

**PENERAPAN BEHAVIOR TREE DAN GOAL ORIENTED  
ACTION PLANNING DALAM PERMAINAN ACTION  
KOOPERATIF**

Skripsi



oleh  
**RICO REVIANTO LEMBA**  
**22104977**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2014

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **PENERAPAN BEHAVIOR TREE DAN GOAL ORIENTED ACTION PLANNING DALAM PERMAINAN ACTION KOOPERATIF**

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 kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 18 Juni 2014



RICO REVIANTO LEMBA  
22104977

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN BEHAVIOR TREE DAN GOAL  
ORIENTED ACTION PLANNING DALAM  
PERMAINAN ACTION KOOPERATIF

Nama Mahasiswa : RICO REVIANTO LEMBA

N I M : 22104977

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2013/2014

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 30 Mei 2014

Dosen Pembimbing I



Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.

Dosen Pembimbing II



Nugroho Agus Haryono, M.Si

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENERAPAN BEHAVIOR TREE DAN GOAL ORIENTED ACTION PLANNING DALAM PERMAINAN ACTION KOOPERATIF

Oleh: RICO REVIANTO LEMBA / 22104977

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 Juni 2014

Yogyakarta, 19 Juni 2014  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
2. Nugroho Agus Haryono, M.Si
3. Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.
4. Antonius Rachmat C., SKom., M.Cs

Dekan

  
(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

  
(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

## 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 Behavior Tree dan Goal Oriented Action Planning dalam Permainan Action Kooperatif” merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer. Terelesaiannya skripsi ini tidka lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

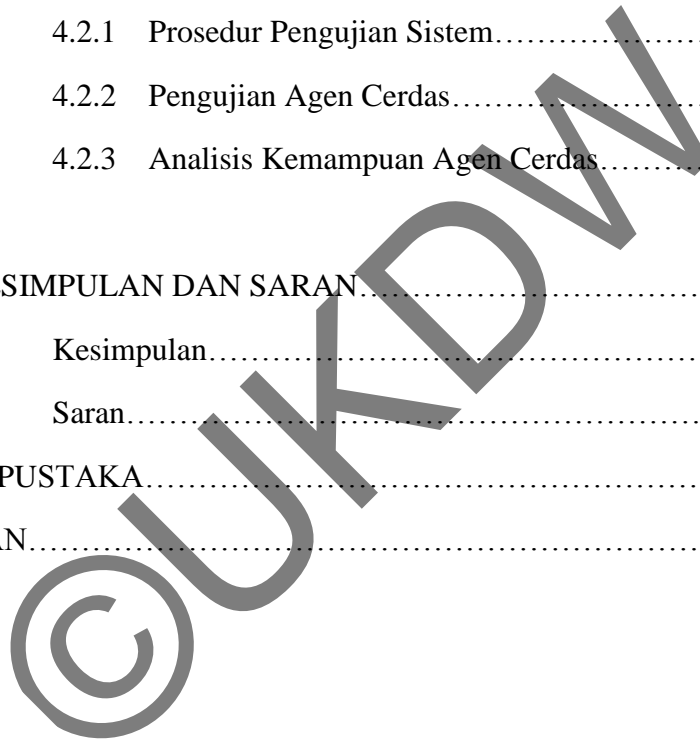
1. Bapak Nugroho Agus Haryono, M.Si dan Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si selaku dosen pembimbing yang selalu gigih dan sabar dalam memberikan arahan.
2. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknologi Informasi UKDW atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
3. Kepada seluruh anggota keluarga yang sangat saya cintai yang selalu memberikan dukungan berupa nasehat dan motivasi serta doa.
4. Seluruh anggota tim game development saya, StellarNull yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi selama saya mengerjakan skripsi ini.
5. Kepada sahabat-sahabatku di Kelas Gokil UKDW : Gusti Putu Fajar Seraya, Roby Chandra, Aan Setiawan, Stefani Dessy, Yoshua Hendra, Vinsensius Niko, Bastio, Ian Jacob, Bharep Pramono Putra, dan Auxenxius, dkk atas keceriaan, dukungan, dan kebersamaan yang telah dijalani bersama.
6. Kepada alam semesta dan segala isinya yang memberikan energi positif dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh pihak yang ikut membantu namun tidak bisa dituliskan oleh penulis. Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih banyak, semoga kebahagiaan selalu bersertamu.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PENYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Sistem.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Konsep Kecerdasan Buatan.....	6

