

## Tingkat Kesulitan Adaptif pada *Android Game* bertema Flora Fauna Endemik Indonesia dengan *Fuzzy Logic*

Ahmad Rizal<sup>1</sup>, Yani Parti Astuti<sup>2</sup>, Abas Setiawan<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Sarjana Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro  
Jl. Imam Bonjol No.207, Kota Semarang, Jawa Tengah 50131, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>111201710581@mhs.dinus.ac.id, <sup>2</sup>yanipartiastuti@dsn.dinus.ac.id,  
<sup>3</sup>abas.setiawan@dsn.dinus.ac.id

**Abstract.** *Adaptive Difficulty Level on Android of Indonesian Endemic Plants and Animals with Fuzzy Logic.* The education of protecting endemic plants and animals in Indonesia requires the raising public awareness. One attempt is to develop an interactive digital games application. However, not all games are interesting to play. High boredom and frustration zones are also caused by the game content and level repetition that are not suitable for children's playing level. In this study, an Android-based educational game with theme Indonesian endemic plants and animals has been created with an adaptive level of difficulty according to the player's ability. The game mechanism is card games like with artificial intelligence using Sugeno Fuzzy logic which can automatically estimate the game level by drawing the card type at the game according to the player's ability. The results show that Sugeno Fuzzy made 35 correct decisions and 15 false decisions from 50 trials.

**Keywords:** *animals and plants, game, adaptive difficulty, fuzzy, testing*

**Abstrak.** *Edukasi untuk melindungi flora dan fauna endemik di Indonesia diperlukan untuk menumbuhkan kesadaran bagi masyarakat. Salah satunya dengan aplikasi dari game digital yang interaktif. Namun, tidak semua game menarik untuk dimainkan. Zona bosan dan zona frustrasi yang tinggi juga disebabkan karena pengulangan kasus dan tingkat permainan yang kurang sesuai dengan kemampuan bermain anak-anak. Pada penelitian ini diciptakan suatu game edukasi berbasis Android bertema flora dan fauna endemik Indonesia dengan tingkat kesulitan yang adaptif sesuai kemampuan pemain. Mekanisme game yang dibuat seperti game kartu dengan kecerdasan buatan menggunakan logika Fuzzy Sugeno yang mampu mempertimbangkan langsung tingkat permainan dengan cara mengeluarkan jenis kartu dalam lapangan permainan yang sesuai dengan kemampuan pemain. Hasil pengujian memperlihatkan Fuzzy Sugeno dapat membuat 35 keputusan dan 15 nilai pasti dari 50 kali percobaan.*

**Kata Kunci:** *flora dan fauna, game, tingkat kesulitan adaptif, fuzzy, pengujian*

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki keanekaragaman kebudayaan serta kekayaan alam yang melimpah. Kekayaan alam tersebut mencakup kondisi alam, tumbuhan dan hewan-hewan yang berada pada lingkungan tertentu [1] dengan 8.157 spesies vertebrata (mamalia, burung, herpeto-fauna, dan ikan) serta memiliki endemisitas tertinggi di dunia untuk beberapa kelompok fauna [2]. Penebangan hutan untuk perluasan area pertanian atau pemukiman dan perburuan liar hewan-hewan langka untuk diperjualbelikan serta eksploitasi berlebihan mengancam sebagian besar fauna sehingga menyebabkan status konservasi genting dan rentan kepunahan [3]. Perburuan (ilegal) yang sangat tinggi juga terjadi karena permintaan pasar dari masyarakat dan digunakan sebagai hewan peliharaan. Masyarakat tradisional dan lokal setempat biasanya mempunyai aturan-aturan tertentu sebagai upaya untuk mencegah eksploitasi, misalnya dilarang mengambil betina, anakan, serta izin pemanenan agar dapat digunakan sebagai milik bersama dalam jangka panjang [4]. Dari sisi hukum, pemerintah juga membuat undang-undang tentang konservasi sumber daya hayati dan ekosistem UU No. 5 Tahun 1990 serta peraturan pemerintah No. 13 Tahun 1994 tentang perburuan satwa buru.

Dengan adanya peraturan dan undang-undang masyarakat diharapkan memiliki kesadaran untuk melestarikan satwa dan habitatnya [5].

Meskipun pemerintah sudah berupaya memberikan edukasi kepada masyarakat lewat hukum, penyuluhan kepada masyarakat lokal serta berbagai upaya konservasi, hal tersebut masih belum cukup untuk memberikan kesadaran bagi masyarakat awam. Selain itu juga ada beberapa upaya penelitian-penelitian dari masyarakat itu sendiri yang memanfaatkan perkembangan teknologi. Salah satu perkembangan teknologi yang saat ini dipakai sebagai sarana edukasi adalah *game*. Dibandingkan dengan metode tradisional, pembelajaran menggunakan *game* dapat memberi motivasi belajar sekaligus bermain dan meningkatkan keterampilan anak [6]. Dari survey 91% anak usia 2-17 tahun sudah pernah bermain *game* [7], Usia 0-18 tahun adalah masa keemasan (*golden age*), pada usia tersebut sel-sel otak, fisik, & kemampuan berfikir mengalami perkembangan yang luar biasa. Sehingga memberikan pengetahuan dan kegiatan edukasi pada anak-anak adalah pilihan yang lebih mudah daripada orang dewasa [8].

