

PENERAPAN ALGORITMA *FUZZY MAMDANI* UNTUK MEMBERIKAN SARAN YANG OPTIMAL DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PADA PERMAINAN KARTU MONSTER

Muhammad Rizky Perdana^{*1}, Andika Sundawaijaya², Ahlijati Nuraminah³

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen dan Ilmu Komputer ESQ, Jakarta Selatan
Email: ¹ m.rizky.p@students.esqbs.ac.id, ²sundawaijaya@esqbs.ac.id, ³ahlijati.nuraminah@esqbs.ac.id
^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 08 Desember 2022, diterima untuk diterbitkan: 26 Desember 2022)

Abstrak

Permainan kartu monster Yu-Gi-Oh merupakan permainan strategi yang dilakukan bergiliran antar pemain dengan mengeluarkan kartu yang tepat untuk menyerang atau bertahan dengan tujuan mengurangi poin kehidupan musuh dan melindungi poin kehidupan pemain. Dalam menentukan kartu yang tepat dalam permainan, diperlukan informasi yang akurat pada suatu kondisi permainan. Banyak pemain salah mengambil langkah dalam permainan, sehingga kesempatan kalah menjadi lebih besar. Untuk itu diperlukan sebuah sistem saran yang mampu membantu pemain dalam menentukan kartu yang sesuai untuk digunakan dalam permainan tersebut. Sistem saran akan memberikan masukan kepada pemain dalam menentukan kartu yang tepat dan optimal dalam suatu langkah. Salah satu algoritma yang mampu memetakan dan menentukan keputusan yang dapat menjadi sebuah sistem saran adalah *fuzzy* dengan inferensi Mamdani. Pada penelitian ini, pemilihan saran kartu menggunakan algoritma *Fuzzy Mamdani* dilakukan berulang kali sebanyak 15 kali menggunakan data kartu Yu-Gi-Oh yang sudah diolah. Hasil akurasi dari model pemilihan saran kartu yang dirancang sebesar 0,733 yang artinya cukup baik. Dari hasil tersebut rekomendasi pengembangan penelitian antara lain dengan menambah kartu pada dataset seperti beberapa tipe kartu yang berbeda dan menambahkan atau menggunakan metode yang berbeda serta analisis penambahan input pada variabel *Fuzzy* untuk menambah akurasi sistem dalam memilih saran kartu yang lebih optimal.

Kata kunci: *kartu monster, fuzzy mamdani, kecerdasan buatan*

APPLICATION OF FUZZY MAMDANI ALGORITHM TO PROVIDE OPTIMAL ADVICE IN DECISION MAKING IN MONSTER CARD GAMES

Abstract

The Yu-Gi-Oh monster card game is a strategy game that takes turns between players by issuing the right cards to attack or defend with the aim of reducing enemy life points and protecting the player's own life points. In determining the right card to use in the game, the right information is needed in a game condition. Many players take the wrong steps in the game, so the chance of lose is greater. It need a suggestion system that is able to assist players in determining the appropriate cards to be used in the game. The suggestion system will provide input to players in determining the right and optimal card in a move. Algorithm that is able to map and determine decisions that can become a suggestion system is fuzzy with Mamdani inference. In this study, the selection of card suggestions using the Fuzzy Mamdani algorithm was repeated 15 times using processed Yu-Gi-Oh card data. The results of the accuracy of the proposed card selection model are 0.733, which means it is quite good. From these results, recommendations for further research include adding cards to the dataset such as several different card types and adding or using different methods and analysis of adding input to fuzzy variables to increase system accuracy in choosing more optimal card suggestions.

Keywords: *monster card, fuzzy mamdani, artificial intelligence*

1. PENDAHULUAN

Permainan strategi adalah salah satu genre permainan yang mana pemain harus memikirkan cara dengan menentukan pemikiran dan perencanaan yang matang dalam memperoleh kemenangan (Novak,

Čep, & Verber, 2018). Permainan kartu monster Yu-Gi-Oh merupakan salah satu dari genre permainan strategi kartu yang dimainkan oleh dua orang pemain atau lebih (Firdaus & Puspasari, 2020). Yu-Gi-Oh adalah sebuah manga (komik Jepang) yang

diciptakan oleh Kazuki Takahashi. Perkembangan Yu-Gi-Oh sudah banyak menjadi waralaba meliputi acara televisi, tanding kartu, video game dan anime (film seri atau movie) pada zaman mesir kuno yang senantiasa memainkan suatu permainan kartu. Permainan kartu Yu-Gi-Oh merupakan permainan strategi yang menarik dan asik dimainkan segala kalangan. Secara garis besar permainan ini terdapat tiga macam kartu, yaitu kartu Monster, Spell (Sihir) dan Trap (Jebakan) (Firdaus & Puspasari, 2020).

