .

    arrayOutput[123] ← 2
    arrayOutput[124] ← 2
    arrayOutput[125] ← 3

Output (arrayOutput)

```

III. Defuzzifikasi

Nilai tegas didapatkan dengan proses defuzzifikasi yang kemudian akan digunakan untuk mengatur perilaku NPC

```
Program Defuzzifikasi_FuzzySugeno

Deklarasi:
kali, jumlah, keputusan : int
kali ← 0
jumlah ← 0

Deskripsi:

for (z ← 0; z < min.Length; z++) {
    kali += min[z] * output[z];
    jumlah += min[z];
}
keputusan ← kali/jumlah;

Output (keputusan)
```

IV. Hasil Output Fuzzy Sugeno sebagai Pengatur Perilaku NPC

Terdapat 3 output yang menjadi perilaku NPC yaitu:

- Output 1: NPC berdialog (“Pergi!”)
- Output 2: NPC berdialog (“.....”)
- Output 3: NPC berdialog (“Terima kasih telah membantu saya”)

```
Program output_hasil_FuzzySugeno

Deklarasi:
keputusan, kali, jumlah : int

Deskripsi:
Read(keputusan)
If (keputusan == 1) then
    GameObject.Find("NPC Kakak").SendMessage("perilakukeputusan")
    kali ← 0
    jumlah ← 0
Elseif (keputusan == 2) then
```

```

GameObject.Find("NPC Kakak").SendMessage ("perilakukeputusan2")
kali ← 0
jumlah ← 0
Elseif (keputusan == 3) then
    GameObject.Find("NPC Kakak").SendMessage ("perilakukeputusan3")
    kali← 0;
    jumlah ← 0;

