

# Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Game Tower Defense

Yulianto Dwi Raharjo<sup>1</sup>, Julian Sahertian<sup>2</sup>, Ardi Sanjaya<sup>3</sup>

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [yullian17@gmail.com](mailto:yullian17@gmail.com), [juliansahertian@unpkediri.ac.id](mailto:juliansahertian@unpkediri.ac.id), [dersky@gmail.com](mailto:dersky@gmail.com)

**Abstrak** – Industri Permainan mengalami perkembangan pesat beberapa tahun terakhir ini. Berdasarkan pada peringkat game terlaris di Play Store pada bulan Januari dan Februari tahun 2020. Banyak game bergenre strategi yang menduduki peringkat 10 besar. Salah satu jenis game strategi adalah Tower Defense. Game yang mengharuskan pemain untuk membangun tower untuk bertahan dari serangan musuh yang berdatangan. Namun karena alur yang monoton membuat pemain cepat merasa bosan. Oleh karena itu diperlukan penambahan suatu logika dalam kemunculan musuh supaya meningkatkan kesulitan dan variasi dalam permainan. Salah satu logika yang sering digunakan dalam permainan adalah logika Fuzzy mamdani. Logika ini dipilih karena memiliki tingkat keakurasian yang tinggi sehingga cocok untuk digunakan dalam permainan ini. Dalam penelitian ini digunakan data uji berupa kekuatan tower sebesar 51 dan waktu 50 detik yang akan digunakan untuk menentukan jumlah musuh yang akan dimunculkan. Dalam pengujian didapatkan hasil sebesar 7,997 yang masuk dalam himpunan jumlah musuh sedikit. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan logika Fuzzy Mamdani dapat digunakan untuk menentukan jumlah musuh musuh dalam permainan Tower Defense.

**Kata Kunci** — game, logika fuzzy, mamdani, tower defense

## 1. PENDAHULUAN

Industri permainan mengalami perkembangan yang pesat beberapa tahun terakhir ini. Dengan penjualan yang melebihi industri musik dan film. Ada banyak hal yang menghibur dalam sebuah permainan, tapi yang paling penting adalah untuk menarik banyak pemain. Oleh karena itu, industri permainan berkompetisi untuk menghadirkan permainan yang menarik.

Berdasarkan peringkat game terlaris di Play Store pada bulan Januari sampai Februari 2020, banyak game strategi yang menempati peringkat 10 besar. Salah satu jenis game strategi adalah *Tower Defense*. Gameplay yang sederhana dengan berbagai jumlah musuh. Jenis permainan ini memberikan keseruan dengan menentukan strategi untuk bertahan dari serangan musuh yang berdatangan. Pemain diharuskan untuk membangun *tower* untuk menghentikan musuh mencapai titik akhir setiap gelombang penyerangan.

Namun karena *gameplay* yang sederhana dan alur permainan yang monoton serta pola serangan musuh yang mudah ditebak membuat pemain cepat merasa bosan. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan perubahan pada kecepatan alur permainan. Pemberian kecerdasan pada musuh dalam bertindak juga bisa menambah jumlah musuh dalam permainan.

Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam sebuah game adalah Logika Fuzzy. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, mengatakan bahwa “Metode fuzzy mamdani menjadikan jenis item yang muncul akan sesuai dengan kebutuhan dari pemain, berdasarkan atribut yang dimiliki pemain” [1]. Berdasarkan

penelitian tersebut, penelitian ini diharap dapat menerapkan logika fuzzy mamdani dalam menentukan jumlah musuh pada game Tower Defense.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu cabang dari bidang soft computing. Logika Fuzzy pertamakali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lthfi A. Zadeh, seorang professor ilmu computer di University of California di Berkley. Logika fuzzy merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (true) dan kesalahan (false). Zadeh menyatakan bahwa setiap persoalan dapat diselesaikan tanpa menggunakan logika fuzzy, tetapi dengan menggunakan logika fuzzy akan mempercepat dan mempermudah penyelesaian suatu persoalan [2].

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran Boolean dengan tingkat kebenaran. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam putih dalam bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” [3].

### 2.2 Metode Mamdani

Metode ini dikembangkan oleh Mamdani dan Assilian pada tahun 1975. Penerapan metode ini pertama kali dilakukan untuk mengontrol mesin uap,

di mana aturan-aturan yang berlaku didapat dari karyawan operator yang sudah berpengalaman. Didalam metode Mamdani, proses implikasi fuzzy menggunakan operator min atau *conjunction* yang menandakan nilai minimum, sedangkan aturan agregasi menggunakan operator max yang merupakan nilai maksimumnya [1].