Setiap pemain menarik dari kumpulan kartu masing-masing sebanyak 5 kartu dan akan menarik sebanyak 1 kartu setiap gilirannya, pemain hanya bisa mengeluarkan 1 kartu monster dan beberapa kartu pendukung serta jebakan di setiap giliran. Setiap pergerakan dapat mempengaruhi alur dari setiap permainan, sehingga kesalahan dalam pengambilan langkah akan berakibat fatal (Subiantoro, Wardhono & Arwani, 2019). Pemain akan saling mengurangi point kehidupan lawannya, mereka memiliki poin kehidupan sebesar 4000 atau 8000 yang perlu dijaga agar tidak menyentuh angka 0 yang berarti kalah dan pemain yang mampu bertahan setelah pemain lain menyentuh angka 0 akan menang.

Permainan kartu monster Yu-Gi-Oh cukup rumit karena banyak tipe, nama dan jenis kartu serta besar atau kecil poin serangan dan bertahan kartu yang ada pada permainan tersebut (Harwinanda, 2018). Menentukan kartu yang tepat untuk digunakan dalam permainan juga memerlukan informasi yang tepat pada suatu kondisi permainan. Banyak pemain salah mengambil langkah dalam permainan, yang mampu menyebabkan kesempatan kalah lebih besar pada permainan tersebut.

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan sebuah sistem saran yang mampu membantu pemain dalam menentukan kartu yang tepat dan optimal dalam suatu langkah (Uari, 2021). Dalam memberikan saran, sistem memerlukan sebuah algoritma yang mampu memetakan beberapa kondisi serta masukan dan memberikan keputusan. Dalam permainan kartu Yu-Gi-Oh sistem saran akan dibutuhkan melihat dari kondisi permainan demi mendapatkan nilai output yang akurat.

Beberapa algoritma mampu memetakan dan menentukan keputusan yang bisa menjadi sebuah sistem saran. Permainan kartu Yu-Gi-Oh memiliki banyak ketentuan nilai yang ambigu dalam permainan, sehingga algoritma Fuzzy yang merupakan teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat di antara kebenaran dan kesalahan (Raharjo, Sahertian and Sanjaya, 2020) menjadi algoritma yang tepat jika digunakan pada permainan tersebut.

Fuzzy merupakan salah satu metode pengambilan keputusan yang sering digunakan. Fuzzy Logic (FL) adalah logika multivalued, yang memungkinkan definisi nilai menengah dengan nilai evaluasi konvensional seperti benar atau salah, tinggi atau rendah, ya atau tidak dan sebagainya (Purnomo,

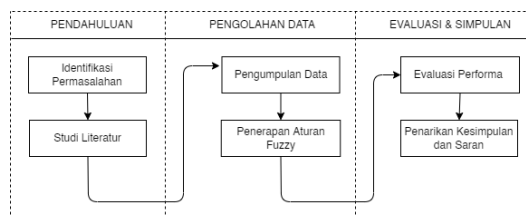
Syaury, & Hanafi, 2018). Logika Fuzzy pengoptimalan dari logika boolean sebagai basis pengetahuan pada sistem saran permainan tepat digunakan karena memiliki nilai keanggotaan antara 0 dan 1 dan nilai linguistik seperti konsep “sedikit”, “lumayan” dan “sangat” (Raharjo, Sahertian & Sanjaya, 2020).

Penelitian terdahulu yang juga mengangkat topik tentang permainan adalah penelitian oleh Nurdianto (2017) yang berjudul “Klasifikasi Aksi NPC Berdasarkan Kondisi Karakter Game Warlord”. Pada penelitian ini digunakan Fuzzifikasi untuk menentukan aturan logika pada sistem dan melakukan klasifikasi menggunakan Naïve Bayes untuk proses pembelajaran pada sistem tersebut, kemudian menghitung peluang kelas target, pengujian data dan terakhir perancangan sistem. Penelitian berjudul “Implementasi Fuzzy Mamdani pada Game Tower Defense” oleh Raharjo (2020) menerapkan logika Fuzzy Mamdani dalam menentukan jumlah musuh pada permainan Tower Defense. Dari hasil penelitian menggunakan data uji berupa kekuatan tower sebesar 51 dan waktu 50 detik dapat menghasilkan output jumlah musuh sebesar 7,997.

