

ITEM DINAMIS BERBASIS FUZZY DALAM AKTIVITAS DESIGN PADA GAME BERBASIS APPRECIATIVE LEARNING

Hanny Haryanto ^{(1)*}, Umi Rosyidah ⁽²⁾, Acun Kardianawati ⁽³⁾, Sendi Novianto ⁽⁴⁾,
L. Budi Handoko ⁽⁵⁾

⁽¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 207, Semarang 50131
e-mail : hanny.haryanto@dsn.dinus.ac.id^{(1)*}

Abstract

In a serious game, activity design plays an important role in the gameplay design. However, the design of these activities has not been well conceptualized. This study uses Appreciative Learning in designing in-game activities. There are four stages, namely Discovery, Dream, Design and Destiny, with the focus of this research being the Design stage. Design activity is a player's process in achieving goals, but often this process becomes tedious because it is not supported by dynamic elements. The purpose of this research is to use fuzzy logic to regulate dynamic behavior of game-generated items, where dynamic items become a support to enhance the experience of Design activities. The dynamic elements in design activities in this study are applied to educational games for disaster mitigation. The input parameters used by fuzzy logic are Health Points and the number of errors made by the player, which results in the dynamic frequency of appearing items. The items that appear are the types of items that help players win the game, namely items to increase Health Points, slow down the game and double the score obtained. The results of this study indicate items that appear dynamically according to player performance.

Keywords : Appreciative Learning, dynamic item, fuzzy logic, game activity, serious game

Di dalam suatu serious game, yang dalam penelitian ini adalah serious game untuk edukasi, perancangan aktivitas memegang peranan penting dalam penyajian materi edukasi. Namun dalam penelitian-penelitian tentang penggunaan serious game, perancangan aktivitas tersebut belum terkonsep dengan baik. Penelitian ini menggunakan konsep Appreciative Learning pada perancangan aktivitas dalam game. Konsep Appreciative Learning dibagi empat tahap, yaitu Discovery, Dream, Design dan Destiny, dengan fokus penelitian ini adalah pada tahap Design. Aktivitas Design dalam Appreciative Learning adalah proses pemain dalam mencapai tujuan, namun sering terjadi proses ini menjadi membosankan karena tidak didukung oleh elemen dinamis. Tujuan penelitian ini adalah menggunakan logika fuzzy untuk mengatur perilaku dinamis pada item yang dihasilkan oleh game, dimana item dinamis menjadi pendukung untuk meningkatkan pengalaman pada aktivitas Design. Elemen dinamis pada aktivitas Design pada penelitian ini diaplikasikan ke game edukasi untuk mitigasi bencana. Parameter input yang dipakai logika fuzzy adalah Health Point dan jumlah kesalahan yang dilakukan pemain, yang menghasilkan frekuensi kemunculan item-item secara dinamis. Item-item yang muncul adalah jenis item yang membantu pemain dalam memenangkan game, yaitu item untuk menambah Health Point, memperlambat jalannya permainan dan menggandakan skor yang diperoleh. Hasil dari penelitian ini menunjukkan item yang muncul secara dinamis sesuai dengan performa pemain.

Kata Kunci : Aktivitas Game, Item Dinamis, Logika Fuzzy, Serious Game

1. PENDAHULUAN

Saat ini game banyak digunakan sebagai sarana untuk menyajikan konten yang lebih serius daripada hanya sekedar permainan atau hiburan. Game semacam ini disebut dengan *serious game* (Papanastasiou, Drigas, & Skianis, 2017). Salah satu bidang yang sering menggunakan game sebagai sarana pendukungnya adalah edukasi, baik dalam bentuk edukasi formal yang berupa materi pembelajaran di sekolah maupun edukasi yang bersifat menanamkan nilai dan kebiasaan

baru (Schmitz, Czauderna, Klemke, & Specht, 2011). Di dalam *serious game*, perancangan aktivitas memegang peranan penting dalam penyajian materi edukasi (Lai, Lin, Jong, & Hsia, 2014), namun menurut (Braghirolli, Ribeiro, Weise, & Pizzolato, 2016), perancangan aktivitas dalam *serious game* masih banyak yang belum terkonsep dengan baik.

Penelitian ini menggunakan konsep *Appreciative Learning* untuk merancang aktivitas dalam game. Dimana konsep ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu *Discovery, Dream, Design dan Destiny* (Eow, Zah, Rosnaini, & Roselan, 2010), dengan fokus penelitian ini adalah pada tahap *Design*. Aktivitas *Design* dalam *Appreciative Learning* adalah aktivitas yang berkaitan dengan usaha pemain untuk mencapai tujuan (Eow, Ali, Mahmud, & Baki, 2010) yang telah ditemukan pada tahap *Discovery* dan dipilih atau dirumuskan pada tahap *Dream* (Haryanto, Rosyidah, & Kardianawati, 2018). Di dalam game, tahap *Design* ini dapat berupa aktivitas mengalahkan musuh, mengumpulkan item, menyelesaikan misi, berusaha mencapai suatu tempat, membangun unit, dan sebagainya. Salah satu elemen vital untuk mendukung keberhasilan tahap *Design* ini adalah item. Item adalah objek yang didapatkan pemain sebagai umpan balik sebagai umpan balik dari suatu aktivitas yang dilakukan (Grow, Dickinson, Wardrip-Fruin, Mateas, & Pagnutti, 2017). Item ini mempunyai berbagai efek yang umumnya digunakan untuk mendukung pemain dalam mencapai tujuannya, sehingga item mempunyai peran penting dalam tahap *Design* ini. Penelitian yang dilakukan oleh (Mestadi, Nafil, Touahni, & Messoussi, 2018) dan (Braad, Žavcer, & Sandovar, 2016) menyimpulkan bahwa item adalah salah satu elemen game yang paling berpengaruh pada motivasi pemain saat menyelesaikan game. Namun, kendala yang sering terjadi proses ini menjadi membosankan karena tidak didukung oleh elemen dinamis (Carvalho et al., 2015), sehingga item yang muncul menjadi monoton dan mudah ditebak.

