

**Pengambilan Keputusan NPC Pada *Game Math Attack*
Menggunakan Metode *Monte Carlo Tree Search***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Axel Barlian
NIM : 0921381924112

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

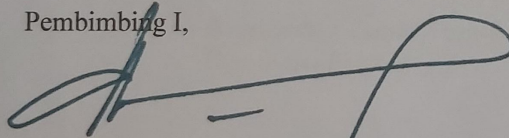
Pengambilan Keputusan NPC Pada *Game Math Attack* Menggunakan
Metode *Monte Carlo Tree Search*

Oleh :

Axel Barlian
NIM : 09021381924112

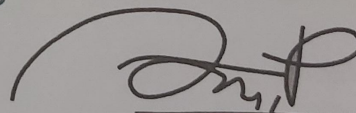
Palembang, 8 Agustus 2023

Pembimbing I,



Julian Supardi, M.T., Ph.D.
NIP. 197207102010121001

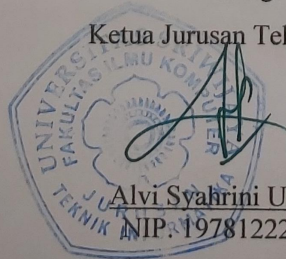
Pembimbing II,



Anggina Primanita, M.IT., Ph.D.
NIP. 198908062015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Rabu tanggal 2 Agustus 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Axel Barlian
NIM : 09021381924112
Judul : Pengambilan Keputusan NPC Pada *Game Math Attack*
Menggunakan Metode *Monte Carlo Tree Search*

dan dinyatakan **LULUS**

1. Ketua Penguji

Dr. M. Fachrurrozi, M.T.

NIP. 198005222008121002

2. Penguji I

Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.

NIP. 198410012009121005

3. Pembimbing I

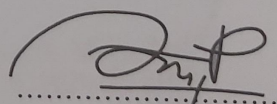
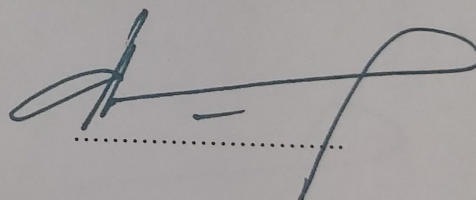
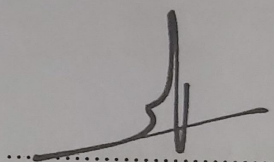
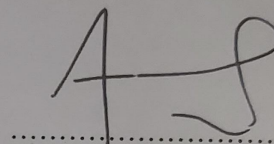
Julian Supardi, M.T., Ph.D.

NIP. 197207102010121001

4. Pembimbing II

Anggina Primanita, M.IT., Ph.D.

NIP. 198908062015042002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asel Barlian
NIM : 09021381924112
Program Studi : Teknik Informatika Bilingual
Judul : Pengambilan Keputusan NPC Pada *Game Math Attack*
Menggunakan Metode *Monte Carlo Tree Search*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/ Turnitin: 4%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 27 Juli 2023

Penulis,



Axel Barlian

NIM. 09021381924112

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“No more excuses and keep on grinding, you got this.”

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Orang Tua
3. Teman-teman
4. Keluarga Besar
5. Universitas Sriwijaya
6. Fakultas Ilmu Komputer

ABSTRACT

Turn-Based Strategy (TBS) Game is a game that is played in turns with an opponent. Non-Player Character (NPC) is an opponent that the player will face in a TBS game. NPC is a character that is controlled by the system with rules that are set by the system. This makes it easy for players to predict the NPC's actions. To overcome this problem, this research will apply the Monte Carlo Tree Search (MCTS) method to manage the NPCs decision making in a game called Math Attack. This research aims to make an NPC actions more difficult for the players to predict and to determine the effects of playout amount in decision making. The results from the test showed that NPCs using more playouts can make better decisions than NPCs using fewer playouts. NPC 1 had a 10% winrate, whilst NPC 2 dan NPC 3 get 50% winrate.

