

Perilaku Otonomi dan Adaptif *Non Player Character* Musuh pada Game 3 Dimensi Menggunakan *Fuzzy State Machine* dan *Rule Based System*

Fahrul Pradhana Putra¹, Ahmad Zainul Fanani², Moch. Hariadi³

¹Magister Teknik Informatika, Program Pascasarjana, Universitas Dian Nuswantoro Semarang
E-mail : fahrulpradhana@gmail.com

^{2,3}Universitas Dian Nuswantoro, Semarang
E-mail : zafanani71@gmail.com, mochar@ee.its.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan *Non Player Character* (NPC) dalam suatu game merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan game itu menarik atau tidak. Jika tidak ada NPC yang cerdas dimana NPC tidak bersifat adaptif, reaktif dan otonom maka game dilihat dari sisi gameplay dapat dikatakan tidak menarik dan cenderung membosankan. Pada penelitian ini, penulis mengembangkan variasi perilaku NPC musuh yang otonom dan adaptif menggunakan kombinasi dari tiga metode yaitu logika Fuzzy, *Finite State Machine* dan *Rule Based System*. Perilaku otonom yaitu NPC dapat melakukan pergerakan secara otomatis tanpa dikendalikan oleh player. Perilaku adaptif yaitu NPC dapat melakukan perubahan pergerakan menyesuaikan dengan aksi player dan keadaan environment. 7 variasi perilaku cerdas NPC musuh yang dihasilkan dari penelitian ini antara lain perilaku otonom statis dan dinamis (FuSM), perilaku otonom dan adaptif menyerang statis (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif menyerang dinamis (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap penghalang bercelah bawah dan penghalang rendah (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap penghalang tinggi (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap serangan atau tembakan player dan jarak player (RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap tembakan player (FuSM+RBS). Dari hasil pengujian rata-rata pengujian frame per second, graphics, main thread didapatkan nilai performance yang paling baik yaitu pada perilaku yang menggunakan gabungan dari metode *Fuzzy State Machine* (FuSM) dan *Rule Based System* (RBS). Penggunaan metode dengan menggunakan kolaborasi tiga metode yaitu logika Fuzzy, *Finite State Machine* dan *Rule Based System* (FuSM+RBS) menghasilkan tingkat kehalusan pergerakan NPC yang lebih tinggi, pemrosesan grafik yang lebih cepat, pemrosesan main thread atau kinerja performance yang lebih cepat dan proses renderer komponen game yang cukup cepat dibandingkan dengan yang hanya menggunakan 2 metode saja logika Fuzzy dan *Finite State Machine* (FuSM) atau yang hanya menggunakan 1 metode saja yaitu *Rule Based System*.

Kata kunci : *Non Player Character*; Pergerakan Otonom; Perilaku Adaptif; *Fuzzy State Machine*; *Rule Based System*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan *Non Player Character* (NPC) dalam suatu game komputer merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan game itu menarik atau tidak. Konsep agen cerdas merupakan salah satu model yang digunakan dalam membuat NPC. Sifat otonom dari agen cerdas merupakan keunggulan dalam memodelkan suatu NPC game. NPC merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu game komputer modern. Keberadaan NPC dapat menciptakan suatu agen cerdas yang realistis. Jika tidak ada NPC yang cerdas dimana NPC tidak bersifat adaptif, reaktif dan proaktif maka game dilihat dari sisi gameplay dapat dikatakan tidak menarik dan cenderung membosankan.