Output (keputusan)

```

4.2 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi yang digunakan adalah dengan menggunakan aplikasi Matlab.

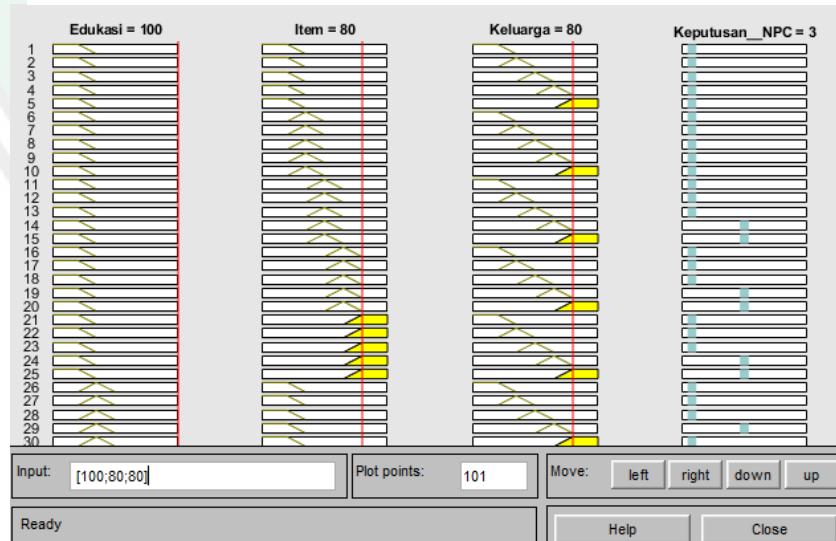
Hasil yang diberikan Matlab akan disesuaikan dengan algoritma fuzzy Sugeno yang sudah diterapkan ke dalam *game* di dalam aplikasi Unity.

4.2.1 Implementasi Logika Fuzzy Sugeno

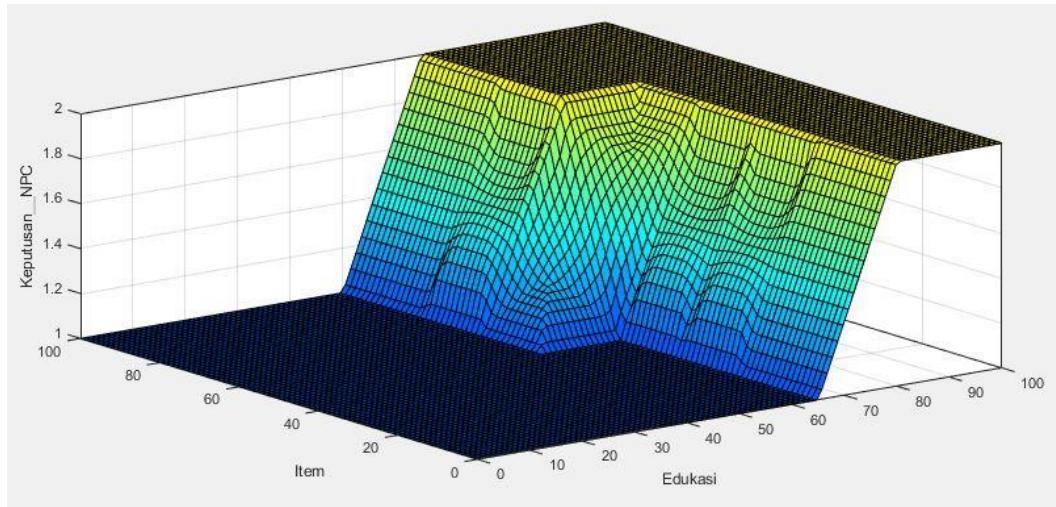
Pengujian ini dilakukan untuk menyesuaikan hasil yang didapatkan pada *game* dengan pengujian fuzzy di matlab.

Keputusannya adalah: Terima kasih...
UnityEngineMonoBehaviour:print(Object)
Jumlah Edukasi: 100|Jumlah Item: 80|Jumlah Keluarga: 80
UnityEngineMonoBehaviour:print(Object)

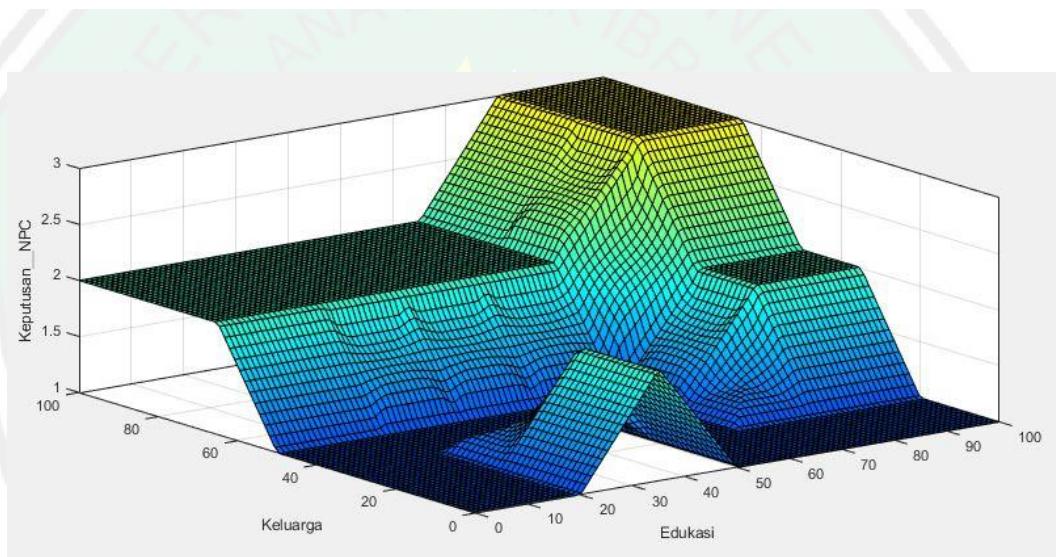
Gambar 4. 14 Hasil Unity



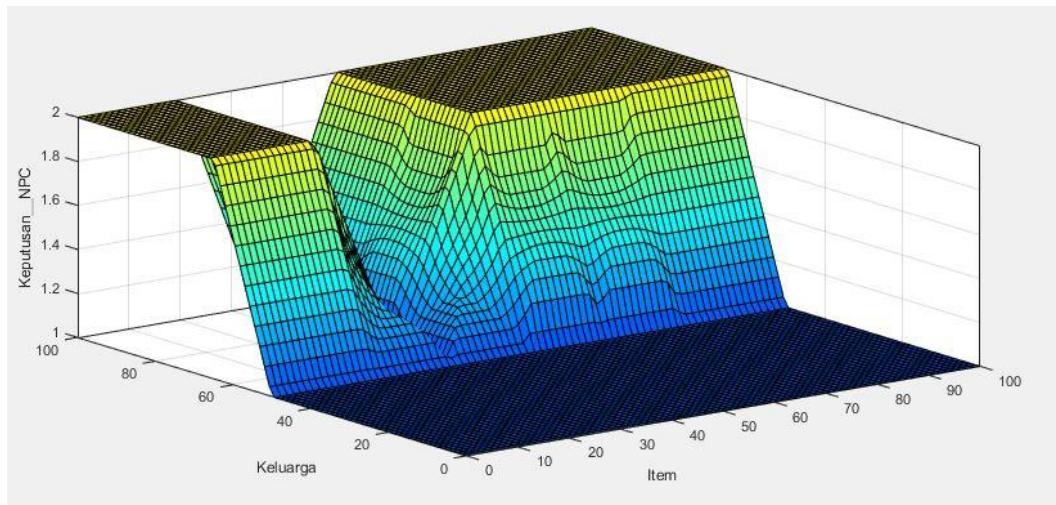
Gambar 4. 13 Hasil Matlab



Gambar 4. 15 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan item dan edukasi



Gambar 4. 16 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan keluarga dan edukasi



Gambar 4. 17 Sumbu Kartesian Keputusan NPC untuk masukan keluarga dan item

Dari pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil yang diberikan di dalam Unity sama dengan hasil yang diberikan oleh matlab.

Tabel 4. 1 Tabel Pengujian

No	Input			Output Game	Simulasi Matlab
	Edukasi	Item (Buah)	Keluarga		
1	70	90	80	Terima Kasih	3
2	90	80	60	Terima kasih	3
3	70	50	60	Diam	2
4	50	20	40	Pergi	1
5	65	80	70	Terima kasih	3
6	100	80	80	Terima kasih	2
7	17	10	20	Pergi	1
8	38	20	35	Pergi	1
9	6	40	45	Pergi	1
10	55	70	65	Diam	2
11	46	60	80	Diam	2
12	60	80	65	Terima Kasih	3
13	73	75	70	Terima Kasih	3
14	65	75	75	Terima Kasih	3
15	46	100	80	Diam	2

Dijelaskan pada tabel 4.1 bahwa terdapat kecocokan nilai antar nilai *output* pada *game* dengan simulasi di Matlab. Oleh yang demikian, metode *fuzzy Sugeno*

berhasil diterapkan pada *game* simulator NPC berbasis fuzzy *Sugeno* untuk pembelajaran edukasi mitigasi pasca bencana tsunami.

Berdasarkan uji coba yang dilakukan, persentase rata-rata (*average*) perilaku NPC yang dihasilkan dari pengujian dari tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

1. Pergi = $\frac{4}{15} \times 100 = 26.67\%$
2. Diam = $\frac{4}{15} \times 100 = 26.67\%$
3. Terima Kasih = $\frac{7}{15} \times 100 = 46.67\%$

Nilai variabel pergi dan diam adalah sebesar 26.67% dan nilai variable terima kasih pula adalah 46.67%. Hasil dari persentase tersebut memberikan nilai perbedaan yang tidak cukup jauh sehingga kemungkinan besar NPC akan memberi perilaku yang tidak terlalu monoton.