Dari berbagai tinjauan literatur terhadap penerapan metode Fuzzy, penelitian ini diharapkan dapat menerapkan logika Fuzzy Mamdani dalam menentukan strategi saran kartu yang tepat dan optimal dalam permainan sehingga mampu mengurangi kesalahan pemain dalam menentukan kartu dalam permainan.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian dan eksperimen ini, diperlukan beberapa tahapan untuk menyelesaikan penelitian. Representasi dari tiap tahapan-tahapan dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Mengacu pada Gambar 1, penelitian ini dibagi menjadi 3 proses utama. Pada proses pendahuluan dilakukan identifikasi permasalahan, kemudian diuraikan latar belakang dari permasalahan tersebut serta menentukan rumusan masalah yang diangkat. Proses selanjutnya adalah dilakukan studi literatur terkait topik permasalahan dari berbagai sumber yang kredibel. Adapun studi literatur yang dicari adalah algoritma Fuzzy dan beberapa algoritma yang digunakan dalam penelitian serupa serta aturan dan cara bermain pada permainan kartu Yu-Gi-Oh. Pada

proses ini juga dilakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang diteliti. Hal ini dilakukan agar ditemukan metode-metode apa saja yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dan apa kelebihan dan kelemahan masing-masing metode sehingga dapat dapat ditentukan metode apa yang terbaik untuk dipilih dalam melakukan penelitian.

Pada proses kedua dilakukan pencarian tenaga ahli pada permainan kartu Yu-Gi-Oh dalam menentukan aturan *Fuzzy*. Tenaga ahli diperlukan untuk menentukan aturan *Fuzzy* yang tepat dalam sebuah kondisi permainan (Thaker & Nagori, 2018). Setelah itu dilakukan pengumpulan dataset kartu Yu-Gi-Oh dari internet secara lengkap pada tahun 2021 yang kemudian diolah kembali seperti mengambil kolom yang diperlukan, membuang data yang kosong dan menggunakan data tipe kartu yang diperlukan. Data dikumpulkan dari Kaggle yaitu kumpulan kartu Yu-Gi-Oh yang bersumber dari API (*Application Programming Interface*) *ygoprodeck*.

Proses ketiga merupakan evaluasi dari performa sistem yang di buat dengan beberapa kondisi yang telah ditetapkan. Proses evaluasi dilakukan untuk menguji seberapa akurat algoritma dari sistem tersebut dalam menentukan pilihan kartu yang tepat dalam sebuah permainan. Sistem dengan algoritma *Fuzzy* menggunakan inferensi Mamdani tersebut akan dijalankan sebanyak yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji coba sebanyak 15 kali untuk menentukan akurasi sistem dalam menyarankan kartu yang optimal dalam setiap langkah. Hal ini dikarenakan uji coba mengacu pada putaran permainan yang biasa berhenti atau selesai pada putaran ke 20 sampai 15 atau kurang dari itu. Putaran lebih dari itu termasuk kategori jarang ditemukan melihat pada kumpulan kartu pemain dalam permainan hanya ada maksimal 40 kartu.

Pada proses terakhir adalah proses yang terakhir dan merupakan proses yang penting pada penelitian ini. Pada proses ini akan menarik suatu kesimpulan dari penelitian ini yang menjadi perhatian penting pula untuk peneliti selanjutnya. Kesimpulan ini berisi apakah metode yang digunakan mampu untuk memberikan solusi dari permasalahan tersebut. Selain itu juga akan diberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya menggunakan algoritma *Fuzzy* dalam menentukan keputusan langkah yang dijadikan saran untuk pemain dalam memilih kartu yang tepat pada permainan kartu Yu-Gi-Oh atau beberapa permainan papan lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil dari eksperimen yang telah dilakukan dan pembahasannya.

3.1. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Data yang akan diolah pada penelitian ini adalah data sekunder. Data yang digunakan adalah pengumpulan sampel kecil dari beberapa kartu yang ada pada kumpulan data kartu Yu-Gi-Oh pada <https://www.kaggle.com/datasets/ioexception/yugioh-cards>.