Keywords : *Game Turn-Based Strategy, Monte Carlo Tree Search, Non-Player Character, Playout*

ABSTRAK

Game Turn-Based Strategy (TBS) merupakan permainan yang dimainkan secara berganti giliran dengan lawan. *Non-Player Character* (NPC) merupakan lawan yang akan dihadapi pemain pada *game* TBS. NPC merupakan karakter yang dikontrol oleh sistem dengan aturan yang telah ditetapkan dalam sistem. Hal ini akan membuat pemain dapat memprediksi aksi NPC dengan mudah. Dalam rangka mengatasi masalah itu, penelitian ini akan menerapkan metode *Monte Carlo Tree Search* (MCTS) untuk mengatur pengambilan keputusan NPC dalam *game* yang bernama *Math Attack*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat aksi NPC lebih susah ditebak oleh pemain dan mengetahui dampak banyaknya *playout* dalam pengambilan keputusan. Hasil yang diperoleh dalam pengujian NPC yang menggunakan *playout* lebih banyak dapat mengambil keputusan lebih baik daripada NPC yang menggunakan *playout* lebih kecil. NPC 1 memperoleh 10% *winrate*, dimana NPC 2 dan NPC 3 memperoleh 50% *winrate*.

Kata Kunci : *Game Turn-Based Strategy, Monte Carlo Tree Search, Non-Player Character, Payout*

KATA PENGANTAR

Puji kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengambilan Keputusan NPC Pada *Game Math Attack* Menggunakan Metode MCTS”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi sarjana (Strata-1). Penulis menyadari bahwa hasil skripsi ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kakak-kakak saya yang selalu mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
5. Bapak Julian Supardi, M.T., Ph. D. yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta memberikan nasihat dan ajaran kepada penulis.
6. Ibu Anggina Primanita, M.IT., Ph.D. yang juga telah membimbing skripsi penulis dalam menyelesaikan skripsi dan program. Beserta memberi nasihat dan saran kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pelajaran selama penulis pada saat melaksanakan perkuliahan.
8. Staf Admin Jurusan Teknik Informatika dan Staf Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu dalam urusan administrasi sekaligus akademik penulis.
9. Bapak Alm. Jaidan Jauhari, M. T. yang dihormati penulis.
10. Teman-teman TI Bilingual B angkatan 2019.

11. Teman-teman dari server *Discord* yang selalu menyemangati penulis.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangannya, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu untuk pengembangan masa depan. Semoga skripsi yang disusun ini dapat bermanfaat untuk kita semua

Palembang, 25 Juli 2023

Axel Barlian

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah.....	I-3
1.7 Sistematika Penelitian.....	I-4
1.8 Ringkasan.....	I-5
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Landasan Teori.....	II-1
2.2.1 <i>Turn-Based Strategy</i> (TBS).....	II-1
2.2.2 <i>Non-Player Character</i> (NPC).....	II-2

2.2.3	<i>Monte Carlo Tree Search (MCTS)</i>	II-3
2.2.4	Pengujian dan Hasil Analisis.....	II-6
2.3	Penelitian Lain yan Relevan.....	II-6
2.3.1	Penerapan <i>Adaptive AI</i> pada <i>Game Turn Based RPG</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Monte Carlo Tree Search</i>	II-7
2.3.2	Pergerakan <i>Non Player Character</i> Pada Game Ucing-Ucingan Menggunakan <i>Monte Carlo Tree Search</i>	II-9
2.3.3	<i>Monte Carlo Tree Search in Kriegspie</i>	II-10
2.4	Ringkasan.....	II-11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendahuluan.....	III-1
3.2	Pengumpulan Data.....	III-1
3.2.1	Jenis Data dan Sumber Data.....	III-1
3.2.2	Metode Pengumpulan Data.....	III-1
3.3	Tahapan Penelitian.....	III-3
3.3.1	Kerangka Kerja Penelitian.....	III-4
3.3.2	Kriteria Pengujian.....	III-5
3.3.3	Format Data Pengujian.....	III-5
3.3.4	Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian.....	III-5
3.3.5	Pengujian Perangkat Lunak.....	III-6
3.3.6	Pengumpulan Hasil Data.....	III-6
3.3.7	Hasil dan Analisis.....	III-7
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-8
3.4.1	Fase <i>Inception</i>	III-8
3.4.2	Fase <i>Elaboration</i>	III-9
3.4.3	Fase <i>Construction</i>	III-9
3.4.4	Fase <i>Transition</i>	III-9
3.5	Ringkasan.....	III-10