Untuk membentuk elemen dinamis, salah satu metode dalam kecerdasan buatan, yaitu Logika Fuzzy dapat digunakan untuk mengatur perilaku dinamis dari item. Logika fuzzy banyak digunakan untuk mengatur perilaku dinamis pada elemen game, seperti untuk mengatur tingkat kesulitan (Ahmadi, Jonemaro, & Akbar, 2018), menentukan skor (Putri, Hermawan, Hariadi, & Graf, 2014), perilaku *Non-Playable Character* (NPC) dalam menghadapi pemain (Darmawan, Haryanto, & Rahayu, 2017). Logika fuzzy sering digunakan karena mudah diimplementasikan, tidak memperberat pemrosesan dalam game, dan dapat membentuk perilaku agen cerdas yang dinamis (Utama & Wibawa, 2015).

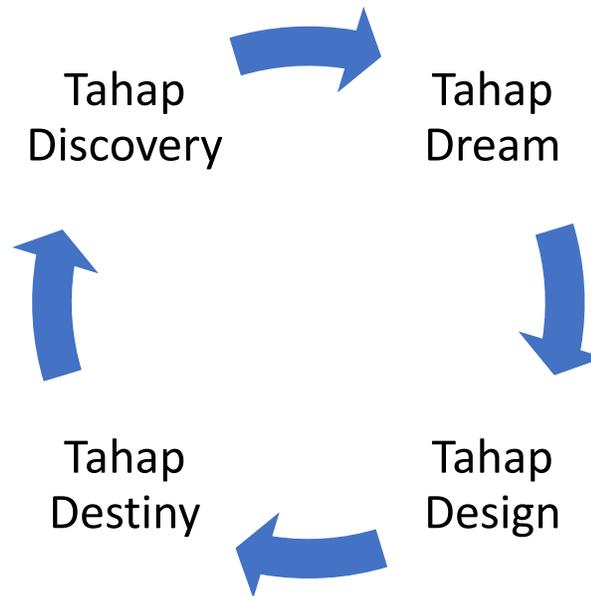
Permasalahan yang merupakan kontribusi dari penelitian ini berkaitan dengan desain aktivitas untuk *serious game*, mengenai aktivitas *Design* yang berpotensi membosankan sehingga pemain kehilangan motivasi dalam menyelesaikan aktivitas. Tujuan penelitian ini adalah menggunakan logika fuzzy untuk mengatur perilaku dinamis pada item yang dihasilkan oleh game, dimana item dinamis menjadi pendukung untuk meningkatkan pengalaman pada aktivitas *Design*. Elemen dinamis pada aktivitas *Design* pada penelitian ini diaplikasikan ke game edukasi untuk mitigasi bencana. Parameter input yang dipakai logika fuzzy adalah Health Point dan jumlah kesalahan yang dilakukan pemain, yang menghasilkan frekuensi kemunculan item-item secara dinamis. Item-item yang muncul adalah jenis item yang membantu pemain dalam memenangkan game, yaitu item untuk menambah Health Point, memperlambat jalannya permainan dan menggandakan skor yang diperoleh.

2. METODE PENELITIAN

Berkaitan dengan cara pencapaian kontribusi dan tujuan penelitian untuk mengatur perilaku dinamis pada item yang digunakan di aktivitas *Design*, maka bagian penjelasan metode dibagi menjadi tiga bagian, yang terdiri dari *Appreciative Learning* sebagai konsep yang digunakan untuk merancang aktivitas, rancangan game sebagai implementasi konsep aktivitas, dan rancangan fuzzy sebagai agen cerdas untuk mengatur perilaku dinamis dari item untuk menunjang aktivitas *Design*

