

PERANCANGAN GAME TURN BASED STRATEGY MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY DAN NAIVE BAYES CLASSIFIER

Dery Fathurochman¹⁾, Wina Witanti²⁾, Rezki Yuniarti³⁾
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Jenderal Ahmad Yani
Jl. Terusan Jenderal Sudirman Cimahi, Jawa Barat, Indonesia
deryfathur@gmail.com¹⁾;witanti@gmail.com²⁾;rezkiy@gmail.com³⁾

Abstrak

Pengembangan NPC (*Non Player Character*) pada game strategi berbasis giliran (*Turn Based Strategy*) dengan menggunakan sistem kecerdasan buatan dapat membuat pengambilan keputusan berupa aksi penyerangan yang dilakukan NPC menjadi lebih otonom dan memiliki perilaku yang mengadopsi nalar manusia. Logika fuzzy merupakan cabang dari sistem kecerdasan buatan, dapat merepresentasikan kecerdasan manusia berdasarkan pada perubahan kondisi lingkungan yang dihadapi. Penerapan logika fuzzy Sugeno untuk pengambilan keputusan yang dilakukan NPC dalam game, mengacu pada aturan-aturan yang direpresentasikan dalam parameter input pada proses logika fuzzy, dimana melalui proses perhitungan matematis sederhana dan menghasilkan suatu konstanta yang mewakili atribut NPC berupa nilai kekuatan serang. NPC prajurit dalam game memiliki status yang akan dijadikan output fuzzy yaitu kekuatan serang dengan parameter input variabel fuzzy yaitu nyawa (*healthy point*) dan stamina pada karakter maupun NPC. Pengklasifikasian strategi penyerangan musuh oleh NPC didalam game menggunakan klasifikasi Naive Bayes yang menggunakan atribut masukan berupa kekuatan serang dan kekuatan bertahan pada karakter dan NPC, menghasilkan suatu kelas dengan bobot terbesar dari tiga kelas kandidat atau target yang merepresentasikan suatu aksi penyerangan yaitu menyerang dengan pisau, senapan atau melempar dengan granat. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penerapan metode logika fuzzy dan Naive Bayes pada game *Turn Based Strategy* dapat menghasilkan nilai kekuatan serang dan jenis serangan yang sesuai untuk pengambilan keputusan yang dilakukan NPC pada saat melakukan penyerangan terhadap karakter.

Kata Kunci : Logika Fuzzy Sugeno, Turn Based Strategy, Naive Bayes Classifier.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembuatan *game* yang menerapkan sistem kecerdasan buatan meningkat dengan pesat, dengan tujuan agar *game* yang dimainkan agar terlihat lebih realistis dan menarik saat dimainkan. *Game* dengan *gameplay* strategi berbasis giliran (*Turn Based Strategy*) adalah *game* yang membutuhkan strategi dimana pemain mengontrol sejumlah karakter untuk menguasai wilayah dan mengalahkan musuh sesuai dengan giliran dan area pergerakan yang terbatas.

Logika *fuzzy* sebagai cabang dari sistem kecerdasan buatan dapat diterapkan pada NPC. Terdapat beberapa kasus yang mengaplikasikan logika *fuzzy* pada NPC didalam sebuah *game* dengan genre *game* yang berbeda-beda yaitu implementasi logika *fuzzy* yang bertipe *action role playing game* (Purba, 2013). Pada penelitian tersebut, digunakan logika *fuzzy* untuk menentukan probabilitas jenis serangan yang dilakukan NPC, dimana NPC tipe penyerang menjadi cukup agresif (28% perilaku menyerang, 17% menyerang brutal), tipe pemanah agresif jika berada pada jarak jauh (49% perilaku menyerang), dan NPC boss sangat agresif (20% perilaku menyerang, 69% perilaku menyerang brutal). Lalu pada penelitian sebelumnya pada *game* bergenre strategi berbasis giliran, digunakan metode adaptive AI untuk menentukan perilaku NPC (Saputra, 2012). NPC didalam *game* pada penelitian tersebut memiliki kemampuan melakukan penyesuaian dengan arena pertarungan dan dapat memperkirakan seberapa besar tingkat keseimbangan permainan antara pemain dengan karakter AI ketika akan melakukan sebuah aksi. Sehingga aksi-aksi yang dilakukan karakter AI dalam sistem pertarungan dapat berjalan seimbang. Selain itu, terdapat penelitian pengembangan NPC yang menggunakan metode logika *fuzzy* yang diterapkan pada *game* dengan genre *first person shooter* (Daryatni, 2013). Pada penelitian tersebut diterapkan metode klasifikasi bayesian dan logika *fuzzy* sebagai perencanaan strategi penyerangan jarak dekat terhadap musuh yang menghasilkan jenis serangan yang berbeda-beda. Untuk kelengkapan sistem pada penelitian tersebut, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan atribut *healthy point* NPC dan musuh sebagai masukan sistem.