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

4.1	Pendahuluan.....	IV-1
4.2	Fase <i>Inception</i>	IV-1
4.2.1	Keputusan Sistem Perangkat Lunak.....	IV-1
4.2.2	Analisis dan Desain.....	IV-3
4.3	Fase <i>Elaboration</i>	IV-19
4.3.1	Perancangan UI.....	IV-20
4.3.2	Diagram <i>Sequence</i>	IV-24
4.3.3	Diagram Kelas.....	IV-27
4.4	Fase <i>Construction</i>	IV-29
4.4.1	Implementasi Kelas.....	IV-29
4.4.2	Implementasi UI.....	IV-32
4.5	Fase <i>Transition</i>	IV-36
4.5.1	Rancangan Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-36
4.5.2	Implementasi Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-37
4.6	Ringkasan.....	IV-44

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1	Pendahuluan.....	V-1
5.2	Data Hasil Pengujian.....	V-1
5.2.1	Konfigurasi Pengujian.....	V-1
5.2.2	Hasil Pengujian.....	V-3
5.3	Hasil dan Analisis Pengujian.....	V-10
5.4	Ringkasan.....	V-14

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Pendahuluan.....	VI-1
6.2	Kesimpulan.....	VI-1
6.3	Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA.....	xv
---------------------	----

LAMPIRAN	
----------	--

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1 Tabulasi Efektifitas AI.....	II-7
Tabel III-1 Rancangan Tabel Pengujian NPC.....	III-7
Tabel IV-1 Kebutuhan Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-3 Definisi Aktor.....	IV-4
Tabel IV-4 Definisi <i>Use Case</i>	IV-5
Tabel IV-5 <i>Scenario Memulai Game</i>	IV-5
Tabel IV-6 <i>Scenario Pause Game</i>	IV-7
Tabel IV-7 <i>Scenario Exit Game</i>	IV-8
Tabel IV-8 <i>Scenario Memainkan Game</i>	IV-9
Tabel IV-9 <i>Scenario Memainkan Game</i>	IV-13
Tabel IV-10 Definisi Kelas.....	IV-29
Tabel IV-11 Rancangan Pengujian <i>Use Case</i>	IV-37
Tabel IV-12 Implementasi <i>Use Case</i>	IV-38
Tabel V-1 Tabel Skenario Pengujian.....	V-1
Tabel V-2 Tabel Hasil Pengujian.....	V-3

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1 <i>Gameplay Pokemon</i>	II-2
Gambar II-2 Proses <i>Monte Carlo Tree Search</i>	II-3
Gambar II-3 <i>Tictactoe board Simulation Example</i>	II-5
Gambar II-4 Grafik Efektifitas Ai.....	II-8
Gambar II-5 Grafik Hasil <i>Loop Simulation</i>	II-8
Gambar II-6 Grafik Hasil Loop MCTS.....	II-9
Gambar II-7 Node pada Area Game Ucing-ucingan.....	II-10
Gambar III-1 <i>Game Assets</i>	III-2
Gambar III-2 Tahapan Penelitian.....	III-3
Gambar III-3 <i>Flowchart</i> Kerangka Kerja Penelitian.....	III-4
Gambar IV-1 <i>Use Case Diagram</i>	IV-4
Gambar IV-2 Gambar <i>Activity Diagram</i> Memulai <i>Game</i>	IV-16
Gambar IV-3 Gambar <i>Activity Diagram</i> Pause <i>Game</i>	IV-17
Gambar IV-4 Gambar <i>Activity Diagram</i> Exit <i>Game</i>	IV-17
Gambar IV-5 Gambar <i>Activity Diagram</i> Memainkan <i>Game</i>	IV-18
Gambar IV-6 Gambar <i>Activity Diagram</i> Mengatur Suara.....	IV-19
Gambar IV-7 Gambar UI <i>Main Menu</i>	IV-20
Gambar IV-8 Gambar UI Level.....	IV-20
Gambar IV-9 Gambar Giliran Pemain.....	IV-21
Gambar IV-10 Gambar Pembuatan Soal Matematika.....	IV-21
Gambar IV-11 Gambar Karakter Player Melaksanakan Aksi.....	IV-22
Gambar IV-12 Gambar NPC Melaksanakan Aksi.....	IV-22
Gambar IV-13 Gambar NPC <i>Pause Game</i>	IV-23
Gambar IV-14 Gambar Pemain Menang.....	IV-23
Gambar IV-15 Gambar Pemain Kalah.....	IV-24
Gambar IV-16 Diagram <i>Sequence</i> Memulai <i>Game</i>	IV-24
Gambar IV-17 Diagram <i>Sequence</i> Pause <i>Game</i>	IV-25