Pengembangan kecerdasan buatan pada NPC untuk menciptakan aksi dan reaksi yang otonom pada agen / NPC dari game sehingga pergerakannya menjadi senyata mungkin atau mempunyai tingkat realitas yang tinggi. Agen otonom mempunyai sensor yang digunakan untuk menginformasikan apa yang terjadi di lingkungan sekitar dan *effector* digunakan untuk menerima respon dari apa yang terjadi kemudian memberikan reaksi untuk melakukan tindakan / aksi tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian dengan menggunakan logika Fuzzy dan *Finite State Machine* telah dilakukan oleh Yunifa, Fachrul dan Fresy [1] yaitu mengembangkan desain perubahan perilaku pada NPC game menggunakan logika Fuzzy dan *Hierarchy Finite State Machine*. Penelitian ini mengembangkan perubahan perilaku NPC secara otonom terhadap perubahan kondisi yang dihadapi menggunakan logika Fuzzy. Masing-masing perilaku NPC dimodelkan menggunakan *Hierarchy Finite State Machine* (HFSM) kemudian diuji coba menggunakan *Torque Game Engine*. *Hierarchy Finite State Machine* digunakan untuk

merancang perilaku masing-masing NPC dalam mendesain strategi menyerang. Aturan *Fuzzy* digunakan untuk menghasilkan perilaku NPC yang bervariasi sesuai dengan variabel yang dimiliki.

Yunifa, dkk [2] juga melakukan penelitian tentang penggunaan logika *Fuzzy* dan *Finite State Machine* pada pergantian senjata NPC game *First Person Shooter*. Penelitian ini membahas tentang sistem perubahan senjata secara otomatis pada NPC berdasarkan perubahan kondisi lingkungan yang dihadapi. Metode yang digunakan untuk menentukan jenis senjata yang digunakan adalah *Fuzzy Sugeno*. Untuk menghasilkan output *Fuzzy* yang bervariasi maka digunakan variabel jarak musuh dan jumlah teman. Desain pergantian senjata yang dibuat menggunakan *software Matlab* selanjutnya diujicobakan dalam game *First Person Shooter* (FPS) menggunakan *Torque Game Engine*.

Pada penelitian yang dilakukan Cindy Nordiansyah, dkk [3] menggunakan *Rule Based System* untuk merepresentasikan semua perilaku agen dalam aturan-aturan tertentu yang bersifat kondisional. Agen ini merupakan simulasi perilaku manusia virtual yang berada dalam sebuah mall dengan fokus realisme. Gerakan agen pada saat berjalan menggunakan *behavioral animation* untuk meningkatkan realisme simulasi secara visual. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan perilaku agen dalam mencari tempat tujuan dan memenuhi kebutuhannya dengan metode yang realistik.

2.2 Landasan Teori

a. *Non Player Character*

Non Player Character (NPC) disebut juga *autonomous character* atau *autonomous agent* yaitu karakter yang terdapat dalam game atau *virtual reality* dimana memiliki kemampuan untuk melakukan gerakan secara otonom atau tidak dikontrol secara *real time* oleh *human player* / pemain.

b. Perilaku Adaptif

Perilaku adaptif merupakan penyesuaian perilaku karakter NPC terhadap NPC lain serta *player* dan *environment* game. Pada saat NPC lain atau *player* melakukan suatu aksi, misalnya *player* menyerang NPC musuh maka NPC musuh akan melakukan reaksi atau menanggapi respon yang dilakukan *player* yaitu menyerang balik atau menghindar. Adaptif terhadap *environment* contohnya NPC musuh pada saat menemui halangan di depan misalnya pagar maka NPC akan melompati pagar tersebut kemudian melanjutkan berlari. Kondisi ini berlangsung secara otonom.

c. *Fuzzy State Machine*

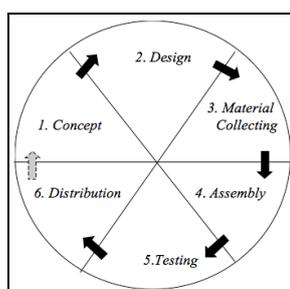
Fuzzy State Machine (FuSM) adalah suatu metode kombinasi dari logika *Fuzzy* dan *Finite State Machine* (FSM). Di dalam pengembangan game *Finite State Machine* digunakan untuk memodelkan perilaku karakter sedangkan logika *Fuzzy* untuk menentukan keputusan apa yang harus dilakukan karakter dari variabel yang sudah ditentukan sebelumnya.

f. *Rule Based System*

Rule Based System merupakan metode pengambilan keputusan berdasarkan pada aturan-aturan tertentu yang telah ditetapkan [3]. RBS dapat diterapkan pada agen virtual dalam bentuk kecerdasan buatan sehingga dapat melakukan tindakan tertentu. Tindakan tersebut direpresentasikan oleh set aturan yaitu penyebab tindakan itu terjadi, proses tindakan dan hasil dari tindakan tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian *multimedia development method*. Menurut Luther [6], metode ini ada 6 tahap antara lain: konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan / implementasi dan pengujian.



