

**PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DALAM
PEMBUATAN AI NON-PLAYER CHARACTER PADA GAME
STRATEGY**

Skripsi



oleh
ROBY CHANDRA
22104982

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2016

**PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DALAM
PEMBUATAN AI NON-PLAYER CHARACTER PADA GAME
STRATEGY**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

ROBY CHANDRA
22104982

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DALAM PEMBUATAN AI NON-PLAYER CHARACTER PADA GAME STRATEGY

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 20 Oktober 2016



ROBY CHANDRA

22104982

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE
DALAM PEMBUATAN AI NON-PLAYER
CHARACTER PADA GAME STRATEGY

Nama Mahasiswa : ROBY CHANDRA

N I M : 22104982

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

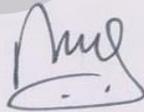
Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 20 Oktober 2016

Dosen Pembimbing I



Nugroho Agus Haryono, M.Si

Dosen Pembimbing II



Hendro Setiadi, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DALAM PEMBUATAN AI NON-PLAYER CHARACTER PADA GAME STRATEGY

Oleh: ROBY CHANDRA / 22104982

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 12 Oktober 2016

Yogyakarta, 20 Oktober 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. Hendro Setiadi, M.Eng
3. Lucia Dwi Krisnawati, Dr.
4. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.

Dekan



(Budh Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul “Penerapan Metode Finite State Machine Dalam Pembuatan Ai Non-Player Character Pada Game Strategy” merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer. Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Nugroho Agus Haryono, M.Si dan Hendro Setiadi, M.Eng selaku dosen pembimbing yang selalu gigih dan sabar dalam memberikan arahan.
2. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknologi Informasi UKDW atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
3. Anggota keluarga yang mendukung dari awal kuliah sampai selesai nya skripsi ini, orang tua yang selalu menasehati dan menyemangati agar skripsi bisa cepat selesai, dan kakak serta adik saya yang tercinta.
4. Pihak responden yang telah mau meluangkan waktunya dan dengan sabar menguji dan menjawab kuisisioner.
5. Kepada sahabat seperjuangan dari awal kuliah hingga akhir wisuda di Kelas Gokil UKDW : Rico Lemba, Aan, Bharep, Prima, Yoshua, Bagus, Bastio, Mahendra, Ibo, Vinsen dkk serta teman-teman kos sekaligus keluarga kecil lainnya Khevien, Tino, dan Jayadi. Serta Ignatia yang selalu ajak refreshing ketika lagi stress. Terimakasih atas keceriaan, dukungan, dan kebersamaan yang telah dijalani bersama.
6. Seluruh pihak yang ikut membantu namun tidak bisa dituliskan oleh penulis. Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih banyak, semoga kebahagiaan selalu bersertamu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Berkat Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan diperlukan dan diterima dengan baik oleh penulis. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, 24 Oktober 2016

penulis

INTISARI

PENERAPAN METODE *FINITE STATE MACHINE* DALAM PEMBUATAN AI *NON-PLAYER CHARACTER* PADA GAME STRATEGY

Pada zaman yang serba modern ini, dunia teknologi semakin berkembang. *Industry game* semakin lama semakin diramaikan dengan permainan-permainan yang lebih variatif. *Industry game* berusaha membuat *game* yang lebih baik dibanding yang lainnya. Untuk menghasilkan *game* yang baik dibutuhkan pula agen cerdas yang baik. Agen cerdas yang berkualitas mampu memberikan *experience* yang mendekati saat memainkan *game* bersama manusia, perilaku agen cerdas dalam sebuah permainan merupakan salah satu faktor bagus atau tidaknya permainan.

Dalam perancangan sistem ini, akan menggunakan *finite state machine* yang mengelompokkan perilaku atau *behavior* suatu agen cerdas menjadi *state-state* tertentu. Metode ini membuat perilaku agen cerdas lebih terstruktur dan lebih mudah dimengerti, karena dengan pengelompokan *state*, agen cerdas akan berperilaku sesuai dengan *state* yang dirancang.