a. *Appreciative Learning*

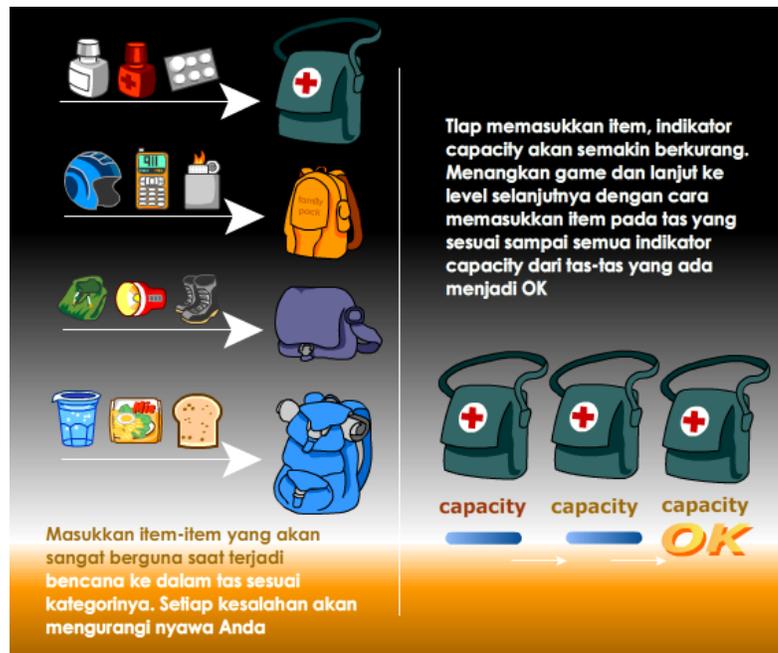
Konsep yang digunakan untuk merancang aktivitas dalam game adalah *Appreciative Learning*, yang memiliki empat tahapan (Haryanto et al., 2018), yaitu *Discovery*, *Dream*, *Design* dan *Destiny*. Keempat tahap tersebut menjadi acuan dalam pembuatan setiap aktivitas dalam game. Tahap *Discovery* berfokus pada aktivitas pencarian, kemudian *Dream* berfokus pada pemilihan tujuan, aktivitas *Design* berfokus pada usaha pencapaian tujuan, dan *Destiny* berkaitan dengan aktivitas pasca tujuan tercapai, yang nantinya akan kembali ke tahapan *Discovery* kembali di level selanjutnya. Penelitian ini berfokus untuk peningkatan di bagian *Design*. Gambar 1 berikut menunjukkan keseluruhan tahapan *Appreciative Learning*.



Gambar 1. Tahapan *Appreciative Learning*.

b. Rancangan game

Penelitian ini diimplementasikan pada game mitigasi bencana dengan konten pembelajaran berupa pengenalan barang-barang apa yang harus dibawa ketika mitigasi bencana. Barang-barang tersebut dibagi dalam obat-obatan, peralatan pelindung, komunikasi dan makanan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



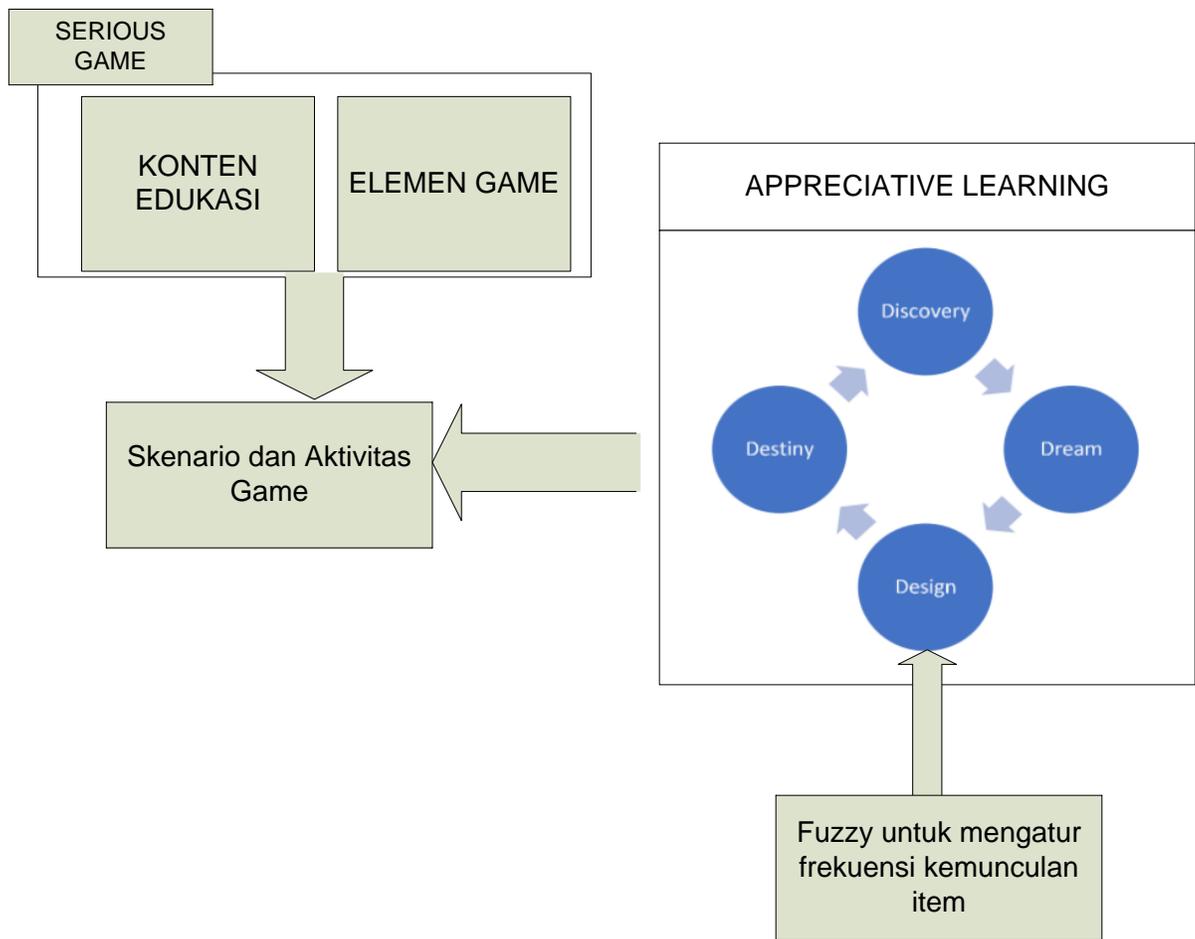
Gambar 2. Pengelompokan barang di game.