Metode Mamdani memiliki empat tahapan didalam melakukan proses terhadap variabel input. Keempat tahapan tersebut adalah:

1. *Fuzzification*

Tahap pertama dalam metode Mamdani yaitu mengubah *crisp input* menjadi angka fuzzy, dan meletakkan pada fuzzy set yang benar.

2. *Rule Evaluation*

Setelah dilakukan *fuzzification*, maka aturan yang berlaku akan dievaluasi bersamaan dengan fuzzy set yang sudah didapat. Jika kondisinya menggunakan AND maka rumusnya:

$$\mu_{A \cap B}(X) = \min(\mu_A[X], \mu_B[X]) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- $\mu$  = fuzzy set
- $\mu_A[X]$  = kumpulan fuzzy set A dari x
- $\mu_B[X]$  = kumpulan fuzzy set B dari x

Jika kondisinya menggunakan OR maka rumusnya:

$$\mu_{A \cup B}(X) = \max(\mu_A[X], \mu_B[X]) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- $\mu$  = fuzzy set
- $\mu_A[X]$  = kumpulan fuzzy set A dari x
- $\mu_B[X]$  = kumpulan fuzzy set B dari x

3. *Rule Aggregation*

Tahap ini akan dilakukan agregasi pada *output set* yang mengambil nilai maksimumnya dengan menggunakan fungsi *max*,

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \max([X_i], \mu_{kf}[X_i]) \dots \dots \dots (3)$$

Dengan  $\mu_{sf}$  merupakan fuzzy set.

4. *Defuzzification*

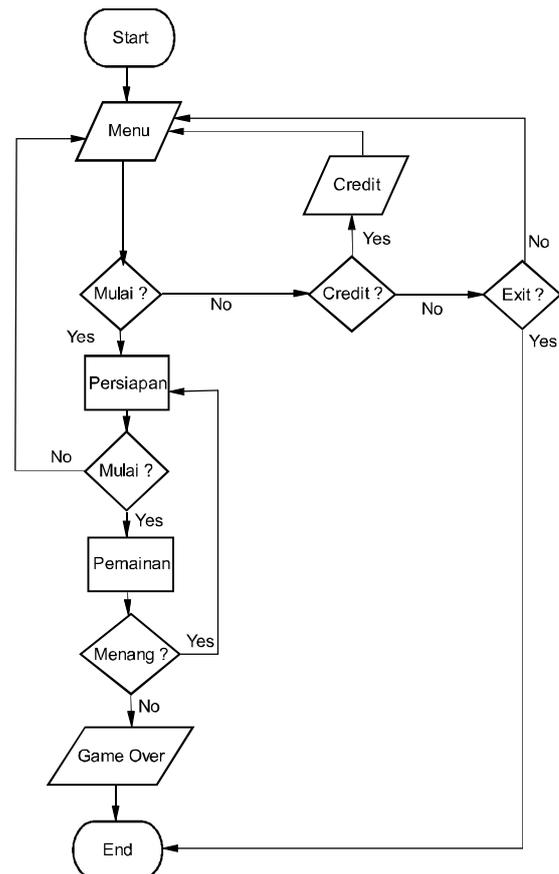
Setelah dilakukan agregasi, maka selanjutnya adalah mengubah fuzzy output menjadi *crisp output*. Metode *defuzzification* yang digunakan adalah metode centroid atau sering disebut dengan *Center of Gravity* (COG).

$$COG = \frac{\sum_{x=a}^b \mu_A(x)x}{\sum_{x=a}^b \mu_A(x)} \dots \dots \dots (4)$$

2.3 Perancangan Sistem

a. Flowchart

Berikut merupakan rancangan sistem dari game Tower Defense. Alur dari game dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Permainan

Alur dari sistem dimulai dari menu dimana merupakan halaman utama dari permainan, setelah itu dilanjutkan ke halaman persiapan. Pada halaman ini terdapat pilihan level tingkat kesulitan dari permainan. Setelah memilih level, akan diarahkan ke halaman permainan. Jika berhasil memenangkan permainan maka akan berlanjut ke level selanjutnya. Apabila gagal menyelesaikan permainan maka permainan akan berakhir.

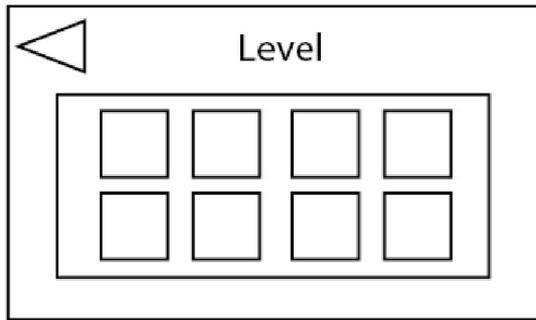
b. Desain

Berikut merupakan rancangan dari tampilan game yang akan dibuat.