Sistem yang dibangun mampu menghasilkan agen cerdas yang cukup handal hanya dengan menggunakan *finite state*, namun dibutuhkan lebih banyak variasi *state* agar bisa menghasilkan permainan yang lebih baik.

Kata Kunci : agen cerdas, AI, FSM, state.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PENYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Game.....	8
2.2.2 Non-Playable Character.....	8

2.2.3	Agen Cerdas.....	8
2.2.4	Game Experience Questionnaire.....	13
2.2.5	Finite State Machine.....	13
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....		15
3.1	Spesifikasi Perangkat.....	15
3.2	Desain Game.....	16
3.2.1	Garis Besar Desain Game.....	16
3.2.2	Core Gameplay.....	16
3.2.3	Fountain.....	17
3.2.4	Karakter.....	17
3.2.5	Map.....	19
3.3	Desain Agen Cerdas.....	24
3.3.1	Proses Perancangan AI.....	24
3.3.2	Rancangan Kerja Sistem.....	31
3.3.3	Perancangan Input.....	35
3.3.4	Perancangan Output.....	36
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		37
4.1	Implementasi Sistem.....	37
4.1.1	Tampilan Menu Judul.....	37
4.1.2	Tampilan Menu Permainan.....	39
4.1.3	Implementasi Kontrol Game.....	40
4.2	Analisis Sistem.....	42
4.2.1	Prosedur Pengujian Sistem.....	42
4.2.2	Pengujian Agen Cerdas.....	42

4.2.3 Analisis Game Experience(in-game module).....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	52

©UKYDWN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Agen cerdas	9
Gambar 2.2	Struktur agen cerdas dalam <i>game</i>	10
Gambar 2.3	Diagram sistem pengambilan keputusan	11
Gambar 2.4	Contoh diagram <i>state</i> sederhana	14
Gambar 3.1	Desain <i>map</i>	20
Gambar 3.2	Gambar <i>map</i> beserta <i>attack range tower</i>	22
Gambar 3.3	Gambar <i>map</i> beserta <i>attack range hero, dummy dan creep</i>	23
Gambar 3.4	<i>Finite state machine</i> pada <i>dummy</i>	27
Gambar 3.5	<i>Finite state machine</i> pada <i>creep</i>	28
Gambar 3.6	<i>Finite state machine</i> pada <i>tower</i>	29
Gambar 3.7	<i>finite state machine</i> pada <i>hero</i>	31
Gambar 3.8	Rancangan permainan	37
Gambar 4.1	Tampilan menu judul	39
Gambar 4.2	Tampilan permainan game	40
Gambar 4.3	<i>Source code</i> sistem input	42
Gambar 4.4	Kondisi selisih <i>grid</i> unit = 2	46
Gambar 4.5	Kondisi selisih <i>grid</i> unit = 1	47

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1	<i>State transition table</i> sederhana	15
Tabel 3.1	<i>State Transition Table</i> untuk <i>dummy</i>	25
Tabel 3.2	<i>State Transition Table</i> untuk <i>creep</i>	27
Tabel 3.3	<i>State Transition Table</i> untuk <i>tower</i>	28
Tabel 3.4	<i>State Transition Table</i> untuk hero	29
Tabel 3.5	Daftar <i>conditions</i> dan <i>effects</i> tiap goal untuk GOAP	47
Tabel 4.1	Hasil <i>playtesting</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN
Lampiran A	Lampiran source code

©UKDW

INTISARI

PENERAPAN METODE *FINITE STATE MACHINE* DALAM PEMBUATAN AI *NON-PLAYER CHARACTER* PADA GAME STRATEGY

Pada zaman yang serba modern ini, dunia teknologi semakin berkembang. *Industry game* semakin lama semakin diramaikan dengan permainan-permainan yang lebih variatif. *Industry game* berusaha membuat *game* yang lebih baik dibanding yang lainnya. Untuk menghasilkan *game* yang baik dibutuhkan pula agen cerdas yang baik. Agen cerdas yang berkualitas mampu memberikan *experience* yang mendekati saat memainkan *game* bersama manusia, perilaku agen cerdas dalam sebuah permainan merupakan salah satu faktor bagus atau tidaknya permainan.

