

**“PENERAPAN NON-DETERMINISTIC FINITE AUTOMATA  
(NFA) DAN DECISION MAKING MENGGUNAKAN  
ALGORITMA MONTE CARLO TREE SEARCH (MCTS)  
MENENTUKAN PERILAKU NON-PLAYER CHARACTER (NPC)  
PADA GAME THE LAST HOPE”**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan pencapai gelar Sarjana Komputer

**DISUSUN OLEH:**

**REVIE DANIAL PRAMADYA**

**1911102441161**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR  
SAMARINDA**

**2023**

***“Penerapan Non-deterministic Finite Automata (NFA) dan Decision Making Menggunakan Algoritma Monte Carlo Tree Search (MCTS) Menentukan Perilaku Non-player Character (NPC) pada Game the Last Hope”***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan pencapaian gelar Sarjana Komputer

**Disusun Oleh:**

**Revie Danial Pramadya**

**1911102441161**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR  
SAMARINDA  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENERAPAN *NON-DETERMINISTIC FINITE AUTOMATA* (NFA) DAN *DECISION MAKING* MENGGUNAKAN ALGORITMA *MONTE CARLO TREE* *SEARCH* (MCTS) MENENTUKAN PERILAKU *NON-PLAYER CHARACTER* (NPC) PADA GAME THE LAST HOPE

Disusun Oleh :

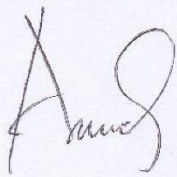
**Revie Danial Pramadya**

**1911102441161**

Telah melaksanakan ujian skripsi dinyatakan lulus,

Pada tanggal 10 Juli 2023

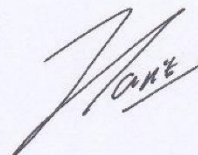
Dosen Pembimbing



Arbansyah, S.Kom., M.TI

NIDN : 1118019203

Penguji



Sayekhti Harits Suryawan, S.Kom., M.Kom

NIDN : 1119048901

Dekan



Prof. Ir. Sarjito, MT., Ph.D.

NIDN : 0610116204

Ketua Prodi Studi



Asslia Johar Latipah, M.Cs

NIDN : 1124098902

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Revie Danial Pramadya

NIM : 1911102441161

Konsentrasi : Sistem Informasi

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul berikut:

**Penerapan *Non-deterministic Finite Automata (NFA)* dan *Decision Making Menggunakan Algoritma Monte Carlo Tree Search (MCTS)* Untuk Menentukan Perilaku *Non-player Character (NPC)* pada Game *The Last Hope*.**

Dosen Pembimbing : Arbansyah, S.Kom, M.TI

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer, baik di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT).
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi Muhammadiyah.

Samarinda, 10 Juli 2023  
Yang Menyatakan,



Revie Danial Pramadya,  
1911102441161

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan skripsi dengan judul “ Penerapan *Non-deterministic Finite Automata* (NFA) dan *Decision Making* Menggunakan Algoritma *Monte Carlo Tree Search* (MCTS) Untuk Menentukan Perilaku *Non-player Character* (NPC) pada Game *The Last Hope* “ dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan akademik untuk menyelesaikan Pendidikan pada program studi Teknik Informatika fakultas Sains dan Teknologi.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, serta diberikan kemudahan dari berbagai pihak sehingga proposal ini dapat diselesaikan. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Arbansyah, S.Kom, M.TI, selaku pembimbing yang telah membimbing, menyediakan waktu, tenaga dan memberikan nasehat serta motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua beserta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, dan memberikan perhatian maupun semangat yang besar dalam mendukung penulis.
3. Kepada teman-teman penulis yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan waktu luang dan saran dalam penyusunan skripsi penulis.

Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat sekaligus menambah ilmu bagi penulis dan dapat memberikan wawasan bagi pembacanya. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

## ABSTRAK

Perkembangan game juga berkembang pesat di Indonesia, banyak game baru yang tersebar di industri game. Para desainer game berlomba-lomba membuat game-game terbaru karena melihat peluang yang dihadirkan oleh banyaknya pengguna ponsel yang terbiasa bermain game. Dalam pembuatan game, Non-Player Character (NPC) merupakan salah satu keseruan dalam memainkan sebuah game, oleh karena itu, pengembangan NPC yang cerdas dan memiliki perilaku yang menarik menjadi fokus utama pada pembuatan game. Berdasarkan permasalahan itu peneliti ingin menerapkan Non-deterministic Finite Automata (NFA) pada NPC untuk mengatur pergerakannya sehingga permainan akan semakin menantang dan menggunakan algoritma Monte Carlo Tree Search (MCTS) yang sering digunakan pada game turn-base sebagai inputan perilaku pada game yang real-time dengan genre roguelike.

Pembuatan ini dilakukan menggunakan software Unity 2D, menggunakan bahasa C# (C Sharp) dan berjalan di android. Penelitian berfokus pada NPC Boss yang nantinya akan menjadi musuh terakhir pada game ini sekaligus menjadi akhir pada permainan. Dalam game ini pemain akan menyelesaikan sebuah stage dimana di dalam stage terdapat beberapa musuh, Ketika selesai menyelesaikan satu stage, stage berikutnya akan muncul Kembali dengan musuh yang lebih banyak hingga stage terakhir, sebelum memasuki stage terakhir pemain akan mendapatkan buff yang dapat meningkatkan status pada pemain. Untuk menambahkan keseruan di stage terakhir terdapat Boss untuk dikalahkan.

Uji coba dilakukan memakai metode blackbox dan mendapatkan hasil bahwa penerapan algoritma Monte Carlo Tree Search berhasil dilakukan pada game "The Last Hope" dengan melihat uji coba yang dilakukan. Tindakan yang dilakukan pada NPC Boss didasarkan oleh permodelan dari NFA tersebut yang kemudian di simulasikan dan dipilih Tindakan yang mana yang terbaik untuk dilakukan.

**Kata Kunci:** *Game, Non-deterministic Finite Automata, NPC, Unity, Android*

## ABSTRACT

*Game development is also growing rapidly in Indonesia, many new games are spreading in the gaming industry. Game designers are competing to make the latest games because they see the opportunities presented by the many mobile users who are used to playing games. In making games, the Non-Player Character (NPC) is one of the excitements of playing a game, therefore, the development of NPCs that are smart and have interesting behavior is the main focus in game making. Based on these problems the researcher wants to apply Non-deterministic Finite Automata (NFA) to NPCs to regulate their movements so that the game will be more challenging and use the Monte Carlo Tree Search (MCTS) algorithm which is often used in turn-base games as input behavior in real games. time with the roguelike genre.*

*This production was carried out using Unity 2D software, using C# (C Sharp) and running on Android. The research focuses on the NPC Boss which will be the last enemy in this game as well as the end of the game. In this game the player will complete a stage where there are several enemies in the stage. When finished completing one stage, the next stage will appear. player. to add to the excitement on the last stage there is a Boss to beat.*

*The trial was carried out using the blackbox method and the result was that the application of the Monte Carlo Tree Search algorithm was successful in the game "The Last Hope" by looking at the trials carried out. The actions taken on the NPC Boss are based on the modeling of the NFA which is then simulated and the best action is selected.*

**Keywords:** *Game, Non-deterministic Finite Automata, NPC, Unity, Android*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	i
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Landasan Kepustakaan .....	4
2.2. Game .....	8
2.3. Unity .....	8
2.4. Game 2D (2 Dimensi).....	9
2.5. Kecerdasan Buatan.....	9
2.6. Pixel Studio .....	9
2.7. Shooter .....	10
2.8. Finite State Machine (FSM) .....	10
2.9. Finite State Automata (FSA) .....	11
2.10. Non-deterministic Finite Automata (NFA).....	11
2.11. Monte Carlo Tree Search .....	12
2.11.1. Selection.....	12
2.11.2. Exploration .....	12
2.11.3. Play-out .....	12
2.11.4. Backpropagation .....	13