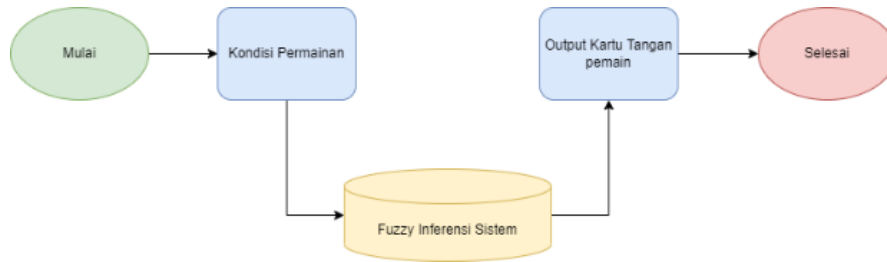
3.2. Analisis Data Set

Himpunan data penelitian berasal dari website Kaggle Antonio Feregrino Bolaños yang terakhir diunggah pada tahun 2021 (Bolaños, 2021). Adapun attribute yang ada pada data tersebut terdapat 18 kolom, yaitu id, name, type, desc, atk, def, level, race, attribute, scale, archetype, linkval, linkmarkers, img_url, img_url_small, ban_tcg, ban_ocg, ban_goat.

Beberapa kolom atribut kurang relevan dalam penelitian, sehingga dipilih beberapa atribut kolom yang diperlukan seperti id sebagai nilai indeks yang membedakan setiap kartu, name sebagai nama dari setiap kartu, type sebagai jenis dari kartu yang ada, atk adalah nilai serangan suatu kartu, def adalah nilai bertahan suatu kartu dan level adalah nilai level suatu kartu yang menentukan kartu tersebut bisa diaktifkan atau tidak pada himpunan data tersebut. Rincian data pada himpunan data kartu tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Himpunan Data Kartu

No	Id	Name	Type	Atk	Dev	Level
0	34	"A" Cell	Spell	NaN	NaN	NaN
	54	Breedin	Card			
	18	g Device				
	36					
1	64	"A" Cell	Spell	NaN	NaN	NaN
	16	Incubato	Card			
	33	r				
2	67	"A" Cell	Spell	NaN	NaN	NaN
	91	Recombi	Card			
	23	nation				
...
...
11	81	ZW –	Effect	130	1800	5
18	47	Tornado	Monst	0		
0	11	Bringer	er			
11	18	ZW –	Effect	0	2000	4
18	86	Ultimate	Monst			
1	57	Shield	er			
11	76	ZW –	Effect	190	0	4
18	08	Unicorn	Monst	0		
2	00	Spear	er			
	32					



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Data himpunan awal ini perlu diolah kembali agar sesuai dengan data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang diambil untuk diteliti adalah data yang memiliki tipe Normal Monster. Dari total 11183 data kartu tersebut akan diambil sebanyak 653 data kartu yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun rincian dari beberapa data kartu yang akan dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Himpunan Data Normal Monster

No	Id	Name	Type	Atk	Dev	Level
9	11	30,000	Normal	12	2100	5
	71	-Year	Monster	50		
	40	White				
12	98	Turtle				
	23	7	Normal	18	800	4
	77	Colored	Monster	00		
	17	Fish				
66	16		Normal	74	400	2
	40		Monster	0		
	38	Abyss				
	71	Flower				
...
...
11	24		Normal	26	1900	7
12	31	Zoa	Monster	00		
7	13					
	72					
11	14		Normal	20	0	4
14	57	Zombi	Monster	00		
2	54	no				
	67					
11	74	Zure,	Normal	18	1500	4
17	59	Knight	Monster	00		
0	01	of				
	3	Dark				
		World				

Dari data yang sudah diolah maka untuk mempermudah pengujian sistem saran optimal dalam pemilihan kartu, akan dibuatkan simulasi kejadian yang akan menjadi parameter input dalam sistem. Adapun simulasi tersebut akan ada tiga parameter yaitu kondisi papan musuh, kondisi papan pemain dan kartu tangan pemain yang aktif sebagai output. Data yang sudah diolah akan diacak dan dimasukkan kedalam kondisi papan musuh yang berisi maksimal 5 kartu, kondisi papan pemain dengan maksimal 5 kartu dan tangan pemain dengan maksimal 6 kartu. Hal ini dilakukan guna mendapatkan hasil yang sesuai dan maksimal dalam pengujian pemilihan saran terhadap kartu yang optimal dalam setiap langkah atau kejadian yang ada.