2.2.2	Konsep Kecerdasan Buatan dalam Games.....	6
2.2.3	Kecerdasan Buatan Skala Individu.....	6
2.2.4	Kecerdasan Buatan Skala Grup.....	8
2.2.5	Pergerakan.....	9
2.2.6	Pathfinding.....	10
2.2.6.1	Algoritma A*.....	11
2.2.7	Behavior Tree.....	12
2.2.8	Planning.....	16
2.2.8.1	Goal Oriented Action Planning.....	16
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>		<b>21</b>
3.1	Spesifikasi Perangkat.....	22
3.2	Desain Game.....	22
3.2.1	Garis Besar Desain Game.....	22
3.2.2	Core Gameplay.....	22
3.2.3	Perangkap.....	23
3.2.4	Karakter.....	23
3.2.5	Map.....	24
3.3	Desain Agen Cerdas.....	27
3.3.1	Proses Perancangan Behavior Tree.....	27
3.3.2	Struktur Data Behavior Tree.....	42
3.3.2.1	Pendeklarasian Behavior Tree.....	43
3.3.3	Sistem Planning.....	44
3.3.4	Proses Perancangan Sistem Planning.....	44
3.3.5	Perancangan Input.....	48
3.3.6	Perancangan Output.....	48

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	50
4.1 Implementasi Sistem.....	50
4.1.1 Tampilan Menu Judul.....	50
4.1.2 Tampilan Menu Permainan.....	51
4.1.3 Implementasi Kontrol Game.....	52
4.2 Analisis Sistem.....	54
4.2.1 Prosedur Pengujian Sistem.....	54
4.2.2 Pengujian Agen Cerdas.....	54
4.2.3 Analisis Kemampuan Agen Cerdas.....	59
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	 62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	A-1





## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Struktur agen cerdas dalam game	7
Gambar 2.2	Diagram sistem pengambilan keputusan	8
Gambar 2.3	Simulasi algoritma pathfinding A*	12
Gambar 2.4	Selector dalam behavior tree	13
Gambar 2.5	Sequence dalam behavior tree	14
Gambar 2.6	Decorator dalam behavior tree	14
Gambar 2.7	Behavior tree salah satu unit di Starcraft	15
Gambar 2.8	Struktur GOAP	16
Gambar 2.9	Simulasi <i>planning</i> dengan GOAP	20
Gambar 3.1	Desain map	25
Gambar 3.2	Gambar map beserta objek dan fog of war	26
Gambar 3.3	Tree dari metode Goal Directed Reasoning	27
Gambar 3.4	Tree sub-goal	28
Gambar 3.5	Titik-titik peletakkan perangkap	33
Gambar 3.6	Pembagian region dalam map	34
Gambar 3.7	Tree pickTrapLocation	36
Gambar 3.8	Tree setTrap	37
Gambar 3.9	Tree findEnemy	37
Gambar 3.10	Tree Shoot	39
Gambar 3.11	Tree Chase	39
Gambar 3.12	Tree Hide	40
Gambar 3.13	Tree baitToTrap	40

Gambar 3.14	Struktur tree keseluruhan	41
Gambar 3.15	Rancangan tampilan judul	48
Gambar 3.16	Rancangan tampilan permainan	49
Gambar 4.1	Tampilan menu judul	50
Gambar 4.2	Tampilan permainan game	51
Gambar 4.3	Source code sistem input	53