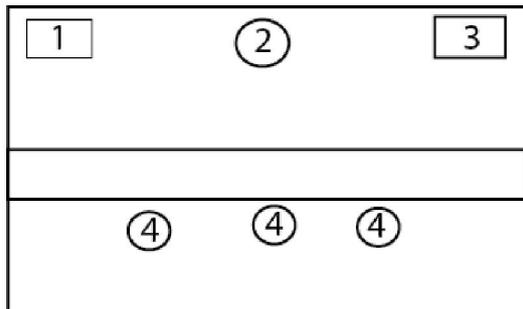
Gambar 2. Desain menu utama

Pada menu utama terdiri dari tombol start, credit dan exit.



Gambar 3. Desain menu level

Dalam menu level terdapat pilihan level yang dapat dimainkan.



Gambar 4. Desain tampilan permainan

Tampilan permainan merupakan *gameplay* utama dari *game*.

Tabel 1. Keterangan Gambar 3

No	Keterangan
1	Jumlah <i>Gold</i> yang digunakan untuk membangun tower.
2	Waktu permainan telah berlangsung
3	Jumlah gelombang penyerangan musuh
4	Build Spot, tempat untuk membangun tower

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tampilan Permainan

##### a. Tampilan Menu Utama

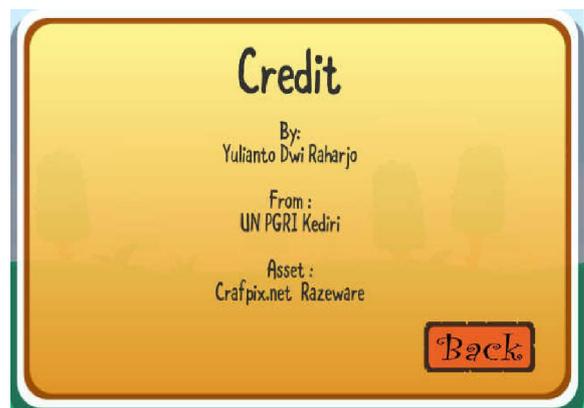
Pada tampilan menu utama terdapat tiga tombol yaitu Start, Credit dan Exit. Tombol start digunakan untuk memulai permainan dengan mengarahkan ke menu level. Tombol credit berfungsi untuk menampilkan informasi tentang game. Tombol exit digunakan untuk keluar dari permainan. Tampilan menu dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Menu Utama

##### b. Tampilan Halaman Credit

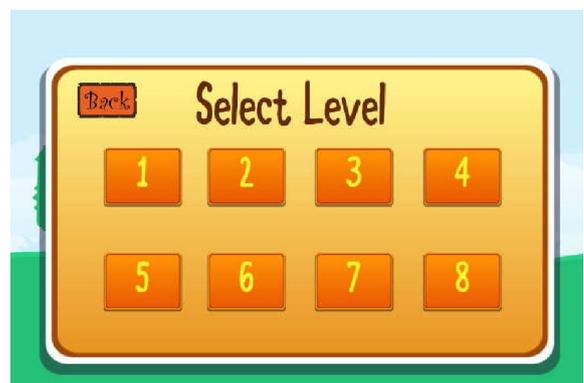
Pada halaman credit memuat informasi memuat informasi mengenai nama dan asal pembuat game. Serta aset yang digunakan dalam permainan.



Gambar 6. Tampilan Halaman Credit

##### c. Tampilan Menu Level

Tampilan menu level memuat pilihan level yang bisa dipilih. Setelah menekan salah satu dari level. Pemain akan diarahkan menuju ke permainan.



Gambar 7. Tampilan Menu Level

##### d. Tampilan Permainan

Pada awal permainan pemain akan diberikan gold awal yang akan digunakan untuk membangun tower pada tempat yang tersedia. Pemain

diharuskan untuk bertahan dari gelombang serangan musuh yang berdatangan.



Gambar 8. Tampilan Permainan

e. Tampilan Permainan Berakhir

Ada dua kondisi untuk mengakhiri permainan. Pemain akan memenangkan permainan apabila berhasil menghalau seluruh serangan musuh (gambar 6). Atau kalah apabila musuh berhasil menuju ke garis akhir (gambar 7).