Gambar IV-18 Diagram <i>Sequence Exit Game</i>	IV-25
Gambar IV-19 Diagram <i>Sequence Memainkan Game</i>	IV-26
Gambar IV-20 Diagram <i>Sequence Mengatur Suara</i>	IV-27
Gambar IV-21 Diagram Kelas.....	IV-28
Gambar IV-22 Implementasi UI <i>Main Menu</i>	IV-32
Gambar IV-23 Implementasi UI Level.....	IV-32
Gambar IV-24 Implementasi UI Giliran Pemain.....	IV-33
Gambar IV-25 Implementasi UI Pembuatan Soal Matematika.....	IV-33
Gambar IV-26 Implementasi UI Karakter Player Melaksanakan Aksi.....	IV-34
Gambar IV-27 Implementasi UI NPC Melaksanakan Aksi.....	IV-34
Gambar IV-28 Implementasi UI <i>Pause Game</i>	IV-35
Gambar IV-29 Implementasi UI Pemain Menang.....	IV-35
Gambar IV-30 Implementasi UI Pemain Kalah.....	IV-36
Gambar V-1 Skenario Pengujian 1.....	V-2
Gambar V-2 Skenario Pengujian 2.....	V-2
Gambar V-3 Skenario Pengujian 3.....	V-3
Gambar V-4 Grafik <i>Battle 1</i>	V-4
Gambar V-5 Grafik <i>Battle 2</i>	V-4
Gambar V-6 Grafik <i>Battle 3</i>	V-5
Gambar V-7 Grafik <i>Battle 4</i>	V-6
Gambar V-8 Grafik <i>Battle 5</i>	V-6
Gambar V-9 Grafik <i>Battle 6</i>	V-7
Gambar V-10 Grafik <i>Battle 7</i>	V-8
Gambar V-11 Grafik <i>Battle 8</i>	V-8
Gambar V-12 Grafik <i>Battle 9</i>	V-9
Gambar V-13 Grafik <i>Battle 10</i>	V-10
Gambar V-14 Nilai HP NPC 1 Pada <i>Battle 4</i>	V-12
Gambar V-15 Komparasi Nilai HP Pemain Pada Saat Melawan NPC 2.....	V-13
Gambar V-16 Komparasi Nilai HP Pemain Pada Saat Melawan NPC 3.....	V-13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab pendahuluan ini akan memberikan penjelasan umum mengenai uraian yang melandasi perancangan skripsi. Penjelasan umum ini dimaksud antara lain latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah.

1.2 Latar Belakang Masalah

Setiap *game* biasanya memiliki masalah yang perlu diselesaikan. Masalah yang dipersembahkan akan berbasis dengan *sub-genre* game tersebut. Sebagai contoh, *sub-genre Turn-based Strategy* (TBS) memiliki masalah yang dapat diselesaikan dengan gaya main yang strategis. *Game* TBS akan mendorong pemain untuk merencanakan langkah selanjutnya dan juga memikirkan hasil akhir dan konsekuensi dari pengambilan langkah mereka (Sanjaya, et al., 2015). Setiap keputusan yang diambil pemain akan mempengaruhi kondisi menang atau kalah. Dalam hal ini, pemain akan menang jika *hit point* (HP) dari lawan habis dan sebaliknya kalah jika HP pemain habis.