Dengan *game*, proses edukasi dapat dilakukan dengan sugesti dan pengetahuan dalam permainan itu sendiri. Salah satu *game* yang dikembangkan untuk edukasi anak adalah *Game* edukasi pelestarian hewan langka untuk siswa sekolah dasar yang dibuat oleh saudara Primadela Oktaviando dari Universitas Muhammadiyah Surakarta [9]. *Game* tersebut berupa kuis sederhana yang bertujuan untuk mengasah pengetahuan anak tentang hewan-hewan langka yang ada di Indonesia. Namun, dengan perkembangan serta keberagaman jenis *game* yang ada, *game* jenis kuis menjadi kurang tepat dan sulit untuk dapat diminati anak-anak karena pengulangan kasus yang sama, serta tidak ada cerita yang dapat diikuti selama bermain.

*Game* biasanya cenderung bersifat fantasi, fleksibel dan mandiri, sedangkan edukasi itu bersifat fakta, kaku dan diarahkan. *Game* edukasi biasanya memiliki efek yaitu zona frustrasi dan zona bosan yang tinggi jika konten dalam *game* terlalu sulit atau level permainan tidak sesuai dengan pemain [10]. Selain itu bagi pemain yang memiliki wawasan dan kemampuan bermain yang kurang terkait materi yang tersedia dalam *game* akan mengalami kesulitan dalam bermain dan cenderung meningkatkan frustrasi atau kebosanan mereka. Apabila level permainan terlalu mudah maka akan timbul rasa bosan sedangkan level permainan yang terlalu sulit akan menimbulkan rasa frustrasi. Untuk menyeimbangkan efek tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan *adaptive level* dengan menggunakan Kecerdasan Buatan untuk menyesuaikan tingkat permainan. Pada penelitian ini, diusulkan untuk membuat *game* edukasi tentang flora dan fauna endemik Indonesia yang dilengkapi *adaptive level* yang dapat menyesuaikan dengan kemampuan pemain dengan logika *fuzzy* Sugeno.

## 2. Tinjauan Pustaka

Penelitian dan riset mengenai pelestarian flora dan fauna langka yang memanfaatkan teknologi memang sudah banyak dibuat, salah satunya adalah *game* edukasi mengenal dan pelestarian hewan langka untuk siswa sekolah dasar. Dalam penelitian tersebut Primadela sadar bahwa siswa sekolah dasar termasuk masa keemasan sehingga mudah sekali menyerap pengetahuan-pengetahuan baru apalagi tentang dunia hewan yang disukai anak-anak [9].

Pemanfaatan media *game* menjadi salah satu pilihan yang cocok untuk sarana edukasi, hal tersebut juga disadari oleh Sembiring *et al*, yang mengangkat hal serupa, yaitu multimedia interaktif pengenalan hewan dan tumbuhan langka dengan model tutorial [11]. Keduanya menggunakan media *game* dengan genre kuis sebagai implementasi dari riset yang dilakukan. Meskipun sudah dapat digunakan sebagai media edukasi, *game* genre kuis dengan banyak informasi tekstual memiliki zona bosan yang tinggi [10], sehingga diperlukan solusi lain. Permadi *et al* meneliti tentang analisis pengaruh penerapan *dungeon* statis dan dinamis pada *game* berjenis *dungeon* terhadap tingkat kesenangan [12]. Mereka menggunakan metode *generative grammar* sehingga lapangan permainan dapat dihasilkan secara otomatis. Hal tersebut juga dirancang dengan tujuan agar permainan tidak membosankan dan tetap memiliki tantangan meskipun dimainkan berkali-kali oleh pemain.