Gambar 1: *Multimedia Development Method* [9]

3.1 Konsep

Pada tahap konsep, penulis menentukan ide / tujuan dan spesifikasi penelitian dari apa yang akan diteliti serta spesifikasi penelitian. Pada penelitian ini, ide / tujuan dari apa yang akan diteliti antara lain membentuk variasi perilaku NPC musuh yang otonom dan adaptif yaitu menyesuaikan dengan kondisi environment dan melakukan reaksi terhadap aksi dan serangan player.

3.2 Desain

Dalam tahap desain, penulis memodelkan perilaku NPC yang otonom menggunakan *Finite State Machine*. Untuk membentuk variasi perilaku NPC, penulis menggunakan aturan logika *Fuzzy*.

3.3 Pengumpulan Bahan

Sebelum implementasi perilaku musuh yang sudah dimodelkan menggunakan *Finite State Machine* dan variasi respon perilaku NPC menggunakan logika *Fuzzy* maka dilakukan pengumpulan bahan yaitu sebagai berikut :

- a. *Terrain / environment*
- b. *Asset* yang berkaitan dengan terrain dan karakter
- c. Karakter 3D NPC
- d. Karakter 3D *player*
- e. Motion karakter / *animation movement*

3.4 Perakitan

Dalam tahap perakitan ini, model FSM perilaku NPC yang sudah dibuat sebelumnya diimplementasikan pada *animation controller* pada *Unity Game Engine* yang nantinya dimasukkan ke dalam karakter model 3D musuh. Sebelum *animation controller* dibuat, adapun tahap-tahap dari perakitan ini antara lain :

- a. *Terrain / environment* dipersiapkan terlebih dahulu yaitu dengan mengimport dari yang sudah ada
- b. *Import* karakter 3D NPC musuh
- c. *Import* karakter 3D *player*
- d. *Import asset* yang berkaitan dengan terrain dan karakter
- e. Membuat *animator controller* perilaku NPC dari model FSM pada Unity
- f. Menambahkan *motion / character animation* pada karakter 3D
- g. *Scripting* pada *Mono Develop Unity Game Engine*

3.5 Pengujian

Pengujian dilakukan dalam 4 tahap :

- a. Mode *game*
Pengujian dalam mode *game* yaitu menguji secara keseluruhan pada perilaku NPC apakah sudah otonom dan adaptif terhadap player dan *environment* sesuai dengan *Rule Based System* yang sudah dibuat.
- b. Mode *scene*
Dalam mode *scene* ini, pengujian dilakukan dengan memeriksa posisi NPC, player, komponen / asset dan environment apakah sudah sesuai dengan posisi yang tepat dan proporsional.
- c. Mode *animator controller*
Pengujian dilakukan dengan menguji motion pada *animator controller* apakah sudah sesuai dengan desain *Finite State Machine* dan logika *Fuzzy* yang sudah dibuat.
- d. Mode statistik *game*
Pengujian dilakukan dengan membandingkan *frame per second*, *graphics*, *main thread* dan *renderer* pada masing-masing variasi perilaku NPC pada saat mode *game* dijalankan.

