

**PENGEMBANGAN KECERDASAN BUATAN PADA GIM  
PERANG LUAR ANGKASA 2D DENGAN *PROXIMAL POLICY  
OPTIMIZATION* (PPO)**

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-I Pada  
Jurusan Teknik Informatika*



Oleh:

Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii  
NIM : 09021381621088

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**


**PENGEMBANGAN KECERDASAN BUATAN PADA GIM PERANG  
LUAR ANGKASA 2D DENGAN *PROXIMAL POLICY OPTIMIZATION*  
(PPO)**

Oleh:


Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii  
NIM : 09021381621088

Palembang, 28 Maret 2022

Pembimbing I



  
Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.  
NIP.198410012009121005

Pembimbing II

  
Muhammad Ali Buchari, S.Kom., M.T.  
NIP.198803302019031007

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

  
  
Alvi Syahmi Utami, M.Kom  
NIP.19812222006042003

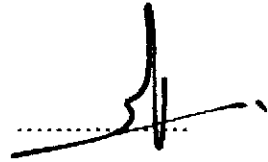
## TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Jumat tanggal 28 Juli 2021 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii  
NIM : 09021381621088  
Judul : Pengembangan Kecerdasan Buatan pada Gim Perang Luar Angkasa 2D dengan *Proximal Policy Optimization* (PPO)

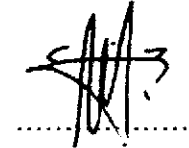
1. Pembimbing I

Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.  
NIP. 198410012009121005



2. Pembimbing II

Muhammad Ali Buchari, S.Kom., M.T  
NIK. 1671016112890005



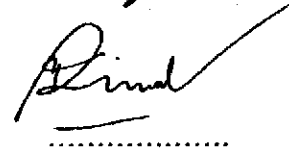
3. Penguji I

Alvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003




4. Penguji II

Mastura Diana Marieska, M.T.  
NIP. 198603212018032001



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.  
NIP. 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii  
NIM : 09021381621088  
Program Studi : Teknik Informatika Bililingual  
Judul Skripsi : Pengembangan Kecerdasan Buatan pada Gim Perang Luas  
Angkasa 2D dengan *Proximal Policy Optimization* (PPO)

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 7 %

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Palembang, 29 Maret 2022



Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii  
NIM. 09021381621088

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

*small step is better than no step*

*Kupersembahkan karya tulis ini kepada :*

- ✓ *Allah Swt.*
- ✓ *Ayah dan Ibu Tercinta*
- ✓ *Dosen pembimbing dan penguji*
- ✓ *Teman-teman*
- ✓ *Almamater*

## ABSTRACT

*Game is one of many choice of recreation. One aspect that makes a game fun is the Artificial Intelligence (AI) that acts as the player enemy. In this research, an AI agent is trained with Proximal Policy Optimization (PPO) method to control one of the game character. This agent succeed winning all match against level 1 through 3 AI, 22 out of 30 matches against level 4 AI and 16 our of 30 matches against level 5 AI. Furthermore, this PPO agent receives positive reception among player with mean score of 3.74 in a 1 to 5 scale question regarding whether the player enjoy their game against PPO agent.*

**Keyword:** *Game, Artificial Intelligence, Proximal Policy Optimization, 2D game*

## ABSTRAK

Gim adalah salah satu media rekreasi yang menjadi pilihan masyarakat. Salah satu faktor yang menentukan sebuah gim menyenangkan adalah kecerdasan buatan yang menjadi lawan bermain pemain. Pada penelitian ini, dikembangkan kecerdasan buatan dengan metode *Proximal Policy Optimization (PPO)* yang akan mengendalikan salah satu karakter gim. Agen yang dilatih dengan metode PPO ini berhasil memenangkan semua ronde melawan AI level 1 sampai 3, 22 dari 30 ronde terhadap AI level 4 dan 16 dari 30 ronde terhadap AI level 5. Selain itu, agen PPO mendapatkan resepsi positif dari pemain dengan mean 3.74 pada skala 1 sampai 5 ketika ditanya apakah pemain suka bermain melawan agen PPO.