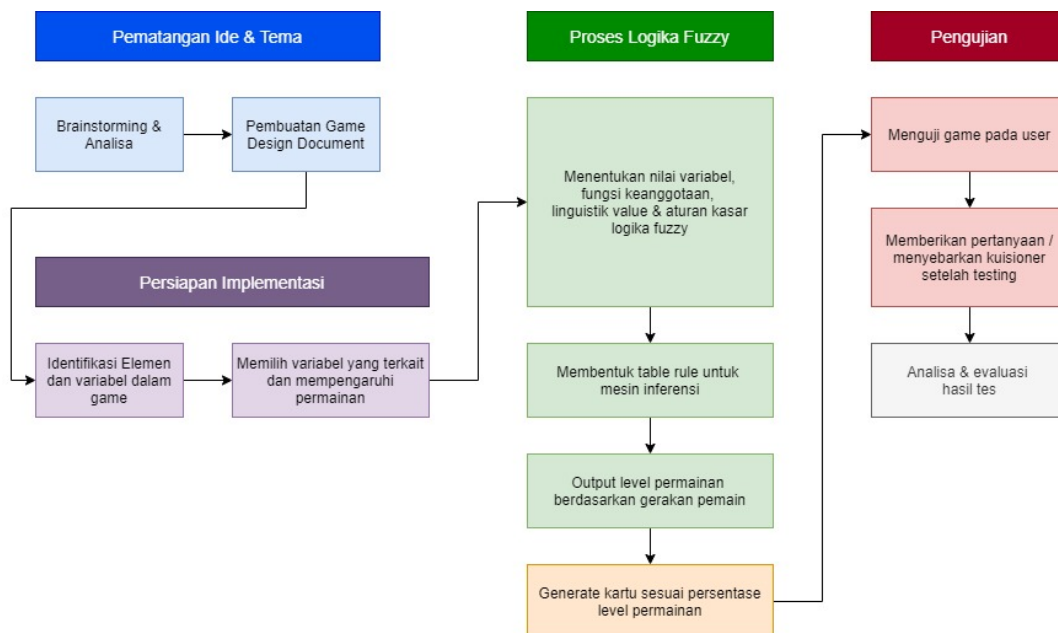
Penelitian tentang *adaptive* AI pada *game* juga dilakukan oleh Abdillah *et al*, digunakan metode Hierarchical Dynamic Scripting (HDS) pada *game* berjenis *turn-based* RPG [13]. Metode ini menghasilkan aturan-aturan yang terpilih dari hasil *generate script tree* yang memungkinkan *leaf*-nya memberikan daftar aturan yang bisa dipilih berdasarkan bobotnya. Meskipun demikian metode pemilihan aturan masih banyak keterbatasan dan terpaku pada jumlah *leaf* pada aturan *tree* yang dibuat. Mahdan *et al* menggunakan metode lain untuk menerapkan *adaptive* AI dalam *game* platformer-nya, yaitu *Fuzzy Sugeno*. Dengan metode ini memungkinkan membuat aturan-aturan yang cukup kompleks dengan menggabungkan kondisi-kondisi lain yang bisa mempengaruhi perilaku AI selama permainan berjalan [14].

Dari beberapa penelitian terkait kekayaan flora dan fauna Indonesia, Kecerdasan Buatan, media interaktif edukasi serta video *game* yang dilakukan peneliti-peneliti sebelumnya, dapat dibuat sintesa yaitu untuk mengatur tingkat *enjoyment* pemain, dapat memanfaatkan desain *game* yang dinamis untuk membuat *game* tetap menantang, kondisi tersebut dapat terbantu dengan adanya tingkat kesulitan adaptif. Pada penelitian ini memungkinkan untuk membuat tingkat kesulitan adaptif pada *game* flora dan fauna endemik Indonesia menggunakan logika *fuzzy*.

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan diusulkan disajikan pada Gambar 1. Penelitian didahului dengan melakukan pematangan ide dan tema, karena ide masih kasar dan perlu diperhalus baik proses maupun segi topiknya dengan membuat Game Design Document (GDD) [15]. Setelah perancangan *game* selesai dibuat dan didokumentasikan ke dalam GDD, penelitian dilanjutkan dengan memilih variabel-variabel yang dapat digunakan sebagai acuan logika *fuzzy*.

Pemrosesan logika *fuzzy* memiliki beberapa tahapan dan persiapan di antaranya menentukan nilai setiap variabel yang dipilih, fungsi keanggotaan baik angka dan linguistik, dan tabel aturan *fuzzy*. Semua tahapan tersebut akan memberikan output berupa *generate* kartu pada permainan berdasarkan kemampuan pemain yang dihitung lewat logika *fuzzy*. Kemudian dilanjutkan ke tahap pengujian *game* kepada user, *game* akan disebar secara acak kepada user yang berbeda-beda dan user akan diberikan kuisioner berupa pertanyaan seputar pengalaman selama bermain.



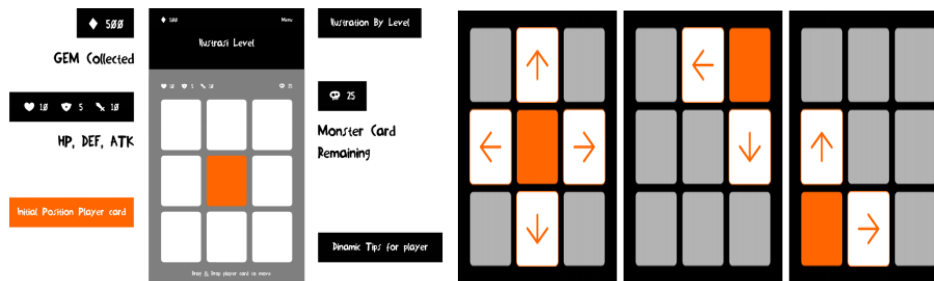
Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3.1. Pematangan Ide dan Tema

Pematangan Ide dan Tema dimulai dari *brainstroming* dan analisis data. Pengumpulan data dan analisis ini menggunakan studi pustaka dengan cara melakukan pencarian dari berbagai sumber seperti jurnal, website, dan buku untuk mendapatkan informasi dan referensi. Pertama, materi tentang kelestarian alam serta flora dan fauna endemik Indonesia dari jurnal dan website di internet. Kedua, materi tentang *Game development* serta tata cara pembuatan *Game design development (GDD)* dari beberapa sumber jurnal dan dosen pembimbing. Ketiga, materi tentang Artificial intelligent (AI) dengan penerapan dalam *game* serta metode-metode terkait dari jurnal di internet dan beberapa buku. Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, dapat dilakukan *brainstorming*, pembuatan GDD serta pematangan topik dan analisa kebutuhan untuk mengimplementasikan metode *fuzzy* pada *game*.