Rancangan *gameplay*-nya adalah pemain harus memasukkan barang ke tas yang benar sesuai jenisnya seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut. Pemain bertugas untuk memenuhi tas-tas yang ada dengan barang-barang tersebut sampai kapasitasnya penuh. Barang-barang tersebut harus dikelompokkan ke empat tas yang tersedia. Kesalahan memasukkan akan berakibat pada berkurangnya *life* (ditunjukkan di kiri atas tampilan game), dan jika *life* habis maka permainan akan berakhir. Waktu dimulai dari 99 dan terus akan berkurang. Jika waktu habis namun barang-barang belum selesai dimasukkan dalam tas maka permainan akan berakhir. Tindakan yang benar akan menambah *score* pemain. Permainan berlanjut ke level selanjutnya jika semua tas telah diisi penuh.



Gambar 3. Rancangan gameplay.

Dengan *gameplay* semacam ini, pemain akan memperhatikan dengan serius jenis-jenis barang yang harus dipersiapkan untuk mitigasi bencana, jadi diharapkan materi edukasi mitigasi bencana dapat tersampaikan kepada pemain. Aktivitas ini merupakan bagian dari tahap *Design* dari konsep *Appreciative Learning*, oleh karena itu bagian inilah yang diberi fuzzy untuk perilaku dinamisnya. Fuzzy mengatur perilaku dinamis frekuensi kemunculan item pendukung di game. Item pendukung ini berfungsi membantu pemain dalam mencapai kemenangan. Secara garis besar, model game ditunjukkan oleh Gambar 4 berikut.



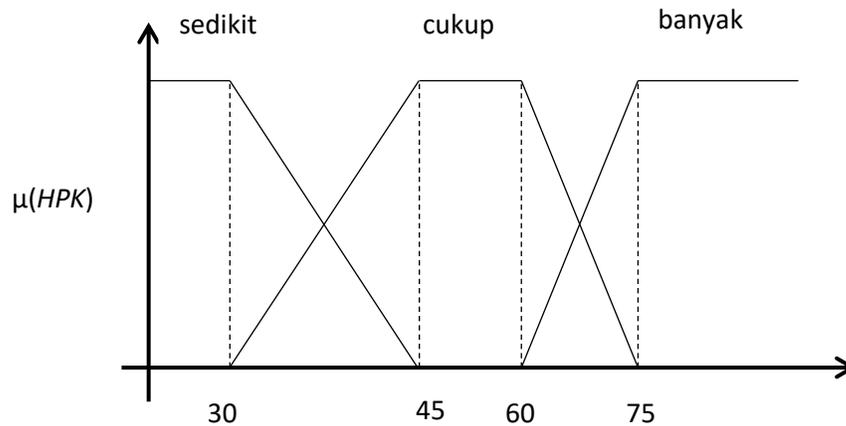
Gambar 4. Model game.

c. Tahapan Fuzzy untuk mengatur frekuensi item

Berdasarkan model Fuzzy di penelitian sebelumnya (Pangestu et al., 2018), tahapan perancangan fuzzy yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

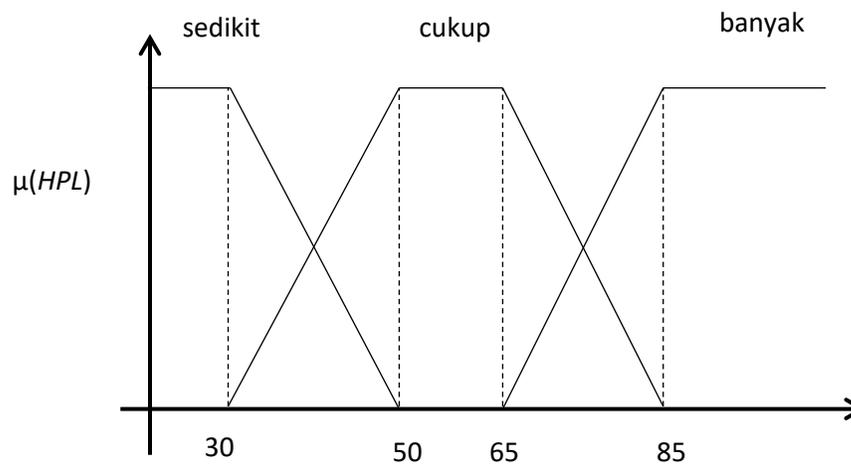
1. Penentuan parameter input output dan fuzzifikasi
Fuzzy untuk menentukan frekuensi item yang muncul mempunyai tiga variabel input yang berkaitan dengan aktivitas *Design* sesuai dengan rancangan game di atas. Variabel input yang digunakan adalah sisa *life* (dilambangkan dengan HPK (HP karakter)), sisa *time* (dilambangkan dengan HPL (HP lama waktu)), dan tingkat kesalahan atau seberapa banyak kesalahan yang dilakukan oleh pemain (dilambangkan dengan FAIL).