3.3. Arsitektur Sistem

Arsitektur pada sistem pemberian saran yang optimal pada pemilihan kartu Yu-Gi-Oh akan sangat mempengaruhi dengan situasi pada kondisi permainan, aturan Fuzzy serta membership function dan inferensi Mamdani. Metode defuzzifikasi pada sistem ini menggunakan metode centroid atau center of area yaitu metode yang mencari nilai titik tengah dari suatu objek. Setelah hasil output pada defuzzifikasi muncul, maka sistem akan memetakan pada kartu tangan pemain pada pilihan yang optimal dalam menentukan kartu apa yang terbaik untuk digunakan pada giliran tersebut. Visualisasi arsitektur sistem pemberian saran yang optimal pada pemilihan kartu dapat dilihat pada Gambar 2 permainan kartu Yu-Gi-Oh berbasis Fuzzy dengan inferensi model Mamdani.

Gambar 2 merupakan arsitektur sistem yang digunakan pada proses penelitian yang akan menghasilkan model berupa akurasi output kartu tangan yang optimal berbasis Fuzzy inferensi sistem Mamdani. Adapun penjelasan dari alur arsitektur adalah sebagai berikut :

- 1) Proses kondisi permainan adalah pengaturan kondisi permainan yang dilakukan secara acak pada himpunan data kartu sehingga menjadi suatu kondisi yang akan dijadikan input pada sistem. Data akan mengambil maksimum nilai pada *attack point* dan *defense point* di dua *field*, yaitu *field* pemain dan *field* musuh.
- 2) Proses fuzzifikasi akan dilakukan untuk mengubah nilai input dari kondisi permainan menjadi input Fuzzy. Pada proses ini, input akan dipetakan sesuai dari derajat keanggotaan yang sudah ditentukan *membership function* dan dihitung dengan setiap formula pada himpunan yang ada pada *membership function* tersebut.
- 3) Proses inferensi akan mengacu pada aturan Fuzzy yang sudah ditentukan oleh ahli atau pakar permainan kartu Yu-Gi-Oh. Pada proses ini akan dihitung nilai *alpha* predikat pada masing-masing aturan. Dikarenakan aturan yang ada pada penelitian ini semua menggunakan fungsi AND, maka dalam penentuan *alpha* predikat akan mengambil dari nilai minimum setiap derajat keanggotaan yang ada pada aturan tersebut.
- 4) Pada komposisi aturan metode Mamdani akan mengambil nilai maksimum dari semua aturan yang sudah dihitung, sehingga akan menghasilkan dua aturan dengan grafik tertinggi pada masing-

masing output. Grafik tertinggi pada masing-masing output akan digabungkan dan dicari titik perpotongan pada grafik tersebut sehingga akan menjadi beberapa objek atau daerah.

- 5) Proses defuzifikasi pada metode Mamdani menggunakan metode *centroid* atau *center of area*. Nilai z dari output adalah hasil pembagian dari semua momen dan luas area dari setiap daerah. Setelah perhitungan selesai maka akan didapati nilai *crisp* atau tegas dari hasil *Fuzzy* yang sudah dilakukan sebelumnya.
- 6) Proses penentuan kartu pada tangan pemain akan dilakukan dengan mencari *attack point* dan *defense point* yang mendekati hasil dari defuzifikasi sistem serta akan mengeluarkan output saran minimal 1 kartu dan maksimal 2 kartu yang sesuai dengan hasil output defuzifikasi sistem.

3.4. Hasil Pengujian

Pengujian sistem pada pemberian saran dalam pemilihan kartu Yu-Gi-Oh dilakukan dengan 15 kali pengujian dengan situasi papan permainan dan kondisi tangan pemain yang berbeda-beda. Dari 15 kali pengujian dengan situasi papan permainan dan kondisi tangan pemain yang berbeda-beda didapati bahwa sistem berhasil menentukan saran yang optimal dalam pemilihan kartu sebanyak 11 kali dengan total akurasi sebesar 0,7333 menggunakan metode perhitungan akurasi dari total percobaan dan kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan sistem yang dihasilkan relatif cukup baik. Hasil dari sistem pemberian saran dalam pemilihan kartu Yu-Gi-Oh dapat dilihat Gambar 3.