Pada GDD, terdapat beberapa bagian seperti deskripsi *Game*, tujuan, *platform*, mekanisme *Game*, dan keterangan lain yang dibutuhkan. *Game* bertema flora dan fauna endemik di Indonesia ini diberi nama “Demika”. *Game* “Demika” adalah *game* edukasi kasual yang bergenre *adventure-puzzle*. Tujuan *game* ini adalah memainkan permainan berbasis kartu untuk menyelamatkan sang adik yang diculik roh hutan. Latar tempat cerita berada dalam hutan dengan suasana malam yang penuh misteri. Pemain dituntut untuk menyelesaikan setiap level dengan cara menggerakkan kartu *player* dan bertahan hingga *deck* kartu musuh habis.

Pada mekanisme *game*, sketsa diperlukan untuk membuat kerangka kasar dan dasar dari permainan nantinya. Gambar 2 mendeskripsikan bidang permainan dan kendali permainan. Untuk membuat desain *game* yang baik juga dibutuhkan beberapa logika-logika dasar seperti kontrol permainan dan sistem skor dalam permainan. Cara bermain *game* ini adalah pemain akan menggerakkan kartu ke kanan atau kiri atau atas atau bawah untuk melawan musuh dengan pertimbangan status yang dia miliki. Mekanisme yang sama juga dapat dilakukan untuk mengambil *item game* untuk menambah status. Status yang dimiliki oleh pemain adalah HP (*Health Point*), DEF (*Defense*), dan ATK (*Attack*).



Gambar 2. Bidang dan Kendali Permainan

Ketika pemain melakukan suatu gerakan, sistem *game* akan memberikan feedback berupa pergerakan lapangan permainan sehingga membuat permainan lebih interaktif. Kartu yang berada dalam lapangan dapat bergerak sesuai aturan-aturan yang didefinisikan pada Tabel 1 yang nantinya akan digunakan sebagai tempat *generate* kartu dari hasil logika *fuzzy*.

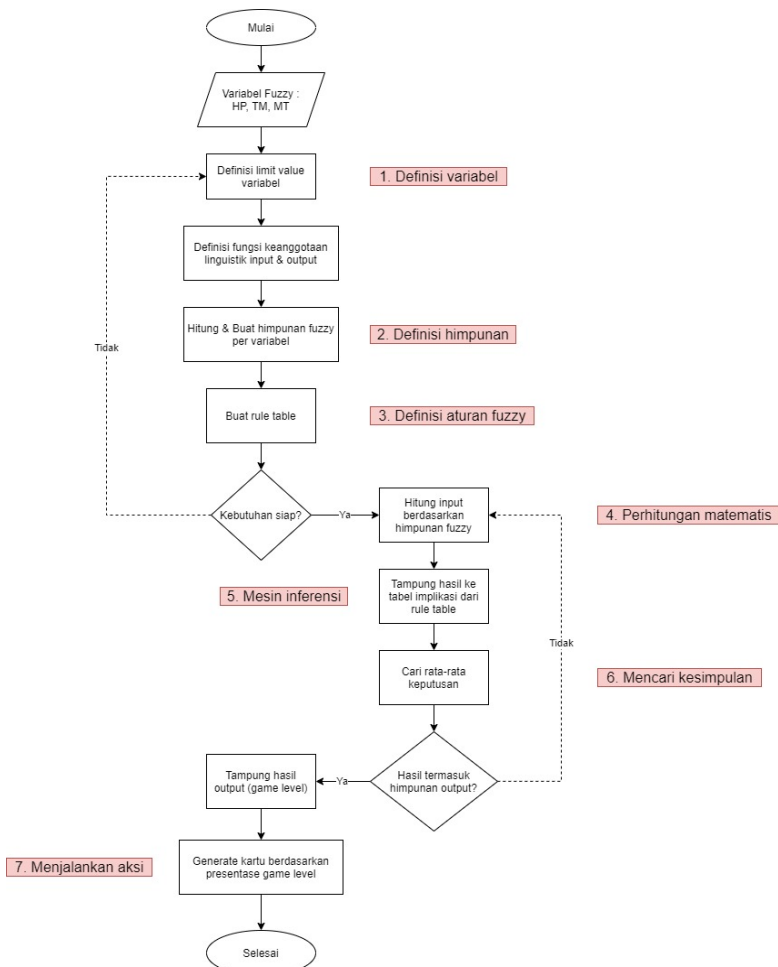
Tabel 1. Aturan Pergerakan Kartu

Kartu Pemain		Slot bergeser	Slot kartu baru dihasilkan Kartu Pemain	Kartu Pemain		Slot bergeser	Slot kartu baru dihasilkan Kartu Pemain
Dari	Ke			Dari	Ke		
1	2	(4 ke 1), (7 ke 4)	7	5 6	(2 ke 5)	2	
1	4	(2 ke 1), (3 ke 2)	3	5 8	(4 ke 5)	4	
2	1	(3 ke 2)	3	6 3	(9 ke 6)	9	
2	3	(1 ke 2)	1	6 5	-	6	