Tahap fuzzifikasi mengubah input angka menjadi himpunan fuzzy berdasarkan grafik keanggotaan yang dirancang seperti berikut. Variabel HPK mempunyai tiga nilai fuzzy, yaitu sedikit, cukup dan banyak. Grafik keanggotaan untuk himpunan fuzzy bagi variabel HPK ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



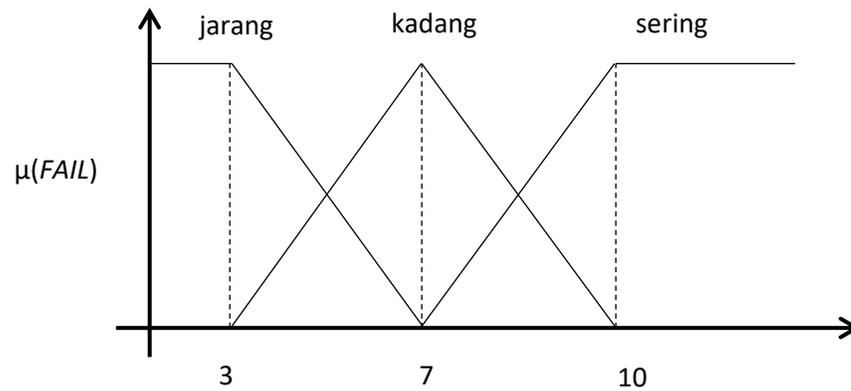
Gambar 5. Grafik keanggotaan untuk HPK.

Variabel HPL mempunyai tiga nilai yang mirip dengan HPK, yaitu sedikit, cukup dan banyak. Gambar 6 berikut menunjukkan grafik keanggotaan untuk HPL.



Gambar 6. Grafik keanggotaan untuk HPL.

Berikutnya adalah variabel FAIL yang menunjukkan seberapa kesalahan yang dibuat oleh pemain. Variabel ini mempunyai tiga nilai, yaitu jarang, kadang dan sering. Gambar 7 berikut menunjukkan grafik keanggotaan untuk variabel FAIL.



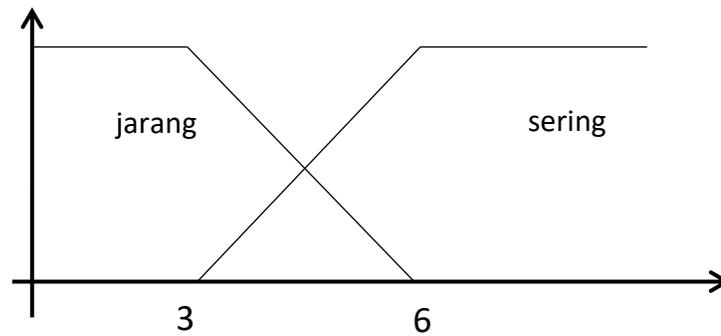
Gambar 7. Grafik keanggotaan untuk FAIL.

Perhitungan nilai keanggotaan untuk tiap grafik di atas berdasarkan bentuk kurvanya, segitiga (*Triangular*) atau *Trapezium*. Rumus untuk menghitung nilai keanggotaan ditunjukkan oleh persamaan (1) untuk segitiga dan (2) untuk trapezium sebagai berikut.

$$\text{Triangular}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq c \\ (x-a)/(b-a), & a < x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b < x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Trapezium}(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq d \\ (x-a)/(b-a), & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ -(x-d)/(d-c), & c < x \leq d \end{cases} \quad (2)$$

Output yang dihasilkan adalah frekuensi kemunculan empat item, yang terdiri dari item penambah HPK (dilambangkan dengan Add_HPK), item penambah waktu / HPL (dilambangkan dengan Add_HPL), pelambat waktu (SLOW), dan pengganda skor yang diperoleh (DOUBLE). Tiap variabel tersebut mempunyai grafik keanggotaan yang sama, ditunjukkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Grafik keanggotaan untuk semua output.

2. Penentuan *rules* / aturan
 Dalam menentukan *rule* akan digunakan rumus A^n , karena pada penelitian yang dilakukan menggunakan 3 variabel dan 3 himpunan Fuzzy maka, *rule* optimal yang mungkin terbentuk adalah 3^3 . Berikut *rule* untuk rekomendasi item. *Rules* / aturan yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Deteksi Robot dan Bola.