Dalam perancangan sistem ini, akan menggunakan *finite state machine* yang mengelompokkan perilaku atau *behavior* suatu agen cerdas menjadi *state-state* tertentu. Metode ini membuat perilaku agen cerdas lebih terstruktur dan lebih mudah dimengerti, karena dengan pengelompokan *state*, agen cerdas akan berperilaku sesuai dengan *state* yang dirancang.

Sistem yang dibangun mampu menghasilkan agen cerdas yang cukup handal hanya dengan menggunakan *finite state*, namun dibutuhkan lebih banyak variasi *state* agar bisa menghasilkan permainan yang lebih baik.

Kata Kunci : agen cerdas, AI, FSM, state.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri *game* pada dunia IT yang semakin pesat dibuktikan dengan bermunculannya *game* baru. Banyak *genre* atau jenis *game* yang sudah beredar seperti *game* aksi(*action*), teka-teki(*puzzle*), dan strategi(*strategy*). Semua itu bisa diperoleh dengan membayar ataupun gratis. Banyak pula industri *game* baru yang bermunculan sehingga menghasilkan *game-game* yang baru dengan keunikan mereka masing-masing. Peminat *game* juga semakin bertambah jumlahnya, industri *game* dapat meraup keuntungan yang sangat besar melalui *game* yang mereka *release* seiring perkembangan *gadget* yang juga semakin maju. Semua industri *game* ini saling bersaing dalam membuat *game* yang lebih baik, mulai dari sisi *gameplay* sampai harga yang ditawarkan, semuanya demi menarik lebih banyak *gamer* untuk memainkan *game* buatan industri tersebut. Oleh sebab itu merancang dan membuat *game* yang menarik untuk dimainkan merupakan salah satu tantangan pembuat *game*.

Salah satu cara membuat *game-game* ini menarik adalah dengan merancang NPC(*Non-Player Character*) seunik dan seintuitif mungkin. NPC(*Non-Player Character*) dalam suatu *game* memiliki berbagai macam model. Banyak keputusan-keputusan yang akan diambil oleh NPC pada *game* sehingga dibutuhkan sebuah pendekatan konsep AI untuk mendesain perilakunya. Perilaku *Non-Player Character* tersebut harus ditambahi dengan AI (*Artificial Intelligence*) agar perilakunya menjadi lebih hidup dan nyata. *Game* yang memiliki AI yang terlalu sulit akan membuat pemain merasa depresi karena merasa terlalu sulit untuk diselesaikan, sebaliknya *game* dengan AI yang terlalu mudah akan membuat pemain merasa bosan karena terlalu mudah untuk

diselesaikan. Memang tidak semua *game* menggunakan AI sebagai salah satu kelebihan dari *game* mereka bisa saja mereka lebih mengunggulkan sisi grafik maupun efek dari permainan. Tetapi tidak bisa dipungkiri rancangan AI untuk NPC memegang peran penting dalam menentukan kualitas sebuah *game*. Dengan demikian mendesain AI yang baik menjadi tantangan tersendiri bagi pembuat *game* demi memenuhi permintaan para pemain.

Banyak metode yang bisa diterapkan untuk mendesain AI dalam sebuah *game*, di dalam penelitian ini akan digunakan metode *Finite State Machine* sebagai metode untuk desain perilaku AI. Metode FSM(*Finite State Machine*) digunakan untuk menentukan *state* atau kondisi dari perilaku AI berdasarkan alur transisi yang ada, kapan harus berubah dari *state* satu ke *state* yang lainnya. Metode *Finite State Machine* ini digunakan untuk menentukan gerakan dan keputusan yang akan diambil oleh AI dalam sebuah *game*. *Game* yang akan dirancang terinspirasi dari *game plant vs zombie dan DotA*. terdiri dari 1 map dengan ukuran MxN, di dalamnya ada 1 unit yang dikontrol oleh player, 4 tower, 1 hero serta beberapa unit yang akan dikontrol oleh AI.