2	5	-	5	6	9	(3 ke 6)	3
3	2	(6 ke 3), (9 ke 6)	9	7	4	(8 ke 7), (9 ke 8)	9
3	6	(2 ke 3), (1 ke 2)	1	7	8	(4 ke 7), (1 ke 4)	1
4	1	(7 ke 4)	7	8	5	-	8
4	5	-	4	8	7	(9 ke 8)	9
4	7	(1 ke 4)	3	8	9	(7 ke 8)	7
5	2	(8 ke 5)	8	9	6	(8 ke 9), (7 ke 8)	7
5	4	(6 ke 5)	6	9	8	(6 ke 9), (3 ke 6)	3

### 3.1. Proses Logika Fuzzy

Pemrosesan logika *fuzzy* memiliki beberapa tahapan dan persiapan di antaranya menentukan nilai setiap variabel yang dipilih, fungsi keanggotaan baik angka dan linguistik, dan tabel aturan fuzzy. Semua tahapan tersebut akan memberikan output berupa level permainan yang merepresentasikan persentase untuk membangkitkan kartu pada permainan. Detail tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam memilih variabel awal ini tidak bisa langsung digunakan untuk menghasilkan nilai yang diinginkan. Variabel ini harus diolah terlebih dahulu untuk mendapat nilai yang lebih efektif dan signifikan dalam proses selanjutnya dengan mendefinisikan nilai numerik dan linguistik.



Gambar 3. Alur logika fuzzy

Variabel pertama adalah variabel *health point* (HP). variabel ini mewakili tingkat kemampuan pemain berdasarkan strateginya. Semakin tinggi HP maka pemain tersebut pandai memilih strategi dalam mempertahankan permainan tetap berjalan. Di beberapa penelitian terkait ada juga yang menggunakan variabel energi dan kesempatan [15]. Secara konsep hampir sama biasanya ada variabel utama yang bisa dijadikan parameter seperti HP ini. Cirinya variabel dalam *game* tersebut bertindak sebagai pengukur yang menentukan berakhirnya *game* atau tidak.

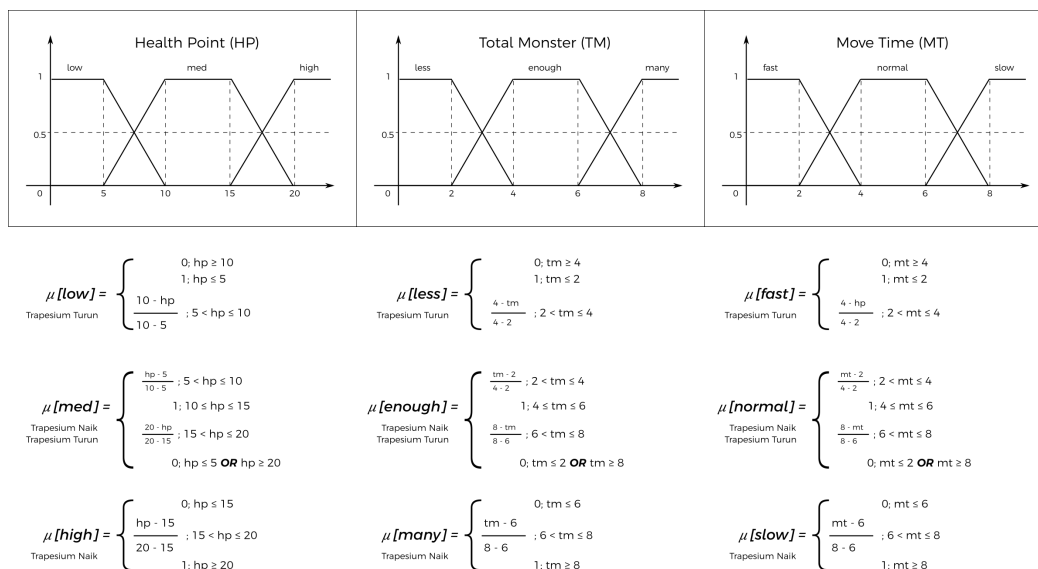
Variabel yang kedua adalah jumlah monster. Jumlah monster yang berada di lapangan permainan mewakili tingkat kesulitan permainan itu sendiri, semakin banyak monster semakin sering juga pemain menghadapi pertarungan dalam permainan serta pemain harus menyusun strategi lain untuk mempertahankan HP-nya. Variabel ketiga adalah waktu respon dari pemain. Waktu respon dinilai dari seberapa cepat mereka berfikir untuk mencari strategi dan pergerakan untuk memenangkan permainan. Parameter waktu memang banyak digunakan sebagai parameter pendukung [14].