4.3 Integrasi Sains Islam

Pada kejadian tsunami di Selat Sunda, Banten di tahun 2018, terdapat seorang korban tsunami yang terombang ambing di laut selama 7 jam sebelum akhirnya diselamatkan oleh tim SAR. Sebelum korban diselamatkan oleh tim SAR, korban sempat menyelamatkan dua anak kecil di tengah laut. Ketika setelah akhirnya diselamatkan oleh tim SAR, korban mengetahui istri dan anaknya dalam kondisi tidak bernyawa (Prastiwi, 2018).

Dengan ini, solusi dalam menghadapi bencana tsunami dapat dilakukan melalui pendekatan edukasi berbasis media digital *game* agar masyarakat khususnya anak SMP dapat mengetahui edukasi dan tindakan apa sahaja yang harus dipelajari dan dipersiapkan .

Jika dilihat dari kejadian yang dialami korban di Selat Sunda, Banten, perbuatan saling tolong menolong sesama manusia adalah sangat penting dan merupakan perintah Allah sebagai umat Islam bahwa umatnya hendaklah saling tolong menolong dengan tidak memandang rupa, ras dan dari keluarga mana.

Perilaku korban merupakan tindakan yang selayaknya diikuti ketika menghadapi bencana tsunami. Berikut firman Allah dalam surah al-Maidah ayat 2 yang menyatakan:

وَتَعَاوُنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالْتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوُنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدُوانِ

Artinya:

"Dan Tolong-menolonglah kalian dalam (mengerjakan) kebijakan dan takwa dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran"

Berdasarkan ayat al-Quran surat al-Maidah ayat 2 menjelaskan bahwa Allah Subhanahu Wa Ta'ala memerintahkan kepada hamba-hambaNya yang beriman untuk saling menolong dalam berbuat kebaikan, yaitu kebijakan, dan meninggalkan hal-hal yang mungkar: hal ini dinamakan ketakwaan. Allah Subhanahu Wa Ta'ala melarang mereka bantu-membantu dalam kebatilan serta tolong menolong dalam perbuatan dosa dan hal-hal yang diharamkan. Oleh karena itu, kita sebagai umat manusia yang beriman, hendaklah senantiasa menanamkan sifat tolong menolong kepada sesama manusia terutama dalam menghadapi kejadian bencana yang banyak merugikan kehidupan seseorang. Dengan berkembangnya teknologi, kita dapat mengedukasi seluruh umat manusia yang beriman melalui media digital *game*

khususnya *game* edukasi seperti *game* simulasi penyelamatan korban tsunami pada game mitigasi bencana tsunami ini