3.5. Rekomendasi Perbaikan

Berikut beberapa rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil pengujian:

1. Menambah kumpulan data kartu, seperti beberapa tipe kartu yang belum digunakan pada penelitian. Penggunaan permainan kartu monster lain atau permainan serupa juga mampu digunakan jika data yang didapati lebih lengkap dan bisa digunakan pada penelitian.
2. Menambahkan analisis dengan menggunakan beberapa algoritma lain yang mendukung setelah sistem di fuzzifikasi untuk menambah keakuratan dalam pemilihan kartu.
3. Menguji dan melakukan beberapa tes sistem dengan metode yang berbeda serta menambah atau mengubah parameter berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.
4. Penelitian ini didasari dengan data kartu yang pada tahun 2021, namun permainan Yu-Gi-Oh terus melakukan pembaruan, maka penelitian lanjutan dapat menggunakan data yang lebih baru.

No	Field Musuh		Field Pemain		Kartu Tangan Pemain						Real Output		Ex Output		Akurasi
	A	D	A	D	kartu 1	kartu 2	kartu 3	kartu 4	kartu 5	kartu 6	atk	def	atk	def	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 3. Output Tabel Sistem

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis dan eksperimen yang telah dilakukan dalam penelitian, dapat diperoleh kesimpulan yaitu sistem saran pemilihan kartu pada permainan Yu-Gi-Oh dengan menerapkan algoritma *Fuzzy Mamdani* pada library *skfuzzy* mampu memberikan saran kartu yang optimal sesuai dengan kondisi pada suatu permainan.

Penelitian berhasil dilakukan dengan menggunakan 4 variabel input yaitu kondisi permainan dengan nilai *attack* dan *defense* musuh serta *attack* dan *defense* pemain dan 2 variabel output *attack* dan *defense* monster sebagai output posisi kartu yang berada pada tangan pemain.

Pengujian sistem dengan 15 kali percobaan pada kondisi yang berbeda menghasilkan akurasi sebesar 0,7333 dengan perhitungan akurasi dari setiap percobaan dan kegagalan yang didapat. Akurasi penggunaan sistem yang sudah dirancang adalah cukup baik sehingga sistem saran memungkinkan untuk dapat digunakan dalam permainan sebagai solusi untuk mengatasi kesalahan pemain dalam memilih kartu yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- BOLAÑOS, A. F., 2021. Kaggle. [Online] Tersedia melalui:
<https://www.kaggle.com/datasets/ioexception/yugioh-cards>. [Diakses 01 Juni 2022].
- FIRDAUS, R. N., & PUSPASARI, D. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Permainan Kartu Yugioh! pada Mata Pelajaran Korespondensi di SMK Krian 2 Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Administrasi*, 411–420.
- HARWINANDA, R. (2018). Influence of Motivation to Result of Cognitive Learning in Intergrated Natural Sciences Model Team Games Tournament (TGT) Assistance by Yugioh Card. *Pedagogi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(2), 101-112.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24036/fip.100.v18i2.426.000-000>
- NOVAK, D., ČEP, A., VERBER, D., 2018. Classification of modern real-time strategy game worlds. *GSTF Journal on Computing (JoC)* Vol.6 No.1.
- NURDIYANTO, EKO; WITANTI, WINA; YUNIARTI, Rezki. Klasifikasi Aksi NPC Berdasarkan Kondisi Karakter Pada Game Card Warlord. SNIA (Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya), [S.l.], v. 3, p. A 33-38, june 2019
- RAHARJO, Y. D. ., SAHERTIAN, J. ., & SANJAYA, A. . (2020). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Game Tower Defense. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 4(2), 35–40.
- R. A. PURNOMO, D. SYAUQY, AND M. H. HANAFI, “Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Embedded System Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruang,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 4, pp. 1428–1435, 2018.
- SUBIANTORO, T.A., WARDHONO, W.S. & ARWANI, I., 2019. Optimasi Game AI Pada Game Strategi dengan Menggunakan Algoritme Genetik. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(8), pp.8308–8315.
- THAKER,S., NAGORI, V., 2018. Analysis of Fuzzification Process in Fuzzy Expert System. *Procedia Computer Science*, Volume 132 p1308-1316.
- UARI, I., MUHAZIR, A., ALAM, H. & SANTRI KUSUMA, B., 2021. Analisis Kecerdasan Buatan Pada Permainan Checker Menggunakan Optimasi Algoritma Minimax Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU. pp.233–237.