Gambar 9. Menang Permainan



Gambar 10. Kalah Permainan

### 3.2 Pengujian Game

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap game menggunakan *black-box* untuk mengetahui apakah game dapat berjalan dengan baik.

Tabel 2. Pengujian halaman permainan

Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Respon aplikasi	Hasil
Jalankan aplikasi	Menampilkan halaman utama	Menampilkan halaman menu	Diterima
Tombol Start	Menuju ke halaman level	Menampilkan halaman level	Diterima
Tombol Credit	Menampilkan halaman credit	Menampilkan informasi tentang game	Diterima
Tombol Exit	Keluar dari permainan	Menutup aplikasi	Diterima
Tombol Back	Kembali ke halaman sebelumnya	Kembali ke halaman menu	Diterima
Tombol Level	Membuka halaman permainan	Menampilkan halaman permainan	Diterima
Menang Permainan	Menampilkan panel notifikasi menang	Menampilkan panel menang	Diterima
Kalah Permainan	Menampilkan panel notifikasi kalah	Menampilkan panel game over	Diterima

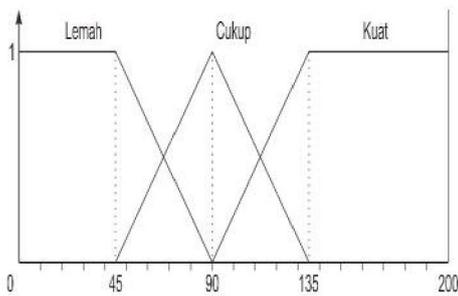
Tabel 3. Pengujian Objek dalam permainan

Objek	Hasil yang diharapkan	Respon aplikasi	Hasil
Build Spot	Saat di klik memunculkan tower	Memunculkan tower dilokasi build spot	Diterima
Tower	Mengincar musuh yang mendekat	Berputar menghadap kearah musuh	Diterima
Tower	Menyerang musuh yang mendekat	Menembak musuh yang datang pertama	Diterima
Tower	Saat di klik meningkatkan level	Tower naik level	Diterima
Enemy	Muncul dari titik awal jalan	Musuh keluar dari titik awal jalan	Diterima
Enemy	Bergerak menuju titik akhir	Musuh bergerak mengikuti jalan menuju titik akhir	Diterima
Enemy	Darah berkurang saat terkena peluru	Darah berkurang sesuai kerusakan dari peluru	Diterima
Enemy	Mati saat darah telah habis	Objek hancur saat HP habis	Diterima

### 3.3 Pengujian Metode Fuzzy Mamdani

Dalam penelitian ini digunakan dua variabel input yaitu kekuatan tower dan waktu, dan hasil berupa jumlah musuh. Pada pengujian ini akan digunakan data uji berupa kekuatan tower sebesar 51 dan waktu 50 detik.

Tahap pertama adalah *Fuzzification*, dimana nilai crisp di diubah menjadi nilai fuzzy dan dimasukkan pada himpunan fuzzy.

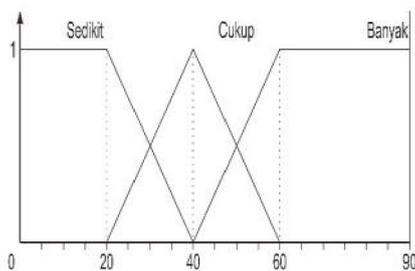


Gambar 10. Himpunan Kekuatan Tower

Nilai kekuatan akan dimasukkan kedalam himpunan kekuatan tower seperti pada gambar 7, sehingga didapatkan

$$\text{Kekuatan(lemah)} : \frac{90-51}{45} = 0,87$$

$$\text{Kekuatan(cukup)} : \frac{51-45}{45} = 0,13$$



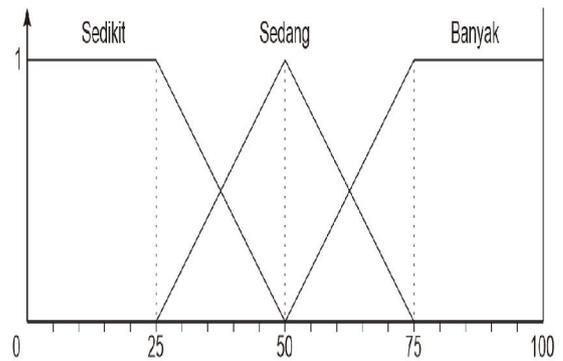
Gambar 11. Himpunan Waktu

Nilai waktu sebesar 50 berada pada himpunan cukup dan banyak. Berikut hasil dari perhitungan nilai waktu :

$$\text{Waktu(Cukup)} : \frac{60-50}{20} = 0,5$$

$$\text{Waktu(Banyak)} : \frac{50-40}{20} = 0,5$$

Nilai *output* berupa jumlah musuh dibagi menjadi tiga, yaitu : sedikit, sedang dan banyak. Himpunan jumlah musuh bisa dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Himpunan Jumlah musuh