HPK	HPL	FAIL	ITEM_KIND			
			ADD_HPK	ADD_HPL	SLOW	DOUBLE
SEDIKIT	SEDIKIT	JARANG	Sering	Sering	Jarang	Jarang
SEDIKIT	SEDIKIT	KADANG	Sering	Sering	Jarang	Jarang
SEDIKIT	SEDIKIT	SERING	Sering	Sering	Sering	Jarang
SEDIKIT	CUKUP	JARANG	Sering	Jarang	Jarang	Jarang
SEDIKIT	CUKUP	KADANG	Sering	Jarang	Jarang	Jarang
SEDIKIT	CUKUP	SERING	Sering	Jarang	Sering	Jarang
SEDIKIT	BANYAK	JARANG	Sering	Jarang	Jarang	Jarang
SEDIKIT	BANYAK	KADANG	Sering	Jarang	Jarang	Jarang
SEDIKIT	BANYAK	SERING	Sering	Jarang	Sering	Jarang
CUKUP	SEDIKIT	JARANG	Jarang	Sering	Jarang	Jarang
CUKUP	SEDIKIT	KADANG	Jarang	Sering	Jarang	Jarang
CUKUP	SEDIKIT	SERING	Jarang	Sering	Sering	Jarang
CUKUP	CUKUP	JARANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
CUKUP	CUKUP	KADANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
CUKUP	CUKUP	SERING	Jarang	Jarang	Sering	Jarang
CUKUP	BANYAK	JARANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
CUKUP	BANYAK	KADANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
CUKUP	BANYAK	SERING	Jarang	Jarang	Sering	Jarang
BANYAK	SEDIKIT	JARANG	Jarang	Sering	Jarang	Jarang
BANYAK	SEDIKIT	KADANG	Jarang	Sering	Jarang	Jarang
BANYAK	SEDIKIT	SERING	Jarang	Sering	Sering	Jarang
BANYAK	CUKUP	JARANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
BANYAK	CUKUP	KADANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
BANYAK	CUKUP	SERING	Jarang	Jarang	Sering	Jarang
BANYAK	BANYAK	JARANG	Jarang	Jarang	Jarang	Sering
BANYAK	BANYAK	KADANG	Jarang	Jarang	Jarang	Jarang
BANYAK	BANYAK	SERING	Jarang	Jarang	Sering	Jarang

Hasil konversi dari angka input ke himpunan fuzzy akan dimasukkan pada aturan / *rules* pada Tabel 1. Operator logika yang digunakan pada variabel input di atas adalah AND,

sehingga menghasilkan nilai minimum dari ketiga variabel input untuk masing-masing aturan / *rules* yang dipakai.

3. Defuzzifikasi

Tahap berikutnya adalah Defuzzifikasi untuk mengubah himpunan fuzzy menjadi angka kembali. Tahap ini dilakukan dengan rata-rata berbobot seperti ditunjukkan pada persamaan (3) berikut dengan memanfaatkan grafik keanggotaan untuk output seperti terlihat pada gambar 8.

$$\frac{\sum a_1 z_1}{\sum a_1} \quad (3)$$

Dimana a adalah hasil himpunan fuzzy yang didapatkan dari aturan / *rules* dan z adalah nilai angka dari a setelah dilakukan perhitungan defuzzifikasi pada grafik keanggotaan output yang ditunjukkan pada Gambar 8.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika diambil sampel input sebesar 75 untuk HPK, 35 untuk HPL dan 8 FAIL adalah sebagai berikut. Derajat keanggotaan dari *health point* pemain (HPK) adalah :

$$\mu_{HPK_Cukup} [75] = 0 \qquad \mu_{HPK_Banyak} [75] = 1$$

Derajat keanggotaan dari *health point* laut (HPL) adalah :

$$\mu_{HPL_Sedikit} [35] = \frac{50-35}{50-30} = 0,75 \qquad \mu_{HPL_Cukup} [35] = \frac{35-30}{50-30} = 0,25$$

Derajat keanggotaan dari jumlah kesalahan pemain (FAIL) adalah :

$$\mu_{FAIL_Kadang} [8] = \frac{10-8}{10-7} = 0,67 \qquad \mu_{FAIL_Sering} [8] = \frac{8-7}{10-7} = 0,33$$

Setelah hasil dari proses fuzzifikasi diperoleh maka dilakukan proses inferensi *rules*. Masing-masing derajat keanggotaan akan dilakukan operasi AND dan operasi MIN berdasarkan aturan yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan pada masing-masing derajat keanggotaan maka *rule* yang memenuhi adalah *rule* 20, 21, 23, 24

1. IF HPK **BANYAK** AND HPL **SEDIKIT** AND FAIL **KADANG** THEN ADD_HPK **JARANG**, ADD_HPL **SERING**, SLOW **JARANG**, DOUBLE **JARANG**

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_{20} &= \mu_{HPK_Banyak} \cap \mu_{HPL_Sedikit} \cap \mu_{FAIL_Kadang} \\ &= \min(\mu_{HPK_Banyak}[75], \mu_{HPL_Sedikit} [35], \mu_{FAIL_Kadang}[8]) = \min(1; 0,75; 0,67) = 0,67 \end{aligned}$$