Variabel yang keempat atau output yang diinginkan adalah level pemain. Variabel ini harus didefinisikan juga baik numerik maupun linguistik, Pada kasus ini dipilih nilai linguistik terlebih dahulu yang sudah didefinisikan yaitu *easy*, *normal*, dan *hard*. Level permainan yang dideteksi oleh sistem akan diteruskan dengan keputusan untuk mengeluarkan jenis-jenis kartu sebagai berikut:

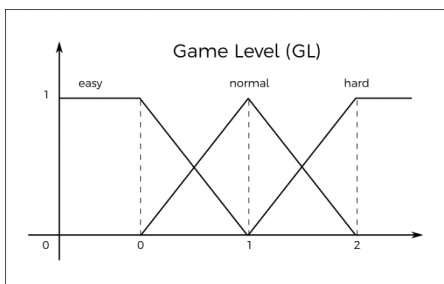
- *Item Card*, kartu ini dapat menambahkan *Health Point* (HP) dari Player jika dikonsumsi.
- *Weapon Card*, kartu ini dapat menambah *Food Point* (FP) dari Player jika dikonsumsi, FP dapat digunakan untuk menjinakkan monster card dan memenangkan permainan.
- *Monster Card*, kartu ini merupakan *enemy* atau musuh dalam permainan.

Setelah variabel ditentukan, selanjutnya adalah menentukan nilai himpunannya. Nilai himpunan digunakan untuk mempermudah proses identifikasi pada tahap selanjutnya. Biasanya menggunakan nilai linguistik sebagai tanda pengenal yang unik dan nilai numerik sebagai batas-batas nilainya karena *fuzzy* menggunakan *multi-valued*. Nilai dari himpunan linguistik variabel meliputi *Health Point* (HP), *Total Monster* (TM), dan *Move Time* (MT).

Himpunan dari variabel fuzzy yang kemudian dibuat rumus perhitungan derajat keanggotaannya menggunakan diagram fungsi trapesium pada Gambar 4a & 4b dan diharapkan dapat menghasilkan keputusan seperti pada *range value* yang dibuat. Diagram fungsi keanggotaan nantinya akan digunakan untuk melakukan menghitung nilai yang didapatkan dari variabel yang telah diset dalam permainan.



Gambar 4a. Fungsi trapesium fuzzifikasi (HP, TM, MT, GL)



Gambar 4b. Fungsi trapesium fuzzifikasi (HP, TM, MT, GL)

Ketiga nilai variabel akan diolah kembali dengan rule table dan mesin inferensi logika *fuzzy* Sugeno, hasil dari keputusan inferensi diharapkan dapat membuat keputusan sesuai diagram *Game Level (GL)* yang sudah ditentukan pada Gambar 4a & 4b. Penggunaan *fuzzy* Sugeno dipilih karena meningkatkan kemampuan *fuzzy* biasa dalam melakukan suatu perhitungan inferensi dengan menghasilkan suatu konstanta [16].

Tabel aturan diperlukan untuk membuat logika dari AI itu sendiri serta acuan dari perhitungan keputusan dengan cara membandingkannya ke dalam mesin inferensi. Aturan tidak bisa langsung diterapkan secara langsung, aturan harus dijabarkan dalam bahasa komputer (kondisi IF THEN) sehingga dapat dikenali oleh komputer dan diolah di dalam mesin inferensi. Kombinasi nilai variabel ditulis pada Tabel 2.

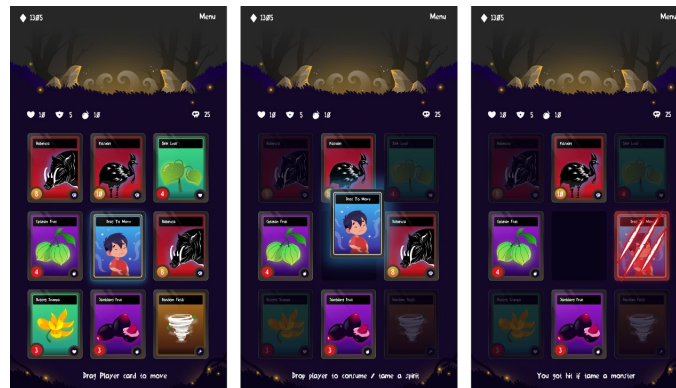
Tabel 2. Aturan Fuzzy

No	IF Health Point (HP)	IF Total Monster (TM)	IF Move Time (MT)		
			Fast	Normal	Slow
1	Low	Less	Hard (2)	Normal (1)	Easy (0)
2	Low	Enough	Hard (2)	Normal (1)	Easy (0)
3	Low	Many	Normal (1)	Easy (0)	Easy (0)
4	Med	Less	Hard (2)	Hard (2)	Normal (1)
5	Med	Enough	Hard (2)	Normal (1)	Easy (0)
6	Med	Many	Normal (1)	Easy (0)	Normal (1)
7	high	Less	Hard (2)	Hard (2)	Hard (2)
8	high	Enough	Hard (2)	Hard (2)	Normal (1)
9	high	Many	Hard (2)	Normal (1)	Normal (1)

Langkah terakhir adalah defuzzifikasi yaitu menggunakan hasil mesin inferensi untuk mencari nilai rata-rata. Penalaran dari prinsip seperti penalaran manusia menggunakan implikasi MIN karena metode *fuzzy* yang digunakan adalah Sugeno.