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Melihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan di bab sebelumnya, maka kesimpulannya adalah seperti berikut:

1. *Fuzzy Sugeno* berhasil diterapkan ke dalam NPC dengan menggunakan 3 inputan yaitu edukasi, item dan keluarga dengan 5 himpunan pada setiap inputan dan memberikan keluaran *output* yang sesuai. Variabel edukasi memiliki himpunan (a) sangat tidak mengerti, (b) tidak mengerti, (c) sedikit mengerti, (d) mengerti, dan (e) sangat mengerti. Variabel item memiliki himpunan (a) sangat sedikit, (b) sedikit, (c) cukup, (d) banyak, dan (e) sangat banyak. Dan yang terakhir yaitu variabel keluarga memiliki himpunan (a) sangat tidak lengkap, (b) tidak lengkap, (c) sedikit lengkap, (d) lengkap dan (e) sangat lengkap. Dimana dalam pengujian yang telah dilakukan memberi kesimpulan bahwa metode *fuzzy Sugeno* layak untuk diimplementasikan untuk memberi perubahan perilaku pada NPC.
2. Berdasarkan 15 kali uji coba yang telah dilakukan, perbedaan nilai persentase tidak cukup jauh dan memberi gambaran jika NPC akan melakukan tindakan yang tidak terlalu monoton. Nilai persentase yang diperoleh untuk keluaran pergi dan diam adalah 26.67% dan nilai persentase untuk keluaran terima kasih adalah 46.67%.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, terdapat banyak kekurangan yang perlu diperbaiki untuk penelitian selanjutnya , diantaranya adalah:

1. Menambah opsi *game* agar lebih menarik terkait tema tsunami seperti pada saat terjadinya tsunami dan sebelum terjadinya tsunami.
2. Menerapkan metode selain *fuzzy Sugeno* untuk memberi perilaku NPC
3. Pengembangan NPC dapat ditambahkan dengan menggunakan inputan yang lebih banyak dan output yang lebih menarik
4. Memberikan *gamification* ke dalam *game* untuk meningkatkan motivasi dan ketertarikan dalam menyelesaikan *game* seperti *reward* ketika mendapatkan sesuatu *item* dan efek *motion* ketika bersentuh dengan benda di sekitar.
5. Memberi *clue* ketika permainan tidak kunjung selesai setelah berlalu beberapa menit tidak menghasilkan apapun terkait misi yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Y. M., Kurniawan, F., & Nugroho, F. (2011). Desain Perubahan Perilaku pada NPC Game Menggunakan Logika Fuzzy. *Seminar On Electrical, Informatics, and Education 2011*, pp. 1–8.
- Arif, Y. M., Wicaksono, A., & Kurniawan, F. (2012). *Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno*.
- BBC Indonesia. (2011). Indonesia negara rawan bencana. Retrieved April 16, 2019, from