Banyak permainan yang telah dibuat dengan metode FSM(*Finite State Machine*), salah satunya adalah Pacman. *Game* yang sudah melegenda itu menerapkan metode FSM pada 4 hantunya yang dikenal dengan nama Pinky, Clyde, Blinky, dan Inky. Hantu-hantu itu tahu kapan akan mengejar pacman dan kapan harus menghindari pacman. FSM juga diterapkan dalam *game* sepakbola untuk menentukan *state* dari tiap-tiap pesepakbola dalam permainan seperti menendang bola, tackle, heading, dan lain-lain.

Permainan yang akan dibuat merupakan *game* berjenis *Role Playing Game*(RPG) berbasis Tower Defence dimana rancangan permainannya terinspirasi dari *game* Dota buatan Valve dan Plants VS Zombies buatan PopCap. *Game* ini merupakan *player* melawan *computer* di mana masing-masing menggunakan 1 hero dan 3 prajurit. Terdiri dari beberapa tower yang nanti nya

harus dihancurkan oleh *player* atau *computer* untuk mencapai markas musuh. *Finite State Machine* (FSM) digunakan untuk merancang perilaku dan keputusan dari NPC (*Non-Player Character*) pada *game* ini. *Player* hanya bisa mengendalikan *heronya*, sedangkan 3 prajuritnya akan digerakkan oleh AI. Begitu juga dengan *hero* dan prajurit musuh semua akan digerakkan oleh AI dengan pendekatan metode FSM.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Apakah metode *finite state machine* dapat diterapkan untuk merancang AI pada *game strategy* berbasis *tower defence*?
- b. Bagaimanakah *in-game experience* pemain ketika memainkan permainan ini?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan masih terbuka luas dan dapat melebar, maka untuk menjaga fokus analisis metode, ada beberapa batasan masalah yang digunakan, yaitu:

- a. *Gameplay* terinspirasi dari *plants vs zombies* dan *DotA*.
- b. Metode yang akan dipakai adalah *Finite State Machine*
- c. *Gameplay* melibatkan 1 *computer* dan 1 *player*.
- d. Jumlah prajurit tiap-tiap pemain adalah sama yaitu dengan 1 *hero* dan 3 prajurit.
- e. *Player* hanya bisa mengendalikan 1 *hero*.
- f. Karena penelitian ini lebih cenderung kearah rancangan AI dan permainan, maka sisi efek permainan tidak terlalu ditonjolkan.

1.4. Tujuan Penelitian

Melalui penelitian ini, maka tujuan yang ingin dicapai oleh penulis adalah :

- a. Menerapkan metode *finite state machine* dalam pembuatan *game strategy* berbasis *tower defence*.
- b. Mengetahui *in-game experice* pemain dalam permainan dengan menggunakan *Game Experience Questionairre*.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori melalui buku, artikel, jurnal dan bahan lain yang berkaitan dengan perancangan *Artificial Intelligence* menggunakan metode *Finite State Machine*

- b. Pembuatan Desain *Game* dan Sistem

Tahap ini berisi perancangan *core mechanic* yang menjadi elemen penyusun utama dlaam desain *game* serta merancang sistem agen cerdas.

- c. Implementasi dan Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan agen cerdas menggunakan FSM serta dilakukan *playtesting* dan *game experience questionnaire* terhadap 30 responden .