Logika *fuzzy* Sugeno memiliki keunggulan dalam perhitungan komputasi yang efisien dan dapat menghasilkan keluaran berupa konstanta tegas hasil dari perhitungan matematis sederhana (Purba, 2013). Hal tersebut menjadi salah satu pertimbangan pada keluaran sistem yang dapat mewakili nilai status suatu NPC (*Non*

Player Character). Salah satu dari status NPC yang dapat diterapkan dalam logika *fuzzy* yaitu penentuan kekuatan serang NPC. Metode Naive Bayes merupakan metode yang baik di dalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Pada saat *game* berlangsung, akan terjadi perubahan keadaan dari status *healthy point*, stamina, kekuatan serang dan kekuatan bertahan yang dimiliki NPC dan musuh. Ketika terjadi perubahan keadaan didalam *game* tersebut maka NPC akan merespon menjadi sebuah tindakan. Lalu tindakan tersebut, akan diklasifikasikan kedalam kelas yang tepat menjadi sebuah aksi penyerangan musuh oleh NPC menggunakan klasifikasi Naive Bayes.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah yang mengandung ketidakpastian atau memiliki ambiguitas. Logika *fuzzy* mengacu pada teori himpunan *fuzzy*. Teori ini menyatakan bahwa derajat keanggotaan dari suatu elemen himpunan bukanlah hanya terdiri dari 0 dan 1 (bukan anggota himpunan dan anggota himpunan), namun dalam rentang antara 0 dan 1.

Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Derajat keanggotaan berisi hasil klasifikasi pemecahan masalah yang dicari melalui sistem inferensi *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan dimana akan menghasilkan suatu nilai keanggotaan. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan tersebut yaitu dengan menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan. Pendekatan fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini mencakup 2 jenis yaitu representasi kurva segitiga dan bentuk bahu. Untuk pemilihan metode pendekatan fungsi tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dari sistem yang akan dibangun.

2.2 Sistem Inferensi Fuzzy Model Sugeno

Sistem inferensi *fuzzy* adalah sebuah kerangka kerja perhitungan yang berdasarkan pada konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy if – then*, dan pemikiran *fuzzy*. Sistem inferensi *fuzzy* ini telah berhasil di aplikasikan pada berbagai bidang, seperti control otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, system pakar, prediksi time series, robotika dan pengenalan pola. System inferensi *fuzzy* juga dikenal dengan berbagai nama seperti *fuzzy rule based system* (sistem berbasis aturan *fuzzy*), *fuzzy expert system* (sistem pakar *fuzzy*), *fuzzy model*, *fuzzy associative memory*, *fuzzy logic controller* (pengendali logika *fuzzy*), sistem *fuzzy* sederhana. Terdapat beberapa model sistem inferensi *fuzzy*, akan tetapi pada penelitian ini akan diaplikasikan model sistem inferensi *fuzzy* Sugeno orde nol.

Metode sistem inferensi *fuzzy* sugeno disebut juga metode sistem inferensi *fuzzy* TSK yang diperkenalkan oleh Takagi, Sugeno dan Kang. Penalaran metode Sugeno berupa konstanta atau persamaan linear. Proses dalam penerapan logika *fuzzy* menggunakan model inferensi Sugeno terdapat 4 langkah / tahapan yaitu:

- a. Pembentukan himpunan fuzzy (Fuzzifikasi)
Fuzzifikasi digunakan untuk mengubah nilai tegas (*crisp set*) menjadi nilai *fuzzy* yang dipetakan kedalam himpunan *fuzzy* menggunakan representasi pendekatan fungsi keanggotaan yang menghasilkan derajat keanggotaan pada masing-masing variabel *fuzzy*.
- b. Aplikasi fungsi implikasi
Fungsi implikasi pada proses logika *fuzzy* menggunakan model inferensi Sugeno merupakan proses penyusunan aturan-aturan implikasi berdasarkan aturan *fuzzy* yang sesuai dimana menggunakan relasi antara variabel *fuzzy* masukan dari hasil proses fuzzifikasi dengan variabel keluaran yang menjadi target dari proses logika *fuzzy*.
- c. Komposisi aturan
Proses komposisi aturan digunakan pada logika *fuzzy* untuk membandingkan nilai keluaran dari proses fungsi implikasi berupa himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi *OR* dimana dilakukan pengambilan nilai maksimal dari himpunan *fuzzy* yang sama.
- d. Defuzzifikasi
Masukan dari proses penegasan atau defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan yang

tegas. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu menggunakan kurva singleton, maka dapat diambil suatu nilai tegas tertentu.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi (Z^*) dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata terpusatnya (*Weighted Average*).

$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \mu(d_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(d_i)}$$

Dengan d_i adalah nilai keluaran dari domain himpunan *fuzzy* pada aturan ke- i dan $\mu(d_i)$ adalah derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke- i sedangkan n adalah banyaknya aturan yang digunakan.

2.3 Naive Bayes Classifier

Proses klasifikasi adalah proses pencarian sekumpulan model atau fungsi yang menggambarkan dan membedakan kelas data dengan tujuan agar model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari suatu obyek yang belum diketahui kelasnya. Klasifikasi memiliki dua proses yaitu membangun model klasifikasi dari sekumpulan kelas data yang sudah didefinisikan sebelumnya (*training data set*) dan menggunakan model tersebut untuk klasifikasi tes data serta mengukur akurasi dari model (Daryatni, 2013). Model klasifikasi dapat disajikan dalam berbagai macam model klasifikasi seperti *Bayesian classification*.

Naive Bayes Classifier merupakan metode pengklasifikasian dengan menggunakan probabilitas suatu hipotesis dimana menghitung peluang dari suatu kelas dari masing-masing kelompok atribut yang saling bebas, dan menentukan kelas mana yang paling optimal berdasarkan teorema Bayes.

Didalam proses Naive Bayes terdapat 2 proses utama yaitu proses pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan akan menghasilkan aturan klasifikasi yang berisi probabilitas setiap atribut (*conditional probability*) dan kelas target dari data latih yang telah ditetapkan. Proses pengujian merupakan proses menguji setiap atribut untuk menentukan kelas optimal berdasarkan aturan klasifikasi yang telah dibangun.

Klasifikasi Naive Bayes merupakan bentuk klasifikasi yang melakukan teknik pengklasifikasian dengan menghitung derajat kecocokan. Jika derajat kecocokannya tinggi, maka data tersebut akan diklasifikasikan ke dalam kelas yang bersesuaian. Jika klasifikasi V_{nj} memiliki atribut a_1, a_2, \dots, a_n , maka hasil dari V_{nj} dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$V_{nj} = P(v_j) \prod_{i=1}^n P(a_i | v_j)$$

Menurut perhitungan di atas, masing-masing atribut akan menghasilkan nilai *conditional probability* pada masing-masing atribut, sehingga dapat dijabarkan dalam persamaan berikut:

$$V_{nj} = P(v_j) P(a_1 | v_j) \cdot P(a_2 | v_j) \cdot \dots \cdot P(a_n | v_j)$$

Dimana : V_{nj} = nilai hasil klasifikasi peluang dari kelas target ke- j .
 $P(v_j)$ = peluang kemunculan kelas target v yang ke- j .
 $P(a_i | v_j)$ = peluang bersyarat kemunculan atribut a_i pada kelas v_j .