Dalam *game* TBS, lawan yang biasanya dihadapi oleh pemain adalah *Non-Player Character* (NPC) yang disediakan oleh *game*. NPC merupakan karakter dalam *game* yang dikontrol oleh komputer (Warpefelt, 2016). Dalam *game* TBS, NPC akan melawan pemain dengan *set skill* mereka. Perilaku mereka akan dideterminasi oleh seperangkat aturan yang sesuai dengan *set skill* yang telah diberi oleh *game*. Hal ini akan membuat *game* kurang kompetitif

(Putra, et al., 2018). Dikarenakan pemain dapat menebak atau memprediksi perilaku dari NPC dengan mudah. Salah satu metode untuk membuat NPC tidak dapat diprediksi adalah penerapan *artificial intelligence* (AI). Dengan adanya implementasi AI, perlawanan dengan NPC akan lebih kompetitif dikarenakan perilakunya tidak dapat ditebak dan *game* akan terasa lebih variatif.

Penerapan AI dalam *game* memiliki banyak metode yang dapat digunakan. Salah satu metode yang digunakan adalah *Monte Carlo Tree Search* (MCTS). MCTS sebelumnya telah terbukti sukses pada beberapa *board game*, diantaranya catur dengan tingkat kemenangan yang besar dalam melawan program *AlphaGo* (Silver, et al., 2016). Pada dasarnya MCTS merupakan metode yang melakukan *playout* sebanyak mungkin dan akan menyimpan statistik dari menang dan kalah dari simulasi (Putra, et al., 2018). Dari statistik menang dan kalah tersebut AI akan mengambil keputusan yang terbaik pada saat itu. Semakin lama berjalannya *game* maka akan semakin banyak *playout* yang tersimulasi, dimana AI akan semakin tahu keputusan yang terbaik dikarenakan bertambahnya *playout*.

Penelitian ini akan membahas penerapan metode MCTS pada *game* TBS. Dengan mencari tahu dampak banyaknya *playout* yang dapat mempengaruhi tingkah laku AI NPC pada saat melawan pemain.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas permasalahan yang akan diangkat dalam skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan *game* TBS dengan menggunakan metode MCTS ?
2. Apakah metode MCTS dapat membuat pengambilan keputusan NPC lebih dinamis ?
3. Bagaimana pengaruh banyaknya *playout* dalam pengambilan keputusan NPC pada *game* TBS ?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. Membangun *game* TBS dengan menggunakan metode MCTS
2. Memprogram pengambilan keputusan NPC supaya lebih dinamis
3. Mengetahui pengaruh banyaknya *playout* dalam pengambilan keputusan NPC pada *game* TBS

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan untuk diterapkan pada penulisan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana metode MCTS dapat mempengaruhi pengambilan keputusan NPC pada *game* TBS.
2. Mengetahui pengaruh banyaknya *playout* metode MCTS dalam pengambilan keputusan NPC pada *game* TBS.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diterapkan pada penulisan ini sebagai berikut:

1. Penerapan MCTS akan dibatasi pada permasalahan untuk pengambilan keputusan NPC.
2. *Game* TBS yang akan dibangun akan dibatasi untuk *single player*.
3. *Game* TBS yang akan dibangun akan memiliki 3 level.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan untuk skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah/ruang lingkup, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi sistem, pengertian *game* TBS, pengertian MCTS, metode pengujian, metode perangkat lunak, penelitian lain yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan

rinci dengan mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

1.8 Ringkasan

Pada bab pendahuluan ini dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode MCTS dalam NPC pada *game* TBS. Beserta mengetahui seberapa efektif metode MCTS dalam pengambilan keputusan NPC.