- d. Analisis Hasil Percobaan dan Evaluasi

Setelah dilakukan implementasi, tahap selanjutnya adalah menganalisis kemampuan dari agen cerdas.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dikelompokkan menjadi 5 bab, yaitu :

Bab I, Pendahuluan. Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan yang mencakup antara lain latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

Bab II, Landasan teori. Bab ini berisi mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori yang didapat dari berbagai sumber terkait dengan penelitian ini.

Bab III, Perancangan Sistem. Bab ini berisi mengenai rancangan sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini. Rancangan sistem yang akan dibuat berupa spesifikasi dari sistem, rancangan diagram sistem, rancangan antar muka sistem berupa input dan output.

Bab IV, Implementasi Sistem. Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang telah dirancang sebagaimana sudah dirancang pada bab III.

Bab V, Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang mungkin dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Metode *finite state machine* dapat digunakan dalam perancangan agen cerdas dalam game *strategy* yang berbasis *tower defence*.
- b) Hasil *in-game* experience dari 30 responden menghasilkan angka *competence* sebesar 1.96, *Sensory&Imaginative Immersion* 2.13, *flow* 1.13, *tension* 0.61, *challenge* 1.4, *positive affect* 2.25, *negative affect* 0.98. Permainan yang dihasilkan memiliki dampak positif yang cukup bagi pemain dan dampak negatif yang relatif kecil, pemain tidak terlalu ahli dalam memainkan permainan ini dan *game* ini tidak bisa benar-benar membawa pemain masuk kedalam permainan itu sendiri, pemain tidak merasakan tantangan dan tekanan yang berarti ketika bermain, tetapi dengan alur permainan dan hasil permainan yang cukup baik.

3.2. Saran

Saran yang diberikan penulis untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Metode *finite state machine* dapat diimplementasikan untuk desain game yang lebih kompleks karena penerapan metode yang sederhana namun butuh rancangan kondisi yang sangat *solid*.
- b. Penelitian ini tidak menguji efisiensi dari metode *finite state machine*, perlu diadakan penelitian yang lebih mendetail mengenai hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, E., & Andrew, R. (2007). *Foundamental of game desing*. New Jersey: Person Education, Inc.
- Arif, Y. M., Hariadi, M., & S.N, S. M. (2010). Integrasi Hierarchy Finite State Machine dan Logika Fuzzy Untuk Desain Startegi NPC Game. *Jurnal Jurusan Pasca Sarjana Teknik Electro ITS* , 100-109.
- Buckland, M. (2005). *Programming Game AI by Example*. Plano, Texas: Wordware Publishing, Inc.
- Haryanto, H., & Hariadi, M. (2008). Sistem Reward Imersif Berbasis Finite State Machine Pada Game Pembelajaran Bahasa Inggris Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pascasarjana Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember* , 1-4.
- IJsselsteijn, W. A., de Kort, Y. A., & Poels, K. (2013). *The Game Experience Questionnaire*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Iwan Setiawan, (2006). Perancangan Software Embedded System Berbasis FSM, <http://www.elektro.undip.ac.id/iwan/Perancangan%20Software%20Embedded%20System%20Berbasis%20FSM.pdf>.
- Kehoe, D. (2009). *Intel Developer Zone*. Retrieved from intel.com: HYPERLINK "https://software.intel.com/en-us/articles/designing-artificial-intelligence-for-games-part-1" <https://software.intel.com/en-us/articles/designing-artificial-intelligence-for-games-part-1>
- Millington, I. (2009). *Artificial Intelligence for Game*. Burlington: Elsevier.
- Rachman, A., Suhartono, V., & Purwanto, Y. (2010). Agen Cerdas Animasi Wajah Untuk Game Tebak Kata. *Jurnal Teknologi Informasi Pascasarjana Teknik Informatika Universita Dian Nuswantoro* , 1-8.
- Reynolds, C. W. (1999). *Steering Behaviors For Autonomous Character*. America: Sony Computer Entertainment.
- Russel, S. J., & Norvig, P. (2003). *Artificial Inteligence : A Modern Approcach (Second Edition)*. New Jersey: Prentice Hall.