**Kata Kunci:** Gim, Kecerdasan Buatan, *Proximal Policy Optimization*, gim 2D.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah Swt. atas berkat dan ijinnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, kerjasama, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, antara lain:

1. Kedua orang tua tercinta beserta kedua adik yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis;

2. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan Ibu Alvi Syahrini, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika;

3. Bapak Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Muhammad Ali Buchari, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dalam proses perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir;

4. Ibu Alvi Syahrini, M.Kom sekali lagi sebagai dosen penguji I dan Ibu Mastura Diana Marieska, M.T. sebagai dosen penguji II yang telah memberikan masukan.

5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama penulis menuntut ilmu;

6. Seluruh staf tat usaha yang telah membatu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan;

7. Sahabat perjuangan; Ruben Jupandi, Christofer Yeremia, Elsen Elvansen, Bayu Candra, dan Muhammad Dwiki yang telah turut memberikan ide, kerjasama, dan membantu penulis menemukan solusi terhadap masalah yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir;

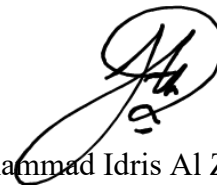
8. Sahabt dekat penulis; Muhammad Sirojuddin, Nursiti Hardiyanti, dan Siti Rahma Khairani yang telah membantu memberikan semangat kepada penulis;



9. Teman-teman kelas dan jurusan Teknik Informati yang telah berbagi keluh kesah, motivasi, semangat, dan canda tawa selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dalam tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada piha-pihak yang membutuhkan

Palembang, 28 Maret 2021

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'M' and 'I' that are intertwined. Below the initials, the name 'Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii' is written in a smaller, cursive script.

Muhammad Idris Al Zhuhri Syafii

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL .....                             | i       |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                 | ii      |
| TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR .....      | iii     |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                        | iv      |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....                     | v       |
| ABSTRACT .....                                  | vi      |
| ABSTRAK .....                                   | vii     |
| KATA PENGANTAR .....                            | viii    |
| DAFTAR ISI .....                                | x       |
| DAFTAR TABEL .....                              | xiii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | xiv     |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                           | xv      |
| BAB I PENDAHULUAN .....                         | I-1     |
| 1.1 Pendahuluan .....                           | I-1     |
| 1.2 Latar Belakang Masalah .....                | I-1     |
| 1.3 Perumusan Masalah .....                     | I-3     |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                     | I-3     |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                    | I-4     |
| 1.6 Batasan Masalah .....                       | I-4     |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                 | I-4     |
| 1.7.1 BAB I PENDAHULUAN .....                   | I-5     |
| 1.7.2 BAB II KAJIAN LITERATUR .....             | I-5     |
| 1.7.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....       | I-5     |
| 1.7.4 BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK ..... | I-5     |
| 1.7.5 BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN ..... | I-6     |
| 1.7.6 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....         | I-6     |
| 1.8 Kesimpulan .....                            | I-6     |
| BAB II KAJIAN LITERATUR .....                   | II-1    |
| 2.1 Pendahuluan .....                           | II-1    |