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi nilai fuzzy kedalam aturan. Terdapat 4 aturan yang digunakan yaitu :

- (R1) *IF* kekuatan LEMAH *AND* waktu CUKUP *THEN* jumlah musuh SEDIKIT
- (R2) *IF* kekuatan LEMAH *AND* waktu BANYAK *THEN* jumlah musuh SEDANG
- (R3) *IF* kekuatan CUKUP *AND* waktu CUKUP *THEN* jumlah musuh SEDANG
- (R4) *IF* kekuatan CUKUP *AND* waktu BANYAK *THEN* jumlah musuh BANYAK

Berdasarkan aturan tersebut , digunakan metode MIN karena pada aturan menggunakan operator AND. Sehingga didapat nilai sebagai berikut :

$$R1 = 0,5$$

$$R2 = 0,5$$

$$R3 = 0,13$$

$$R4 = 0,13$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan agregasi terhadap himpunan jumlah musuh. Pada tahap ini digunakan fungsi MAX untuk mengambil nilai maksimumnya.

$$R1 : x = 50 - (0,5 * 25) = 37,5$$

$$R2 : x_1 = (0,5 * 25) + 25 = 37,5$$

$$x_2 = 75 - (0,5 * 25) = 62,5$$

$$R3 : x_1 = (0,13 * 25) + 25 = 28,25$$

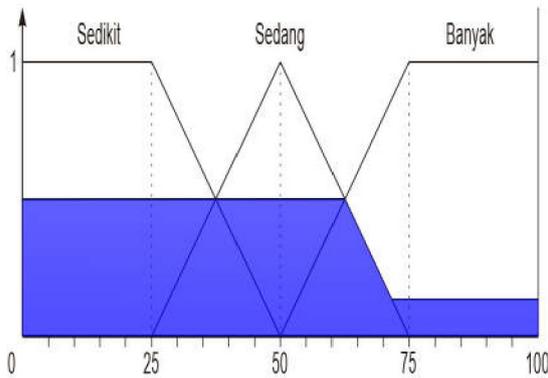
$$x_2 = 75 - (0,13 * 25) = 71,75$$

$$R4 : x = (0,13 * 25) + 50 = 53,25$$

Proses selanjutnya merupakan tahap dimana nilai dimasukkan kedalam himpunan jumlah musuh sehingga diperoleh daerah seperti pada gambar 13.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irwansyah, Edy dan Muhammad Faisal. 2015. *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: DeePublish.
- [2] Pangestu, S. I., Haryanto, H., & Dolphina, E. 2018. Item Adaptif Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani Pada Game Bertema Kebersihan Sungai. *CCIT Journal*, 58-68.
- [3] Ratama, Niki, dan Munawaroh. 2019. *Kecerdasan Buatan dengan Pemahaman Logika Fuzzy dan Penerapan Aplikasi*. Tangerang Selatan: Uwais Inspirasi Indonesia.



Gambar 13. Daerah Keanggotaan

Dari data pada gambar 13, dilakukan proses defuzzifikasi menggunakan metode centroid untuk mendapatkan hasil akhir.

$$COG = \frac{1,484,886}{185,67} = 7,997$$

Berdasarkan hasil *defuzzification* menggunakan perhitungan centroid, dapat ditentukan kalau hasil dari data uji menghasilkan jumlah musuh dengan nilai 7,997.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa *game* ini dapat berjalan dengan baik setelah dilakukan pengujian menggunakan metode *black box*. Penerapan menggunakan metode fuzzy mamdani pada penentuan jumlah musuh dapat ditentukan dengan jumlah kekuatan *tower* dan lama waktu permainan sehingga dapat menyesuaikan dengan kondisi pemain. Dari hasil penelitian menggunakan data uji berupa kekuatan tower sebesar 51 dan waktu 50 detik dapat menghasilkan *output* jumlah musuh sebesar 7,997. Maka dapat disimpulkan bahwa metode fuzzy mamdani dapat digunakan untuk menentukan jumlah musuh dari permainan tower defense.

#### 5. SARAN

Pada penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Saran yang direkomendasikan oleh peneliti adalah menambah jumlah variabel input seperti jumlah gold untuk menambah kemampuan game dalam mengenali keadaan permainan.