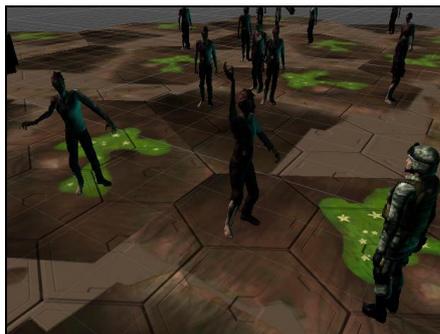
3.6 Distribusi

Penelitian ini merupakan komponen dari suatu game maka setelah penelitian ini jadi, hasil dari penelitian disimpan atau didistribusikan (disalurkan) pada peneliti selanjutnya sehingga penulis memperbolehkan hasil penelitian ini didistribusikan untuk peneliti lain yang akan mengembangkan game.

4. HASIL PENELITIAN DAN PENGUJIAN

4.1 Perilaku Otonom dan Adaptif Menyerang Statis

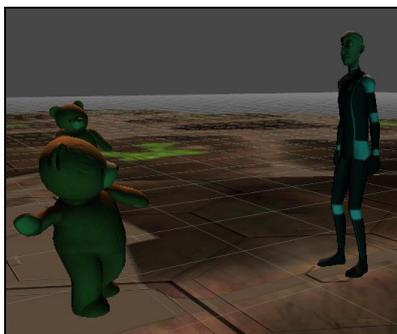
Pada pergerakan NPC otonom dan adaptif menyerang statis ini, NPC pada saat sebelum dan pada saat didekati player berada pada satu posisi saja yaitu posisi statis berada pada satu titik. NPC musuh (*zombie*) pada saat didekati *player* maka NPC musuh akan melakukan reaksi dari aksi yang dilakukan oleh player yaitu mendekati NPC musuh tadi. Reaksi NPC musuh pada saat didekati *player* adalah berusaha untuk mencakar player. Perilaku NPC musuh menyerang statis ini menggunakan *Finite State Machine* dan *Rule Based System (scripting)*. Penggunaan *Finite State Machine* akan memberikan pergantian pergerakan NPC musuh sebelum dan sesudah didekati player yang dikombinasikan *scripting (Rule Based System)* yang ditanam pada NPC musuh tersebut.



Gambar 2: NPC Melakukan Serangan Saat Didekati Player

4.2 Perilaku Otonom dan Adaptif Menyerang Dinamis

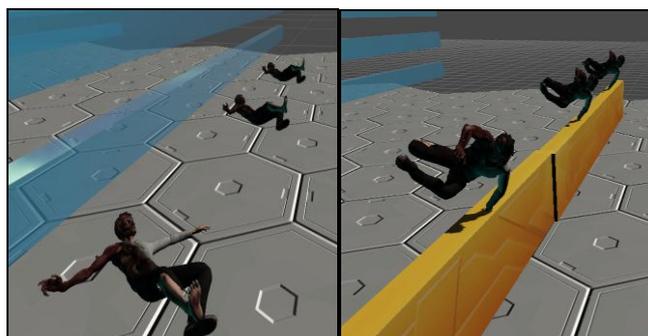
Pada menyerang dinamis ini menggunakan metode *Fuzzy State Machine (FuSM)* dan *Rule Based System*. Penggunaan FuSM pada NPC musuh ini memberikan kedinamisan pada pergerakan otonom NPC tersebut. NPC yang mempunyai perilaku menyerang dinamis ini adalah beruang. Pada NPC beruang ini sebelum didekati oleh *player*, NPC beruang akan melakukan pergerakan berjalan, berlari dan berputar secara otonom dan dinamis kemudian setelah bertemu atau didekati oleh *player* maka NPC beruang akan melakukan reaksi adaptif terhadap *player*. Reaksi adaptif tersebut adalah NPC akan berusaha menyerang *player* dengan melakukan pukulan atau cakaran.



Gambar 3: NPC Musuh Menyerang Saat Mendekati Player

4.3 Perilaku Otonom dan Adaptif Terhadap Penghalang Bercelah Bawah, Rendah dan Tinggi

Pada pergerakan NPC musuh yang otonom dan adaptif terhadap penghalang ini menggunakan dua penghalang bercelah dan satu penghalang rendah. Jika NPC melewati penghalang bercelah bawah maka akan melakukan sliding. Jika NPC melewati penghalang berjenis penghalang rendah maka akan melompati penghalang tersebut.