©UKDW

## DAFTAR TABEL

<b>TABEL</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>HALAMAN</b>
Tabel 2.1	Daftar <i>action</i> unit.	17
Tabel 3.1	Daftar <i>action</i> agen cerdas	28
Tabel 3.2	Daftar <i>actions</i> beserta <i>conditions</i> dan <i>effects</i>	30
Tabel 3.3	Struktur class gameTask	42
Tabel 3.4	Daftar <i>goal</i> beserta kondisinya	45
Tabel 3.5	Daftar <i>conditions</i> dan <i>effects</i> tiap goal untuk GOAP	47
Tabel 4.1	Nilai <i>cost</i> tiap <i>action</i> pada kasus 1	55
Tabel 4.2	Nilai <i>cost</i> tiap <i>action</i> pada kasus 2	56
Tabel 4.3	Nilai <i>cost</i> tiap <i>action</i> pada kasus 3	58
Tabel 4.4	Hasil <i>playtesting</i>	59

## DAFTAR RUMUS

RUMUS	KETERANGAN	HALAMAN
Rumus 2.1	Rumus A*	11

©UKDW

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Lampiran source code	A-1

©UKDW

## INTISARI

### PENERAPAN *BEHAVIOR TREE* DAN *GOAL ORIENTED ACTION PLANNING* DALAM PERMAINAN *ACTION KOOPERATIF*

Seiring perkembangan industri game, tingkat kompleksitas suatu *video game* semakin meningkat, salah satunya adalah kualitas agen cerdas dari sebuah *game*. Perilaku agen cerdas yang natural dan tidak mudah ditebak dapat meningkatkan *replay value* dari *game* serta membuat *game* menjadi lebih menarik.

Dalam perancangan sistem ini, penulis akan menggunakan Behavior Tree dan Goal Oriented Action Planning untuk membuat agen cerdas dalam sebuah *game action* kooperatif. Behavior Tree akan digunakan sebagai fondasi dasar dan arsitektur dasar untuk merancang perilaku agen cerdas sedangkan *Goal Oriented Action Planning* digunakan sebagai sistem *planning*.

Sistem yang dibangun mampu menghasilkan agen cerdas yang cukup handal hanya dengan menggunakan struktur *Behavior Tree* yang sederhana, sementara itu pengimplementasian GOAP mampu menghasilkan *Behavior Tree* yang lebih sederhana.

Kata Kunci : agen cerdas, AI, Flash, AS3, Behavior Tree, GOAP.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Video game* atau permainan video adalah suatu permainan elektronik yang melibatkan interaksi manusia dengan suatu desain antarmuka yang ditampilkan dalam sebuah perangkat video. Setiap *game* menyediakan tantangan kepada *player* dengan cara yang berbeda-beda supaya *player* tidak bosan dalam memainkannya, salah satunya adalah lewat agen cerdas.

Beberapa *game* terutama *game* kooperatif, seperti Counter Strike (Valve, 1999) dan Starcraft (Blizzard, 1998) menggunakan agen cerdas sebagai lawan main dari *player*. Agen cerdas dalam *game* tersebut didesain agar bisa bermain layaknya manusia. Karena agen cerdasnya didesain berdasarkan cara berpikir manusia, setiap sesi dalam permainan tersebut selalu memberikan tantangan yang variatif dan tidak mudah diprediksi.

Sampai saat ini sudah banyak sekali metode yang digunakan untuk merancang sebuah agen cerdas dalam sebuah *game*, salah satunya adalah *Behavior Tree*. *Behavior Tree* adalah salah satu metode pemetaan perilaku agen cerdas dasar yang menggunakan *task* sebagai elemen penyusunnya. *Behavior Tree* sangat populer digunakan dalam industri *game*, beberapa *game* seperti Halo 2 dan Crysic menggunakan *Behavior Tree* dalam perancangan agen cerdasnya.

Selain sebuah metode untuk perancangan agen cerdas secara mendasar, beberapa *game* seperti F.E.A.R (Monolith Productions, 2005) menggunakan GOAP (*Goal Oriented Action Planning*), salah satu teknik *planning* sebagai

tambahan dalam perancangan agen cerdas. Teknik *planning* memungkinkan suatu agen untuk membuat suatu strategi dengan menyusun beberapa *task* yang tersedia untuk mencapai suatu *goal*.