#### 4. Hasil dan Diskusi

Berdasarkan tema dari *game* yang mengangkat flora dan fauna, hutan dan kearifan lokal Indonesia, maka latar belakang *stage* pada *game* menampilkan pepohonan, gua dan bebatuan dalam hutan. *Game* menampilkan objek kartu bergambar sebagai fokus utama permainan, gambar-gambar meliputi hewan, buah, & tumbuhan khas Indonesia. Tampilan permainan dapat dilihat pada Gambar 5. Implementasi algoritma Fuzzy Sugeno pada *game* “Demika” menggunakan tool Unity dan bahasa pemrograman C#. Proses yang sudah disusun pada rencana penelitian ditransformasikan ke dalam Pseudocode kemudian program pada *Game Engine* Unity 3D & Visual Studio Code.



**Gambar 5. Tampilan permainan**

Sebelum melakukan testing langsung dengan pengguna, penulis melakukan *pilot testing* untuk memverifikasi komponen-komponen yang harus ada dalam implementasi algoritma *fuzzy* Sugeno pada game “Demika”. Serta memastikan algoritma memiliki keluaran sesuai rencana penelitian yang sudah dibuat sebelumnya. *Testing* dilakukan dengan cara melakukan pengujian bermain game sebanyak 50 kali dan melihat hasil keputusan dari algoritma *fuzzy* yang sudah diimplementasikan ke dalam game. Berdasarkan, dari kombinasi variabel fuzzy menghasilkan 35 hasil keputusan yang sesuai dengan yang diharapkan dan 15 kondisi yang tidak sesuai.

Pengujian berikutnya adalah pengujian pada pengguna. Pada tahap ini peneliti menyiapkan dua aplikasi game Android Demika yang dilengkapi sistem logika fuzzy Sugeno dan yang satu tanpa fuzzy (acak). Game Android disiapkan dengan format APK yang diberikan nama A dan B sehingga user tidak tahu mana yang menggunakan AI dan mana yang tidak. APK A adalah game tanpa fuzzy sedangkan Game B adalah APK dengan fuzzy. Pengguna akan memainkan kedua tipe game tersebut. Setelah pengguna mencoba bermain, pengguna akan diberikan form kuisisioner pengalaman yang berisi pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

- Apakah game A/B cukup sulit untuk anda mainkan dan menangkan?
- Apakah kartu yang keluar pada game A/B cenderung banyak monsternya?
- Pada Game A, Apakah anda menemukan item card / weapon card ketika HP anda sedang rendah?
- Apakah anda langsung menemui kondisi sulit ketika permainan baru dimulai pada game A/B? misalnya semua kartu di lapangan adalah monster card.
- Menurut pengalaman bermain anda, Apa tingkat permainan pada game A/B?

Responden dikumpulkan dengan membagikan formulir ke beberapa grup atau komunitas penelitian kecerdasan buatan dan game dari universitas serta beberapa kenalan yang dirasa memiliki ketertarikan terhadap game. Sebanyak 20 partisipan yang mencoba game dan mengisi formulir pengujian yang telah diberikan pada tautan Google Form.

Hasil kuisisioner menunjukkan bahwa 70.6% partisipan menganggap game B tidak sulit dimainkan daripada game A yang hanya 41.2% menjawab tidak sulit. Hal tersebut dipengaruhi oleh penyesuaian tingkat kemampuan pemain dengan tingkat kesulitan game ketika dimainkan oleh logika fuzzy Sugeno. Pada game A meski tanpa AI, hampir setengah partisipan mengalami kondisi dimana mereka dibantu sistem dengan variasi kartu yang keluar. Tapi pada game B memiliki persentase yang lebih tinggi yaitu sebanyak 76.5%, karena probabilitas kartu sudah ditetapkan tiap level dan level sudah adaptif dengan kondisi pemain maka kartu yang keluar juga lebih tepat jika pemain membutuhkan bantuan sistem atau jika pemain terlalu mahir maka sistem bisa saja mempersulit pemain dengan mengeluarkan monster card lebih banyak ketimbang item card.

Selanjutnya, partisipan diberikan pertanyaan terkait bantuan ketika berada dalam kondisi kritis dalam permainan. 88.2% partisipan menjawab ya pada game B karena logika fuzzy yang diimplementasikan sudah diatur sedemikian rupa sehingga dapat memperhatikan kondisi kritis pemain. Terkait kondisi sulit di lapangan permainan ketika beberapa gerakan



setelah permainan dimulai. Pada *game* A terjadi kasus demikian untuk 70.6% partisipan, permainan menjadi sulit meskipun baru 1-3 gerakan yang dilakukan pemain. Hal tersebut terjadi karena pada *game* tanpa AI keluarnya kartu benar-benar acak atau random sehingga tidak sesuai strategi yang sudah disiapkan pemain. Pada *game* B keluarnya kartu tidak sepenuhnya acak atau random karena memiliki probabilitas yang berbeda di setiap level permainannya. Terakhir, partisipan diminta untuk memberikan kesan dari pengalaman mereka bermain, apakah sulit, biasa saja atau mudah bagi mereka selama memainkan kedua *game* tersebut. Partisipan yang mencoba *game* A memiliki jawaban yang seimbang pada tingkat permainan normal dan sulit sebanyak 41.2%. Pada *game* B jawaban normal lebih besar, yaitu sebanyak 82.4% karena level permainan disesuaikan dengan tingkat kemampuan setiap pemain sehingga mereka merasa bahwa permainan normal bagi mereka.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil membuat implementasi *game* kartu Android bertema flora dan fauna dengan tingkat kesulitan adaptif. Penerapan algoritma *fuzzy* Sugeno untuk mengatur tingkat kesulitan adaptif pada *game mobile* bergenre *puzzle-adventure* cukup efektif dapat menyesuaikan kemampuan bermain player sehingga membuat player tetap merasa nyaman dan *game* menjadi lebih variatif. Dengan percobaan permainan selama 50 kali, sebesar 35 kali menghasilkan keputusan yang sesuai dengan harapan. Selain itu, pengujian pada pengalaman pengguna juga dilakukan dengan skenario setiap orang bermain *game* dengan tipe A dan B. *Game* A merupakan *game* tanpa sistem *fuzzy* (acak) dan *game* B dengan sistem *fuzzy*.