2. IF HPK **BANYAK** AND HPL **SEDIKIT** AND FAIL **SERING** THEN ADD_HPK **JARANG**, ADD_HPL **SERING**, SLOW **SERING**, DOUBLE **JARANG**

$$\alpha - \text{predikat}_{21} = \mu_{HPK_Banyak} \cap \mu_{HPL_Sedikit} \cap \mu_{FAIL_Sering}$$

$$= \min(\mu_{HPK_Banyak}[75], \mu_{HPL_Sedikit}[35], \mu_{FAIL_Sering}[8]) = \min(1; 0,75; 0,33) = 0,33$$

3. IF HPK **BANYAK** AND HPL **CUKUP** AND FAIL **KADANG** THEN ADD_HPK **JARANG**, ADD_HPL **JARANG**, SLOW **JARANG**, DOUBLE **SERING**

$$\alpha - \text{predikat}_{23} = \mu_{HPK_Banyak} \cap \mu_{HPL_Cukup} \cap \mu_{FAIL_Kadang}$$

$$= \min(\mu_{HPK_Banyak}[75], \mu_{HPL_Cukup}[35], \mu_{FAIL_Kadang}[8]) = \min(1; 0,25; 0,67) = 0,25$$

4. IF HPK **BANYAK** AND HPL **CUKUP** AND FAIL **SERING** THEN ADD_HPK **JARANG**, ADD_HPL **JARANG**, SLOW **SERING**, DOUBLE **JARANG**

$$\alpha - \text{predikat}_{23} = \mu_{HPK_Banyak} \cap \mu_{HPL_Cukup} \cap \mu_{FAIL_Sering}$$

$$= \min(\mu_{HPK_Banyak}[75], \mu_{HPL_Cukup}[35], \mu_{FAIL_Sering}[8]) = \min(1; 0,25; 0,33) = 0,25$$

Setelah hasil proses inferensi *rule* diperoleh maka dilakukan proses defuzzifikasi untuk masing-masing parameter berdasarkan rumus (1).

Nilai Z untuk *item* ADD_HPK adalah :

$$Z = \frac{(\max(\mu_{ADDHPK_JARANG}) + 1 + 2 + 3) + (\max(\mu_{ADDHPK_SERING}) + 6 + 7 + 8)}{(\max(\mu_{ADDHPK_JARANG}) * 3) + (\max(\mu_{ADDHPK_SERING}) * 3)}$$

$$Z = \frac{(0,67 * 6) + (0 * 21)}{(0,67 * 3) + (0 * 3)} = 2$$

Nilai Z untuk *item* ADD_HPL adalah :

$$Z = \frac{(\max(\mu_{ADDHPL_JARANG}) + 1 + 2 + 3) + (\max(\mu_{ADDHPL_SERING}) + 6 + 7 + 8)}{(\max(\mu_{ADDHPL_JARANG}) * 3) + (\max(\mu_{ADDHPL_SERING}) * 3)}$$

$$Z = \frac{(0,25 * 6) + (0,67 * 21)}{(0,25 * 3) + (0,67 * 3)} = 5.64 \text{ (dibulatkan menjadi 6, karena jumlah barang yang bersifat diskrit)}$$

Nilai Z untuk *item* SLOW adalah :

$$Z = \frac{(\max(\mu_{SLOW_JARANG}) + 1 + 2 + 3) + (\max(\mu_{SLOW_SERING}) + 6 + 7 + 8)}{(\max(\mu_{SLOW_JARANG}) * 3) + (\max(\mu_{SLOW_SERING}) * 3)}$$

$$Z = \frac{(0,67 * 6) + (0,33 * 21)}{(0,67*3)+(0,33* 3)} = 3,65 \text{ (dibulatkan menjadi 4, karena jumlah barang yang bersifat diskrit)}$$

Nilai Z untuk *item* DOUBLE adalah :

$$Z = \frac{(\max(\mu_{DOUBLEJARANG})+1+2+3) + (\max(\mu_{DOUBLESERING})+6+7+8)}{(\max(\mu_{DOUBLEJARANG}) * 3) + (\max(\mu_{DOUBLESERING}) * 3)}$$

$$Z = \frac{(0,67 * 6) + (0,25 * 21)}{(0,67*3)+(0,25* 3)} = 3,358 \text{ (dibulatkan menjadi 3, karena jumlah barang yang bersifat diskrit)}$$

Berdasarkan pengujian diatas, maka frekuensi kemunculan *item* ADD_HPK sebanyak 2 kali, *item* ADD_HPL sebanyak 6 kali, *item* untuk mengurangi kecepatan *game* (SLOW) sebanyak 4 kali, dan *item* untuk menggandakan poin (DOUBLE) sebanyak 3 kali. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan nilai *input* yang berbeda, dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian.