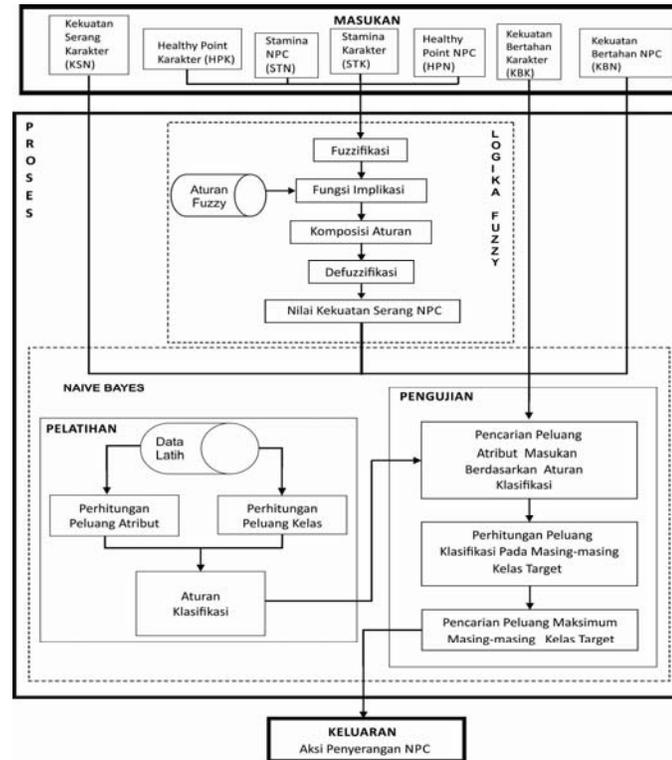
Untuk perhitungan peluang bersyarat (*conditional probability*) pada setiap atribut dilakukan perhitungan menggunakan persamaan *Laplacian Smoothing* untuk mencegah perhitungan peluang bersyarat menghasilkan nilai 0 yang akan mengganggu hasil perhitungan peluang secara keseluruhan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$P(\text{atribut} | \text{Kelas}) = \frac{(\text{Jumlah data atribut dalam suatu interval})}{(\text{jumlah data} + \text{jumlah interval})}$$

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, akan dibahas tentang perilaku NPC (*Non Player Character*) berupa aksi penyerangan pada *game*. NPC akan melakukan pergerakan ketika karakter yang dimainkan oleh pemain sebagai karakter, mulai melakukan serangan ke area NPC. Perilaku NPC akan bereaksi jika jarak sudah sesuai jangkauan serang. NPC akan melakukan aksi sesuai dengan perubahan keadaan yang terjadi pada saat *game* berlangsung. Untuk menghasilkan perilaku NPC yang sesuai, didalam sistem dibutuhkan dua proses utama yaitu proses logika *fuzzy* sugeno orde 0 dan Naive Bayes didalam masing-masing proses

tersebut terdapat subproses-subproses yang saling berkaitan dan memiliki alur. Alur proses tersebut dalam penelitian dijabarkan lebih spesifik lagi, yaitu seperti pada Gambar 1



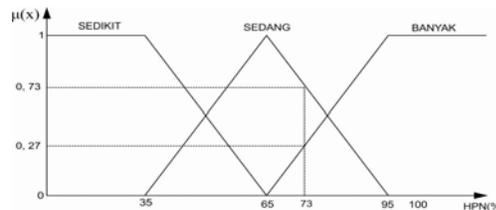
Gambar 1 Proses Penyerangan NPC

3.1 Analisis Proses Logika fuzzy

Pada Gambar 1 terdapat blok proses logika fuzzy dimana menggunakan 4 proses utama yaitu:

1. Fuzzifikasi

Pada proses fuzzifikasi digunakan 4 atribut masukan yang dimiliki oleh NPC maupun karakter (tokoh yang dimainkan pemain) yaitu *healthy point* dan stamina dengan contoh kasus yaitu HP NPC = 73, HP Karakter = 82, stamina karakter = 23 dan stamina NPC = 23. Pada masing-masing variabel masukan tersebut dikonversi kedalam nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan dimana menghasilkan 2 nilai pada 2 himpunan fuzzy yang beririsan.



Gambar 2 Proses Fuzzifikasi HP NPC

Setelah ditentukan derajat keanggotaan masing-masing variabel didapatkan yaitu :

- HP NPC (HPN) = sedang (0,73) dan banyak (0,27)
- HP Karakter (HPK) = sedang (0,43) dan banyak (0,57)
- Stamina Karakter (STK) = lemah(0,23) dan sedang(0,77)
- Stamina NPC (STN) = lemah(0,23) dan sedang(0,77)

2. Fungsi Implikasi

Pada proses ini dilakukan pencocokan antara aturan fuzzy yang telah dibangun yaitu 81 aturan yang dihasilkan dari kombinasi 4 variabel dengan 3 himpunan fuzzy pada masing-masing variabel dengan keluaran proses fuzzifikasi yang terdiri dari 4 variabel fuzzy dengan 2 himpunan fuzzy beserta nilai linguistik dan numeris. Kombinasi dari keluaran proses fuzzifikasi menghasilkan 16 aturan beserta konsekuensi hasil pencocokan dengan aturan fuzzy berupa nilai linguistik dan nilai numeris hasil perbandingan operasi minimum (AND) dari masing-masing variabel yang disimpan pada variabel kekuatan serang NPC.