https://www.bbc.com/indonesia/berita_indonesia/2011/08/110810_indonesia_tsunami
- Bencana, B. N. P. (2012). *Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana*.
- Bencana, B. N. P. B. (2017). *Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana*.
- BPBD. (2018). Pengertian Mitigasi Bencana. Retrieved November 25, 2019, from
BPBD Kabupaten Karanganyar website:
<http://bpbd.karanganyarkab.go.id/?p=603>
- 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*, 4(3), 195.
<https://doi.org/10.24076/citec.2017v4i3.110>
- Haris Fadhil. (2018). Jumlah Korban Tewas Tsunami Banten-Lampung 229 Orang.

- Retrieved April 16, 2019, from detikNews website:
<https://news.detik.com/berita/d-4356697/jumlah-korban-tewas-tsunami-banten-lampung-229-orang>
- Indiani Widiastuti, N. (2012). MODEL PERILAKU BERJALAN AGEN-AGEN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC Nelly Indiani Widiastuti Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA). *Jurnal Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 2012(Nelly indiani Widiastuti), 1–7.
- Pranata, J., & Yuniarno, E. (2015). Dda Pada Musuh Berbasis Skor Menggunakan Logika Fuzzy. *Seminar Nasional ...*, 2002(June 2002), 15–20. Retrieved from <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1382>
- Prastiwi, D. (2018). 4 Cerita Pilu Korban Selamat Tsunami Selat Sunda. Retrieved November 25, 2019, from Liputan6.com website:
<https://www.liputan6.com/news/read/3856307/4-cerita-pilu-korban-selamat-tsunami-selat-sunda>
- Purba, K. R., Hasanah, R. N., & Muslim, M. A. (2013). Implementasi Logika Fuzzy Untuk Mengatur Perilaku Musuh dalam Game Bertipe Action-RGP. *Jurnal EECCIS*, 7(1), 15–20. Retrieved from https://www.academia.edu/6451915/Implementasi_Logika_Fuzzy_Untuk_Mengatur_Perilaku_Musuh_dalam_Game_Bertipe_Action-RPG
- Rahmadian, A. A., Furqon, Yusuf L.N, S., & Rusmana, N. (2016). PREVALENSI PTSD DAN KARAKTERISTIK GEJALA STRES. *Ilmu Pendidikan Dan Pengajaran*, 3 No.1, 1–17.
- Rahmah, S. (2017). Post traumatic growth on aceh adolescent conflict victim.

- Psikoislamedia Jurnal Psikologi*, 2(4), 184–198.
- Sugito, N. T. (2008). *Tsunami*.
- Wiyatmo, Y. (2014). *MITIGASI BENCANA ALAM TSUNAMI BAGI KOMUNITAS SDN 1 LENDAH KULON PROGO*.
- Zuhdi, M., Makhrus, M., Sutrio, S., & Wahyudi, W. (2019). Sosialisasi Tentang Mitigasi Bencana Tsunami dan Gempa Lombok Di Jempong Baru, Sekarbela, Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA (JPMPI)*, 6–10.
<https://doi.org/10.29303/jpmqi.v2i1.316>