Dalam penelitian ini akan dianalisis mengenai pembuatan agen cerdas dalam *game action* kooperatif menggunakan metode *Behavior Tree* dan *Goal Oriented Action Planning* (GOAP).

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sebuah agen cerdas dalam *game action* kooperatif.
2. Apakah *Behavior Tree* dan *Goal Oriented Action Planning* dapat dikombinasikan dalam perancangan agen cerdas di *game action* kooperatif?

## 1.3 Batasan Sistem

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

1. Penelitian ini tidak memasukkan unsur efisiensi atau performa dalam implementasi *behavior tree* dan GOAP.
2. Maksimum jumlah karakter dalam game adalah 4.



## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat agen cerdas dalam *game action* kooperatif.
2. Mengkombinasikan *Behavior Tree* dan *Goal Oriented Action Planning* dalam perancangan agen cerdas di *game action* kooperatif.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini

### a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori melalui buku, artikel, jurnal, dan bahan lain yang berkaitan dengan *Behavior Tree*, *Goal Oriented Action Planning*, dan Desain Game.

### b. Pembuatan Desain Game dan sistem

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

### c. Implementasi dan Testing

Pada tahap ini dilakukan pembuatan agen cerdas menggunakan GOAP dan *Behavior Tree* serta dilakukan testing secara berkala.

### 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, Analisis dan 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 antarmuka sistem berupa input dan output.

Bab IV, Implementasi dan Analisis Sistem. Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang telah dirancang sebagaimana sudah dirancang ada 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

#### 5.1. Kesimpulan

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

1. Kombinasi antara *Behavior Tree* dan *Goal Oriented Action Planning* dapat digunakan dalam perancangan agen cerdas dalam game action kooperatif.
2. Penggunaan *Goal Oriented Action Planning* dapat mengurangi tingkat kompleksitas *tree* karena mengeliminasi *pre-determined strategy* dalam *Behavior Tree*.

#### 5.2. Saran

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

1. Metode *Goal Oriented Action Planning* dapat diimplementasikan untuk desain game yang lebih kompleks karena dapat mengurangi usaha dalam perancangan *tree*.
2. Penelitian ini tidak menguji efisiensi dari metode *Goal Oriented Action Planning*, perlu diadakan penelitian yang lebih mendetail mengenai hal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Botea, A., & Wang, K.-H. C. (2008). Fast and Memory-Efficient Multi-Agent Pathfinding. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Botea, A., Muller, M., & Jonathan, S. (2004). Near Optimal Hierarchical Path-Finding. *In Journal of Game Development*.
- Delmer, S. (2013). *Behavior Trees for Hierarchical RTS AI*. Texas.
- Gaudl, S., Davies, S., & Bryson, J. J. (1998). *Behaviour Oriented Design for Real-Time-Strategy Games*. Bath.
- John, T. C., C.Prakash, E., & Chaudhari, N. S. (2008). Strategic Team AI Path Plans: Probabilistic Pathfinding. *International Journal of Computer Games Technology*.
- Kehoe, D. (2009). *Intel Developer Zone*. Retrieved from intel.com: <https://software.intel.com/en-us/articles/designing-artificial-intelligence-for-games-part-1>
- Kring, A., Champandard, A., & Samarin, N. (2010). DHPA\* and SHPA\*: Efficient Hierarchical Pathfinding. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Lim, C.-U. (2009). *An A.I. Player for DEFCON*. London.
- Millington, I. (2009). *Artificial Intelligence for Games*. Burlington: Elsevier.
- Orkin, J. (2005). *Agent Architecture Considerations for Real-Time Planning in Games*. San Fransisco: AIIDE .
- Rabin, A, S. (2000). A\* Aesthetic Optimizations. *Mark Deloura, Game Programming Gems*, 264-271.