Tabel 1 Fungsi Implikasi

No	HP (HPN)	HP Karakter (HPK)	Stamina Karakter (STK)	Stamina NPC (STN)	Kekuatan Serang NPC (KSN)
1.	Sedang(0,73)	Sedang(0,43)	Lemah(0,23)	Lemah(0,23)	Sedang(0,23)
2.	Sedang(0,73)	Sedang(0,57)	Lemah(0,23)	Sedang(0,77)	Sedang(0,23)
3.	Sedang(0,73)	Sedang(0,43)	Sedang(0,77)	Lemah(0,23)	Sedang(0,23)
4.	Sedang(0,73)	Sedang(0,43)	Sedang(0,77)	Sedang(0,77)	Sedang(0,43)
5.	Sedang(0,73)	Banyak(0,57)	Lemah(0,23)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
6.	Sedang(0,73)	Banyak(0,57)	Lemah(0,23)	Sedang(0,77)	Kuat(0,23)
7.	Sedang(0,73)	Banyak(0,57)	Sedang(0,77)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
8.	Sedang(0,73)	Banyak(0,57)	Sedang(0,77)	Sedang(0,77)	Kuat(0,57)
9.	Banyak(0,27)	Sedang(0,43)	Lemah(0,23)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
10.	Banyak(0,27)	Sedang(0,43)	Lemah(0,23)	Sedang(0,77)	Kuat(0,23)
11.	Banyak(0,27)	Sedang(0,43)	Sedang(0,77)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
12.	Banyak(0,27)	Sedang(0,43)	Sedang(0,77)	Sedang(0,77)	Kuat(0,27)
13.	Banyak(0,27)	Banyak(0,57)	Lemah(0,23)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
14.	Banyak(0,27)	Banyak(0,57)	Lemah(0,23)	Sedang(0,77)	Kuat(0,23)
15.	Banyak(0,27)	Banyak(0,57)	Sedang(0,77)	Lemah(0,23)	Kuat(0,23)
16.	Banyak(0,27)	Banyak(0,57)	Sedang(0,77)	Sedang(0,77)	Kuat(0,27)

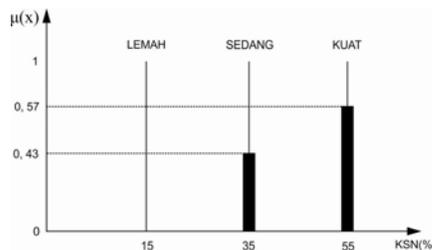
3. Komposisi Aturan

Pada proses ini dilakukan perbandingan menggunakan operasi maksimum (OR) dari variabel kekuatan serang NPC pada himpunan fuzzy yang sama.

- a. IF KSN Sedang(0,43) OR KSN Sedang(0,23) THEN KSN Sedang(0,43).
- b. IF KSN Kuat(0,23) OR KSN Kuat(0,27) OR KSN Kuat(0,57) THEN KSN Kuat(0,57).

4. Defuzzifikasi

Tahapan terakhir dari proses logika fuzzy yaitu proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi digunakan untuk mengkonversi nilai fuzzy sehingga menghasilkan nilai status kekuatan serang NPC (KSN) berupa bilangan tegas (*crisp set*) dengan menggunakan metode *weighted average* pada fungsi keanggotaan *singleton* Sugeno yang terdapat pada Gambar 4. Untuk pembuatan dari kurva *singleton* yang merepresentasikan kekuatan serang NPC dibagi kedalam tiga himpunan fuzzy yaitu lemah, sedang dan kuat. Hasil dari proses komposisi aturan kemudian dimasukkan kedalam kurva untuk dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan defuzzifikasi dengan metode *weighted average*.



Gambar 3 Kurva fungsi Singleton Sugeno

Langkah selanjutnya yaitu menghitung defuzzifikasi dengan metode *weighted average* berdasarkan Persamaan 2.5 yaitu sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{0,43(32) + 0,27(22)}{0,43 + 0,27} = 46,4 \%$$

Maka kesimpulannya dengan HP NPC = 73, HP Karakter = 82, stamina karakter = 23 dan stamina NPC = 23 maka kekuatan serang NPC yaitu sebesar **46%** (hasil pembulatan). Setelah didapatkan nilai kekuatan serang NPC (KSN) hasil dari proses logika *fuzzy* maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses Naive Bayes. Didalam proses Naive Bayes terdapat empat nilai status yang digunakan salah satunya yaitu nilai kekuatan serang NPC (KSN) yang didapatkan dari hasil proses logika *fuzzy*, sementara untuk tiga nilai lainnya didapatkan secara langsung pada saat NPC akan melakukan penyerangan yaitu nilai kekuatan bertahan NPC (KBN), nilai kekuatan serang karakter (KSK), dan nilai kekuatan bertahan karakter (KBK).