DAFTAR PUSTAKA

- Sanjaya, A. L., Budhiz, G. S., & Liliana. (2015). Pembuatan *Turn Based Strategy Role Playing Game* Menggunakan *Unity Game Engine*. *Jurnal Infra*, Vol 3, No 2.
- Warpefelt, H. (2016). *The Non-Player Character – Exploring the believability of NPC presentation and behavior*. Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University.
- Putra, Y. B., Jonemaro, E. M. A., & Akbar, M. A. (2018). Penerapan *Adaptive AI* pada *Game Turn Based RPG* Dengan Menggunakan Metode *Monte Carlo Tree Search*. *J-PTIHK*, Vol 2, No 7, hlm 2644–2648.
- Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., Driessche, G. V. D., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam, V., Lanctot, M., Dieleman, S., Grewe, D., Nham, J., Kalchbrenner, N., Sutskever, I., Lillicrap, T., Leach, M., Kavukcuoglu, K., Graepel, T., & Hassabis, D. (2016). *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search*. *Nature* 529, 484–489. <https://doi.org/10.1038/nature16961>.
- Nurhadijah, S., Yuniarti, R., & Komarudin, A. (2018). Pergerakan *Non Player Character* Pada *Game Ucing-Ucingan* Menggunakan *Monte Carlo Tree Search*. *Selisik 2018*, hlm 151-156.
- Ciancarini, P., & Favini, G., P. (2010). *Monte Carlo tree search* in *Kriegspiel*. *Artificial Intelligence*, 174:670-684.
- Kruchten, P. (2003). *Rational Unified Process, The : An Introduction, 3rd Edition*. Amerika: Addison-Wesley Professional.
- Firdaus, M. R., Kusuma, P. D., & Nugraheni, R. A. (2021). Perancangan AI Pada *Game Fighting* Dengan Metode *Monte Carlo Tree Search* AI Designing in *Fighting Game With Monte Carlo Tree Search* Methode. *e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.5* Oktober 2021 | Page 6487 - 6495
- Arjoranta, J. (2014). *Game Definitions: a Wittgensteinian Approach*. *Game Studies:the international journal of computer game research*.
- Pickerling, C., Armanto, H., & Daniel. (2021). Kecerdasan Buatan Berbasis *Monte Carlo Tree Search* untuk Permainan *Shogi* pada *Android*. *JUISI*, Vol. 07, No. 01
- Świechowski, M., Godlewski, K., Sawicki, B., & Mańdziuk., J. (2022). *Monte Carlo Tree Search: A Review of Recent Modifications and Applications*. *Artificial Intelligence Review*, vol. 56, 2497-2562

- Fu, M., C. (2018). *Monte Carlo Tree Search : A Tutorial*. 2018 *Winter Simulation Conference*. 10.1109/WSC.2018.8632344
- Vodopivec, T., & Šter, B. (2014). *Enhancing Upper Confidence Bounds for Trees with Temporal Difference Values*. 2014 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games. 10.1109/CIG.2014.6932895
- Galvan-Lopez, E., Li, R., Patsakis, C., Clarke, S. & Cahill, V., 2014. *Heuristic-Based Multi-Agent Monte Carlo Tree Search*. In *Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2014, The 5th International Conference, Greece, 7 -9 July 2014* (pp. 177-182). <http://dx.doi.org/10.1109/IISA.2014.6878747>
- Santoso, E., Budhi, G., S., & Intan, R. (2017). Pembuatan *Game* dengan Menerapkan Metode *Decision Tree*: UCB1, untuk Menentukan Pemilihan *Strategy* dalam AI. *Jurnal Infra, Vol 5 No 1* (2017).
- Hermawan, L., & Ismiati, M., B. (2017). *Random Obstacle Avoidance oleh Non Player Character Menggunakan Algoritma A**. *Jurnal Transformatika, Vol. 14, no. 2*, pp. 62 - 65,2017.
- Abdi, M., Herumurti, D., & Kuswadaryan, I. (2017) Analisis Perbandingan Kecerdasan Buatan Pada *Computer Player* Dalam Mengambil Keputusan Pada *Game Battle RPG*. *JUTI, vol 15, no 2*, 226-237
- Fujiki, T., Ikeda, K., & Viennot, S. (2015). *A Platform for Turn-Based Strategy Games, with a comparison of Monte-Carlo Algorithms*. IEEE CIG 2015. 10.1109/CIG.2015.7317962
- Panumete, C., Xiong, S., & Iida, H. (2015). *An Approach to Quantifying Pokemon's Entertainment Impact with focus on Battle*. IEEE CIG 2015. 10.1109/ACIT-CSI.2015.19
- Pagalyste, E., Mancini, M., & Climent, L. (2020). *Go With The Flow: Reinforcement Learning in Turn-based Battle Video Games*. IVA '20, Article No : 44, Pages 1-8.