Gambar 4: NPC Melakukan Sliding dan Melompat Saat Melewati Penghalang Bercelah dan Rendah

4.4 Perilaku Otonom dan Adaptif Terhadap Penghalang Tinggi

Pada saat melewati penghalang tinggi ini maka NPC akan memanjat penghalang tinggi tersebut sampai pada posisi akhir yaitu berdiri di atas kontainer setelah memanjat.



Gambar 5: NPC Memanjat Saat Melewati Penghalang Tinggi

4.5 Perilaku Otonom dan Adaptif Terhadap Tembakan dan Jarak Player

Perilaku NPC musuh otonom dan adaptif terhadap tembakan player ini menggunakan metode Rule Based System. Perilaku adaptif terhadap tembakan senjata pistol player ini akan memberikan respon terhadap NPC musuh yaitu menembak player. Jika *player* melakukan aksi menembak NPC musuh dengan senjata pistol ini maka NPC musuh melakukan reaksi dengan menembak *player*. Jika player menembak NPC musuh dengan intensitas tembakan yang banyak maka NPC musuh akan jatuh roboh, menandakan bahwa NPC musuh dinyatakan kalah dalam baku tembak yang dilakukan oleh *player* dan NPC musuh.



Gambar 6: NPC Musuh Menembak *Player*

4.6 Perilaku Otonom dan Adaptif Terhadap Tembakan Player

Perilaku NPC yang otonom dan adaptif terhadap *player* ini menggunakan gabungan dari metode *Fuzzy State Machine* dan *Rule Based System*. Pada perilaku ini, NPC akan bergerak secara otonom dinamis. Pergerakan secara otonom dinamis ini menggunakan FuSM sebagai metodenya. Pergerakan otonom dinamis tersebut meliputi berlari arah kanan, berlari arah kiri, berjalan, melompat atau mencekram. Jika player menembak maka NPC akan jatuh roboh kemudian jeda beberapa detik, NPC akan bangun lagi.



Gambar 7: Posisi NPC Musuh Setelah Terkena Tembakan *Player*

4.7 Pengujian Statistik Game

Pada pengujian statistik game ini dilakukan dengan membandingkan frame per second, graphics, main thread dan renderer pada masing-masing tujuh variasi perilaku NPC musuh. Tujuannya adalah untuk mengetahui metode mana yang mempunyai tingkat kehalusan pergerakan / *motion* dan animation yang paling baik, tingkat pemrosesan grafis yang paling cepat, kinerja / *motion* proses *processor* yang paling cepat dan proses *render* game yang paling cepat sehingga didapatkan nilai *performace* terbaik dari perbandingan perilaku NPC.

Tabel 1: Hasil Pengujian Statistik Game

No	Perilaku	Metode	Frame per Second (fps)	Graphics	Main Thread	Renderer
1	4.1	FSM+RBS	31,62	33,49	32,89	27,8
2	4.2	FSM+RBS	23,09	46,01	45,99	13,21

3	4.3	FSM+RBS	81,30	12,33	12,29	3,99
4	4.4	FSM+RBS	53,25	18,92	18,85	4,0
5	4.5	RBS	60,99	19,75	19,73	7,16
6	4.6	FuSM+RBS	101,36	10,03	9,86	6,21