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....	14
3.1. Tahapan Penelitian .....	14
3.2. Studi Literatur .....	14
3.3. Game Design.....	15
3.3.1. Ide Konsep.....	15
3.3.2. Penentuan Gameplay.....	15
3.3.3. Desain Level .....	15
3.3.4. Desain Audio dan Visual.....	16
3.4. Produksi Game .....	17
3.4.1. Pengembangan .....	17
3.4.2. Pengujian.....	17
3.5. Pengembangan NFA .....	17
3.5.1. Permodelan Pada NPC Boss .....	18
3.5.2. Implementasi Algoritma MCTS .....	18
3.5.3. Launch .....	18
3.6. Uji coba.....	18
3.7. Hasil dan Analisis Perilaku .....	18
3.8. Jadwal Penelitian .....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	20
4.1. Game Design.....	20
4.1.1. Ide Konsep.....	20
4.1.2. Penentuan Gameplay.....	20
4.1.3. Desain Level .....	24
4.1.4. Desain Audio dan Visual.....	24
4.2. Produksi Game .....	27
4.2.1. Pengembangan .....	28
4.2.2. Pengujian.....	33
4.3. Pengembangan NFA .....	34
4.3.1. Permodelan Pada NPC Boss .....	34
4.3.2. Implementasi Algoritma MCTS .....	38

4.4. Uji Coba .....	40
4.5. Hasil dan Analisis Perilaku .....	40
BAB V .....	43
PENUTUP .....	43
5.1. Kesimpulan .....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Landasan Kepustakaan .....	7
Tabel 4.1. State Pada NFA .....	34
Tabel 4.2. Inputan Action Pada NFA .....	34
Tabel 4.3. Perilaku NPC Boss .....	38
Tabel 4.4. Kompleksitas Algoritma MCTS .....	40
Tabel 4.5. Pengujian Fungsional.....	41
Tabel 4.6. Pengujian Black Box.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram NFA sederhana.....	11
Gambar 2.3. Persamaan UCT(Ahsani et al., 2017) .....	12
Gambar 2.2. Monte Carlo Tree Search(Firdaus et al., 2021) .....	13
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian.....	14
Gambar 4.1. Enter The Gungeon Gameplay .....	20
Gambar 4.2. Soul Knight Gameplay .....	21
Gambar 4.3. Sparklite Gameplay .....	21
Gambar 4.4. Space Robinson Gameplay .....	22
Gambar 4.6. Storyboard 2.....	22
Gambar 4.8. Desain Character Player .....	24
Gambar 4.9. Desain Health .....	25
Gambar 4.10. Desain Analog pergerakan dan menembak .....	25
Gambar 4.11. Desain button dash dan reload .....	25
Gambar 4.12. Assets lobi .....	26
Gambar 4.13. Assets Buff.....	26
Gambar 4.14. Assets Dungeon.....	27
Gambar 4.15. Assets Musik.....	27
Gambar 4.16. Tampilan Awal.....	28
Gambar 4.17. Main Menu .....	28
Gambar 4.18. Cutscene .....	29
Gambar 4.19. Tampilan Lobi .....	29
Gambar 4.20. Tampilan Kontrol Player.....	30
Gambar 4.21. Map Dungeon.....	30
Gambar 4.21. buff Menu.....	31
Gambar 4.21. map Boss .....	31
Gambar 4.22. Cutscene Map Boss .....	32
Gambar 4.23. Tampilan Game Over .....	32
Gambar 4.24. Cutscene ketika mengalahkan NPC Boss .....	33
Gambar 4.25. Tampilan Pengujian .....	33

Gambar 4.26. Non-deterministic Finite Automata .....	34
Gambar 4.27. Algoritma MCTS.....	38
Gambar 4.28. Algoritma MCTS.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Code pada permodelan .....	47
LAMPIRAN 2. Code pada Algoritma MCTS untuk memilih aksi .....	52
LAMPIRAN 3. Code pada Node Algoritma MCTS .....	55
LAMPIRAN 4. Code pada Algoritma MCTS.....	57
LAMPIRAN 5. Partisipasi Dalam Uji Coba.....	62
LAMPIRAN 6. Pengujian Fungsional.....	63
LAMPIRAN 7. Pengujian BlackBox.....	66