3.2 Analisis Proses Naive Bayes

a. Pelatihan

Pada proses pelatihan digunakan 15 data latih dengan 4 atribut yaitu kekuatan serang dan kekuatan bertahan yang dimiliki NPC maupun karakter dan 3 kelas kandidat aksi penyerangan yaitu granat, senapan dan pisau.

Tabel 2 Data Latih

No	Kekuatan Serang NPC (KSN)	Kekuatan Serang Karakter (KSK)	Kekuatan Bertahan NPC (KBN)	Kekuatan Bertahan Karakter (KBK)	Aksi Penyerangan NPC
1	14	14	12	12	Serangan Pisau
2	13	35	12	25	Serangan Pisau
3	14	25	12	20	Serangan Pisau
4	10	14	10	10	Serangan Pisau
5	14	13	12	11	Serangan Pisau
6	13	35	10	13	Serangan Pisau
7	12	40	9	25	Serangan Pisau
8	11	43	11	28	Serangan Pisau
9	13	42	10	20	Serangan Pisau
10	10	40	8	21	Serangan Pisau
11	14	39	8	22	Serangan Pisau
12	11	38	7	14	Serangan Pisau
13	14	15	12	15	Serangan Pisau
14	14	30	11	17	Serangan Pisau
15	13	19	10	18	Serangan Pisau
16	10	25	11	20	Serangan Pisau
17	11	18	8	22	Serangan Pisau
18	12	30	7	23	Serangan Pisau
19	10	10	11	10	Serangan Pisau
20	14	11	12	12	Serangan Pisau
21	33	30	25	25	Serangan Senapan
22	23	34	20	25	Serangan Senapan
23	28	30	25	25	Serangan Senapan
;	;	;	;	;	;
59	42	51	28	25	Serangan granat
60	40	50	30	20	Serangan granat

Pada pelatihan digunakan perhitungan peluang kelas pada masing-masing kandidat kelas target.

1. Peluang Menyerang dengan pisau : $P(\text{pisau}) = 20/60 = 0,33$
2. Peluang Menyerang dengan senapan: $P(\text{senapan}) = 20/60 = 0,33$
3. Peluang Melempar granat : $P(\text{granat}) = 20/60 = 0,33$

Setelah dilakukan perhitungan preluang kelas target maka dilakukan perhitungan conditional probability dari masing-masing atribut menggunakan persamaan *Laplacian Smoothing* yang digunakan untuk menghilangkan hasil perhitungan peluang bernilai 0 yang akan mengganggu proses klasifikasi.

Tabel 3 Perhitungan Conditional Probability

Aksi Penyerangan NPC	Kekuatan Serang NPC (KSN)		
	$KSN < 15$	$15 \leq KSN < 35$	$35 \leq KSN \leq 55$
Pisau	$= \frac{(1+20)}{(20+3)} = 0,91$	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$
Senapan	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$	$= \frac{(1+20)}{(20+3)} = 0,91$	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$
Granat	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$	$= \frac{(1+0)}{(20+3)} = 0,045$	$= \frac{(1+20)}{(20+3)} = 0,91$

b. Pengujian

Pada proses pengujian didapatkan contoh kasus yaitu kekuatan serang NPC (KSN) = 46, kekuatan serang karakter (KSK) = 40, kekuatan bertahan NPC (KBN) = 20, kekuatan bertahan karakter (KBK) = 25. Maka didapatkan yaitu Kekuatan serang NPC : ≥ 35 , Kekuatan serang karakter : ≥ 35 , Kekuatan bertahan NPC : $13 \geq \text{defNPC} > 26$, Kekuatan bertahan karakter : $13 \geq \text{defKar} > 26$. Hitung nilai peluang maksimal masing-masing kelas target dengan menggunakan Persamaan Naive Bayes sehingga perhitungan akan menjadi sebagai berikut:

a. Kelas Serangan dengan Pisau

$$V_{\text{pisau}} = P(\text{pisau}) * (P(\text{KSN}|\text{pisau}) * P(\text{KSK}|\text{pisau}) * P(\text{KBN}|\text{pisau}) * P(\text{KBK}|\text{pisau})) \\ = 0,33 * (0,045 * 0,39 * 0,045 * 0,695) = \mathbf{0,00018}$$

b. Kelas Serangan dengan Senapan

$$V_{\text{senapan}} = P(\text{Senapan}) * (P(\text{KSN}|\text{Senapan}) * P(\text{KSK}|\text{Senapan}) * P(\text{KBN}|\text{Senapan}) \\ * P(\text{KBK}|\text{senapan})) \\ = 0,33 * (0,045 * 0,045 * 0,91 * 0,91) = \mathbf{0,00055}$$

c. Kelas Melempar Granat

$$V_{\text{granat}} = P(\text{Granat}) * (P(\text{KSN}|\text{Granat}) * P(\text{KSK}|\text{Granat}) * P(\text{KBN}|\text{Granat}) * P(\text{KBK}|\text{Granat})) \\ = 0,33 * (0,91 * 0,39 * 0,045 * 0,739) = \mathbf{0,0039}$$

Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing kandidat kelas maka dilakukan pencarian bobot terbesar, maka untuk contoh kasus kekuatan serang NPC = 46, kekuatan serang karakter = 40, kekuatan bertahan NPC = 20 dan kekuatan bertahan karakter = 25, maka aksi penyerangan yang dilakukan oleh NPC adalah menyerang dengan granat dengan total bobot klasifikasi yaitu **0,0039**.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses logika *fuzzy* menghasilkan nilai kekuatan serang NPC yang dihasilkan dari nilai tegas dari variabel atribut karakter dan NPC yaitu HP (*healthy point*) karakter, HP NPC, stamina karakter dan stamina NPC. Pengujian proses logika *fuzzy* meliputi perbandingan keluaran perhitungan dari sistem dan manual dikarenakan untuk mengetahui perbedaan hasil pembulatan pada saat proses perhitungan defuzzifikasi. Perbandingan dilakukan pada 15 data sampel acak yang diambil dari setiap nilai himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel yang berbeda.

Tabel 4 Pengujian Logika Fuzzy

No.	Atribut Karakter		Atribut NPC		Perhitungan Manual (KSN)	Perhitungan Sistem (KSN)	Hasil (I/S)
	HPK	STK	HPN	STN			
1	100	40	100	40	55	Kekuatan Serang NPC 55	S
2	90	30	90	30	51	Kekuatan Serang NPC 51	S
3	85	35	85	35	49	Kekuatan Serang NPC 49	S
4	73	23	82	23	46	Kekuatan Serang NPC 46	S
5	80	30	80	30	45	Kekuatan Serang NPC 45	S
6	75	25	75	25	42	Kekuatan Serang NPC 42	S
7	70	25	70	25	38	Kekuatan Serang NPC 38	S
8	65	20	65	20	35	Kekuatan Serang NPC 35	S
9	60	20	60	20	30	Kekuatan Serang NPC 30	S
10	55	20	55	20	27	Kekuatan Serang NPC 27	S
11	50	20	50	20	25	Kekuatan Serang NPC 25	S
12	45	20	45	20	23	Kekuatan Serang NPC 23	S
13	40	20	40	20	20	Kekuatan Serang NPC 20	S
14	40	15	20	10	18	Kekuatan Serang NPC 18	S
15	35	15	20	10	15	Kekuatan Serang NPC 15	S

Proses Naive Bayes menghasilkan aksi penyerangan yang sesuai berdasarkan dua proses pelatihan yang berbeda. Pelatihan dengan menggunakan data latih tetap memiliki hasil nilai klasifikasi yang lebih besar dari proses pelatihan menggunakan data latih dinamis, hal ini dikarenakan karena jumlah data yang terus bertambah yang dimasukkan kedalam data latih setiap akan dilakukan proses pengujian sampel atribut baru.