No	HPK	HPL	FAIL	ITEM			
				ADD_HPK	ADD_HPL	SLOW	DOUBLE
1	75	35	8	2	6	4	3
2	40	70	4	4	2	2	5
3	80	90	1	2	2	2	7
4	30	60	7	7	2	2	2
5	45	35	2	2	6	2	3
6	60	80	9	2	2	5	4
7	78	42	5	2	4	2	4
8	25	64	3	7	2	2	2
9	14	24	2	4	4	4	4
10	92	50	6	2	2	2	6
11	62	40	7	2	4	2	4
12	36	35	10	5	6	7	2
13	30	75	4	7	2	2	2
14	92	80	3	2	2	2	3
15	15	10	6	6	6	3	3
16	82	95	5	2	2	2	4
17	76	20	1	2	7	2	2
18	40	55	0	4	2	2	5
19	28	60	8	7	2	4	2
20	70	30	3	2	7	2	2

Dari hasil pengujian didapatkan banyak kombinasi variasi untuk frekuensi item yang dihasilkan sehingga mendukung perancangan elemen dinamis dalam aktivitas *Design* pada *serious game* ini.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa fuzzy yang dibuat dapat menghasilkan frekuensi kemunculan item yang bervariasi. Dimana variasi ini mendukung elemen dinamis untuk meningkatkan pengalaman pada aktivitas *Design*. Selanjutnya, hasil penelitian ini akan diimplementasikan dan digabungkan dengan elemen game yang lain untuk membentuk *serious game* yang berbasis *Appreciative Learning*. Pengujian kepada user akan dilakukan setelah *serious game* terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, I. A., Jonemaro, E. M. A., & Akbar, M. A. (2018). Penerapan Algoritme Logika Fuzzy Untuk Dynamic Difficulty Scaling Pada Game Labirin. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*.
- Braad, E., Žavcer, G., & Sandovar, A. (2016). Processes and models for serious game design and development. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9970 LNCS(September), 92–118. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_5
- Braghirolli, L. F., Ribeiro, J. L. D., Weise, A. D., & Pizzolato, M. (2016). Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. *Computers in Human Behavior*, 58(May), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.063>
- Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Sedano, C. I., Hauge, J. B., ... Rauterberg, M. (2015). An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers and Education*, 87, 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.023>
- Darmawan, M. A., Haryanto, H., & Rahayu, Y. (2017). Perilaku Penyerangan NPC Berbasis Fuzzy Sugeno pada Game Action-RPG Bertema Sejarah Geger Pacinan. *Creative Information Technology Journal*, 4(3), 195–206. Retrieved from <http://citec.amikom.ac.id/main/index.php/citec/article/download/110/111>
- Eow, Y. L., Ali, W. Z. bte W., Mahmud, R. bt, & Baki, R. (2010). Computer games development and appreciative learning approach in enhancing students' creative perception. *Computers and Education*, 54(1), 146–161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.07.019>
- Eow, Y. L., Zah, W. A. W., Rosnaini, M., & Roselan, B. (2010). Appreciative Learning Approach : A New Pedagogical Option. *Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education*, 607–614.
- Grow, A., Dickinson, M., Wardrip-Fruin, N., Mateas, M., & Pagnutti, J. (2017). Crafting in Games. *Digital Humanities Quarterly*.
- Haryanto, H., Rosyidah, U., & Kardianawati, A. (2018). MODEL ELEMEN GAME IMERSIF BERBASIS APPRECIATIVE LEARNING DAN KECERDASAN BUATAN PADA GAME PEMBELAJARAN. In *SENDI_U 2018* (pp. 978–979). Semarang: Universitas Stikubank.
- Lai, C. H., Lin, Y. C., Jong, B. S., & Hsia, Y. T. (2014). Adding social elements to game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9(3), 12–15. <https://doi.org/10.3991/ijet.v9i3.3294>
- Mestadi, W., Nafil, K., Touahni, R., & Messoussi, R. (2018). An Assessment of Serious Games Technology: Toward an Architecture for Serious Games Design. *International Journal of Computer Games Technology*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9834565>
- Pangestu, S. I., Haryanto, H., Dolphina, E., Informatika, J. T., Komputer, F. I., & Nuswantoro, U. (2018). Item Adaptif Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani Pada Game Bertema Adaptive Item Using Mamdani Fuzzy Logic in River Sanitation. *CCIT JOURNAL*.
- Papanastasiou, G. P., Drigas, A. S., & Skianis, C. (2017). Serious Games in Preschool and Primary Education: Benefits And Impacts on Curriculum Course Syllabus Serious Games in Preschool and Primary Education: Benefits And Impacts on Curriculum Course Syllabus. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 12(1), 44–57. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i01.6065>

- Putri, A. N., Hermawan, L., Hariadi, M., & Graf, A. (2014). Game Scoring Non Player Character Menggunakan Agen Cerdas Berbasis Fuzzy Mamdani. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2014* (Vol. 2014, pp. 142–149).
- Schmitz, B., Czuderna, A., Klemke, R., & Specht, M. (2011). Game based learning for computer science education. In *CSERC '11: Computer Science Education Research Conference* (pp. 81–86). Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2043601>
- Utama, S. F. W., & Wibawa, H. A. (2015). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Dalam Game Simulasi Memancing. *Dinamika Rekayasa*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20884/1.dr.2015.11.2.72>