Dari data tabel di atas, terlihat bahwa nilai *frame per second* yang menentukan tingkat kehalusan pergerakan dan perilaku komponen NPC didapatkan nilai tertinggi adalah 101,36 pada metode *Fuzzy State Machine* (FSM) dikolaborasikan dengan *Rule Based System* (RBS). Nilai tercepat dari rata-rata pengujian *graphics* yang menentukan tingkat kecepatan pemrosesan grafis adalah 10,03 ms (mili second) masih pada metode FuSM + RBS. Nilai rata-rata tercepat dari *main thread* dimana menentukan kecepatan dari kinerja prosesor dalam memproses yaitu sebesar 9,86 ms.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Penelitian komponen NPC musuh ini menghasilkan berbagai variasi perilaku cerdas NPC antara lain perilaku otonom statis dan dinamis (FuSM), perilaku otonom dan adaptif menyerang statis (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif menyerang dinamis (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap penghalang bercelah bawah dan penghalang rendah (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap penghalang tinggi (FSM+RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap serangan atau tembakan player dan jarak player (RBS), perilaku otonom dan adaptif terhadap tembakan player (FuSM+RBS).
- Perilaku NPC yang dihasilkan dari penelitian ini sudah otonom yaitu NPC dapat melakukan pergerakan secara otomatis tanpa dikendalikan oleh player dan perilaku NPC yang dihasilkan dari penelitian ini juga sudah adaptif yaitu NPC dapat melakukan perubahan pergerakan menyesuaikan dengan aksi player dan keadaan environment.
- Penggunaan metode dengan menggunakan kolaborasi tiga metode yaitu logika *fuzzy*, *finite state machine* dan *rule based system* menghasilkan tingkat kehalusan pergerakan NPC yang lebih tinggi, pemrosesan grafik yang lebih cepat, pemrosesan *main thread* atau kinerja *performance* yang lebih cepat dan proses *renderer* komponen game yang cukup cepat dibandingkan dengan yang hanya menggunakan 2 metode saja FuSM atau yang hanya menggunakan 1 metode saja yaitu RBS.

5.2 Saran

Dari penelitian ini, saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut :

- Dari 7 variasi perilaku cerdas NPC yang dihasilkan dari penelitian penulis ini, nantinya dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan menghasilkan variasi perilaku cerdas yang lebih banyak variasinya tidak hanya mengkolaborasikan tiga metode saja tetapi dapat ditambah dengan metode lain sehingga menghasilkan nilai *performance* dan optimasi yang lebih baik dari sebelumnya.
- Pada beberapa variasi perilaku NPC yang menggunakan metode FSM+RBS mempunyai nilai *frame per second*, *graphics*, *main thread* dan *renderer* yang cenderung berbeda, nantinya dapat diteliti lebih lanjut mengenai komponen-komponen lain apa saja yang mempengaruhi nilai yang cenderung berbeda tersebut meskipun menggunakan metode yang sama.
- Diharapkan penelitian yang menghasilkan 7 variasi perilaku NPC yang otonom dan adaptif ini dapat digabungkan menjadi suatu bentuk game *artificial intelligence* yang mengedepankan sisi kearifan budaya lokal dan mempunyai kesan Indonesia 'banget' serta bertema lokal tetapi berasa internasional sehingga daya saing game Indonesia menjadi lebih tinggi baik di kancah lokal / nasional, regional maupun internasional dari pemaksimalan industri kreatif game.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yunifa M. A., dkk, "Desain Perubahan Perilaku pada NPC Game Menggunakan Logika Fuzzy," Seminar Nasional Electrical Informatics and ITS Education, 2011.
- [2] Yunifa M. A., dkk., "Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno", Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Saintek, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [3] Cindy N., dkk, "Implementasi Perilaku Agen Berbasis Rule Menggunakan Blender Game Engine," Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- [4] Correia, B., et al, "DEVELOP-FPS: a First Person Shooter Development Tool for Rule-based Scripts", Spesial Issue on Intelligent Systems and Applications, Computer Science Department, Universidad de Lisboa.
- [5] M. Miftakhur R., "Finite State Machines (FSM) sebagai Agen Cerdas Animasi Wajah dalam Game Assyuhada", Skripsi S1 Komputer, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2011.
- [6] Jeri K. A., "Perancangan Cinematic 3D Untuk Game Bergener FPS dengan Tema Pertempuran 10 Nopember 1945 Surabaya," Skripsi S1, Bidang Studi Desain Komunikasi Visual Jurusan Desain Produk Industri, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2009.