Tabel 5 Pengujian Dengan Data Latih Tetap

No	KSN	KSK	KBN	KBK	Aksi NPC	Nilai Klasifikasi Probabilitas Kelas
1	15	14	12	12	serang menggunakan Pisau	0.0009005113618090271
2	10	49	12	23	serang menggunakan Pisau	0.07091526974246089
3	14	30	12	19	serang menggunakan Pisau	0.06303579532663191
4	10	23	11	17	serang menggunakan Pisau	0.06303579532663191
5	15	10	10	10	serang menggunakan Pisau	0.0009005113618090271
6	18	30	17	22	serang menggunakan Senapan	0.23165654782537218
7	19	34	19	25	serang menggunakan Senapan	0.23165654782537218
8	20	30	18	25	serang menggunakan Senapan	0.23165654782537218
9	22	34	23	20	serang menggunakan Senapan	0.23165654782537218
10	25	28	25	21	serang menggunakan Senapan	0.23165654782537218
11	44	38	32	34	serang menggunakan Granat	0.0236394324748696
12	45	42	33	25	serang menggunakan Granat	0.08097063904145567
13	50	45	34	38	serang menggunakan Granat	0.0236394324748696
14	53	50	37	25	serang menggunakan Granat	0.08097063904145567
15	54	53	39	33	serang menggunakan Granat	0.0236394324748696

Tabel 6 Pengujian Dengan Data Latih Dinamis

No	KSN	KSK	KBN	KBK	Aksi NPC	Nilai Klasifikasi Probabilitas Kelas
1	15	14	12	12	serang menggunakan Pisau	0.0009006094592952
2	10	49	12	23	serang menggunakan Pisau	0.00812007456697814
3	14	30	12	19	serang menggunakan Pisau	0.020212252475247525
4	10	23	11	17	serang menggunakan Pisau	0.02424028292929042
5	15	10	10	10	serang menggunakan Pisau	0.00493580304621455
6	18	30	17	22	serang menggunakan Senapan	0.12474909017851029
7	19	34	19	25	serang menggunakan Senapan	0.130711184818053446
8	20	30	18	25	serang menggunakan Senapan	0.1340008004101346
9	22	34	23	20	serang menggunakan Senapan	0.19727117488827475
10	25	28	25	21	serang menggunakan Senapan	0.2005223223890176
11	44	38	32	34	serang menggunakan Granat	0.1401833741288812
12	45	42	33	25	serang menggunakan Granat	0.07314510104729229
13	50	45	34	38	serang menggunakan Granat	0.1437480148203459
14	53	50	37	25	serang menggunakan Granat	0.0733939372774939
15	54	53	39	33	serang menggunakan Granat	0.14723007351419025

5. KESIMPULAN

Penerapan metode logika *fuzzy* Sugeno dalam *game* menghasilkan nilai kekuatan serang NPC yang tepat berdasarkan hasil dari perhitungan manual dan sistem yang didapatkan dari 15 data sampel acak. Pengujian 15 sampel data atribut pada pelatihan dengan data latih tetap memiliki nilai klasifikasi yang lebih besar dari pelatihan dengan data latih yang dinamis, namun menghasilkan aksi penyerangan NPC yang sesuai. Proses pembelajaran pada Naive Bayes digunakan jumlah data latih yang tetap dikarenakan prinsip metode Naive Bayes yang hanya menggunakan beberapa sampel data dalam proses pembelajaran dari total kombinasi atribut data yang digunakan agar proses komputasi menjadi lebih efisien.

Pada penelitian ini didapatkan hasil dari penerapan metode logika *fuzzy* Sugeno dan Naive Bayes didalam *game* yang menghasilkan nilai kekuatan serang dan jenis serangan yang dimiliki oleh NPC (*Non Player Character*) ketika akan melakukan aksi penyerangan kepada karakter.

Daftar Pustaka

- Daryatni, Tri., Siti Asmiatun, Latius Hermawan, "Strategi Menyerang Jarak Dekat Menggunakan Klasifikasi Bayesian Pada NPC (*Non Player Character*)". Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2013 (Semantik 2013) ISBN: 979-26-0266-6, Semarang, 16 November 2013.
- Purba, Kristo Radion., Rini Nur Hasanah, dan M. Azis Muslim. "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Mengatur Perilaku Musuh dalam Game Bertipe Action-RPG". Jurnal EECIS Vol. 7, No. 1, Juni 2013
- Saputra, Fitra Raditya. dan Imam Kuswardayan, "Implementasi Adaptive AI Untuk Unit Behaviour Dalam Turn Based Strategy Battle System Pada Mmorpg Maling Hunter". Jurnal Masyarakat Informatika 2012, Volume 2, Nomor 4, ISSN 2086 – 4930.