Tingkat kesulitan adaptif yang diterapkan pada *game* B cukup efektif karena 82.4% partisipan merasa permainan memiliki tingkat kesulitan yang normal. Sistem permainan pada *game* B dapat menyesuaikan kondisi-kondisi dalam *game*, hal ini dibuktikan dengan 88.2% partisipan yang mendapat pertolongan ketika kritis (low HP) dengan *item card* atau *weapon card* yang keluar, serta hanya 41.2% partisipan menemukan kondisi sulit di awal permainan dibandingkan *game* A yang memiliki 70.6% partisipan yang mengalami kondisi sulit dalam permainan. Kartu yang dihasilkan dari kombinasi adaptif level logika *fuzzy* Sugeno dengan kesempatan probabilitas pembangkitan kartu sesuai level cukup variatif dan membantu pemain. Hal ini dibuktikan dengan 76.5% partisipan yang menjawab variasi kartu yang keluar cukup beragam, tidak hanya *monster card* saja karena sudah disesuaikan dengan level yang terdeteksi sistem *fuzzy*.

## Referensi

- [1] C. Kusmana and A. Hikmat, "The Biodiversity of Flora in Indonesia," *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 5, no. 2, pp. 187–198, 2015.
- [2] L. Vinet and A. Zhedanov, "A 'missing' family of classical orthogonal polynomials," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, p. 85201, Jan. 2011.
- [3] C. Hilton-Taylor and R. A. Mittermeier, *2000 IUCN Red list of threatened species*. 2000.
- [4] J. S. Mochamad Indrawan, Richard B. Primack, *Biologi Konservasi*. 2012.
- [5] M. Erwin, "Hukum Lingkungan Dalam Sistem Kebijakan Pembangunan Lingkungan Hidup," 2008.
- [6] P. Felicia, "What evidence is there that digital games can be better than traditional methods to motivate and teach students," *Retrieved Oct.*, no. March, 2011.
- [7] R. C. M. E. Granic, I., Lobel, A., & Engels, "The benefits of playing video games," <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fa0034857>, 2014.
- [8] M. Dr. Sit, *Psikologi Perkembangan Anak Usia Dini*. 2015.
- [9] P. Oktaviando, "GAME EDUKASI PENGENALAN DAN PELESTARIAN HEWAN LANGKA UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR - PDF Free Download.pdf." 2018.
- [10] H. Haryanto, "Reward Dinamis dalam Skenario Adaptif Menggunakan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi," *J. Appl. Intell. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 144–153, 2016.
- [11] E. B. Sembiring, D. Wahyuni, and W. Anurogo, "Multimedia Interaktif Pengenalan

- Hewan Dan Tumbuhan Langka Menggunakan Model Tutorial,” *J. Digit. Educ. Commun. Arts*, vol. 1, no. 2, pp. 103–112, 2018.
- [12] D. F. H. Permadi, N. Suciati, and I. Kuswardayan, “Analisis Pengaruh Penerapan Dungeon Statis Dan Dinamis Pada *Game* Berjenis Adventure Terhadap Tingkat Enjoyment,” *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 16, no. 1, p. 27, 2018.
- [13] I. F. Abdillah, E. Jonemaro, and M. A. Akbar, “Implementasi Adaptive AI Pada *Game* Turn-Based RPG Dengan Menggunakan Metode Hierarchial Dynamic Scripting,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 2, pp. 703–714, 2018.
- [14] I. Mahdan, “TINGKAT KESULITAN DINAMIS PADA *GAME* EDUKASI ARRANGEMENT-THEMED ADVENTURE-PLATFORMER,” 2019.
- [15] M. G. Salazar, H. A. Mitre, C. L. Olalde, and J. L. G. Sánchez, “Proposal of *game* design document from software engineering requirements perspective,” *Proc. CGAMES'2012 USA - 17th Int. Conf. Comput. Games AI, Animat. Mobile, Interact. Multimedia, Educ. Serious Games*, pp. 81–85, 2012.
- [16] M. A. Darmawan, H. Haryanto, and Y. Rahayu, “Perilaku Penyerangan NPC Berbasis Fuzzy Sugeno pada *Game* Action-RPG Bertema Sejarah Geger Pacinan,” *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 4, no. 3, p. 195, 2018.