|   |              |
|---|--------------|
| 2.2 Landasan Teori .....  | II-1         |
| 2.2.1 <i>Artificial Intelligence</i> (AI) .....                                     | II-1         |
| 2.2.2 AI pada Gim .....   | II-1         |
| 2.2.3 <i>Reinforcement Learning</i> (RL) .....                                      | II-2         |
| 2.2.4 <i>Proximal Policy Optimization</i> (PPO) .....                               | II-4         |
| 2.2.5 <i>Rational Unified Process</i> (RUP) .....                                   | II-6         |
| 2.3 Penelitian Lain yang Relevan .....  | II-7         |
| 2.4 Kesimpulan .....  | II-9         |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>  | <b>III-1</b> |
| 3.1 Pendahuluan .....   | III-1        |
| 3.2 Pengumpulan Data .....  | III-1        |
| 3.2.1 Jenis dan Sumber Data .....   | III-1        |
| 3.2.2 Metode Pengumpulan Data .....   | III-1        |
| 3.3 Tahapan Penelitian .....  | III-1        |
| 3.3.1 Menetapkan Kerangka Kerja .....   | III-1        |
| 3.3.2 Menetapkan Kriteria Pengujian .....   | III-4        |
| 3.3.3 Menetapkan Format Data Pengujian .....  | III-5        |
| 3.3.4 Melakukan Pengujian Penelitian .....  | III-7        |
| 3.3.5 Melakukan Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan<br>Penelitian ..... | III-7        |
| 3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....                                       | III-7        |
| 3.4.1 <i>Inception</i> .....  | III-8        |
| 3.4.2 <i>Elaboration</i> .....  | III-8        |
| 3.4.3. <i>Construction</i> .....  | III-8        |
| 3.4.4 <i>Transition</i> .....   | III-8        |
| 3.5 Kesimpulan .....  | III-9        |
| <b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....</b>                                    | <b>IV-1</b>  |
| 4.1 Pendahuluan .....   | IV-1         |
| 4.2 Fase <i>Inception</i> .....   | IV-1         |
| 4.2.2 Analisis dan Perancangan .....  | IV-2         |
| 4.3 Fase <i>Elaboration</i> .....   | IV-8         |

|  |             |
|--|-------------|
| 4.3.1 <i>Use Case Diagram</i> .....              | IV-8        |
| 4.3.2 <i>Activity Diagram</i> .....              | IV-10       |
| 4.3.3 <i>Sequence Diagram</i> .....              | IV-12       |
| 4.4 Fase <i>Construction</i> .....               | IV-14       |
| 4.4.1 <i>Class Diagram</i> .....                 | IV-14       |
| 4.4.2 Desain Tampilan Perangkat Lunak .....      | IV-16       |
| 4.5 Fase <i>Transition</i> .....                 | IV-17       |
| 4.5.1 Rencana Pengujian .....                    | IV-17       |
| 4.5.2 Implementasi Pengujian .....               | IV-18       |
| 4.6 Kesimpulan .....                             | IV-20       |
| <b>BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN</b> ..... | <b>V-1</b>  |
| 5.1 Pendahuluan .....                            | V-1         |
| 5.2 Hasil Penelitian .....                       | V-1         |
| 5.2.1 Gim yang Dihasilkan .....                  | V-1         |
| 5.2.2 Pengujian PPO Melawan AI Sederhana .....   | V-3         |
| 5.2.3 Kuesioner .....                            | V-4         |
| 5.3 Analisis Hasil Penelitian .....              | V-5         |
| 5.3.1 Pengujian Agen PPO .....                   | V-5         |
| 5.3.2 Kuesioner .....                            | V-8         |
| 5.4 Kesimpulan .....                             | V-11        |
| <b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....          | <b>VI-1</b> |
| 6.1 Pendahuluan .....                            | VI-1        |
| 6.2 Kesimpulan .....                             | VI-1        |
| 6.3 Saran .....                                  | VI-1        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                      | <b>ix</b>   |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                            | <b>L-1</b>  |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel III-1. Format Tabel Data Ronde .....                     | III-5   |
| Tabel III-2. Format Tabel Data Keseluruhan .....               | III-6   |
| Tabel III-3. Format Tabel Kuesioner .....                      | III-7   |
| Tabel IV-1. Tabel Kebutuhan Fungsional Arena Latih .....       | IV-1    |
| Tabel IV-2. Tabel Kebutuhan Non-Fungsional Arena Latih .....   | IV-1    |
| Tabel IV-3. Tabel Kebutuhan Fungsional Arena Bermain .....     | IV-2    |
| Tabel IV-4. Tabel Kebutuhan Non Fungsional Arena Bermain ..... | IV-2    |
| Tabel IV-5. Tabel Aktor .....                                  | IV-10   |
| Tabel IV-6. Tabel <i>Use Case</i> .....                        | IV-10   |
| Tabel V-1. Lawan Tanding Agen PPO .....                        | V-3     |
| Tabel V-2. Data Hasil Keseluruhan .....                        | V-4     |

## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar II-1. Visualisasi Clipped <i>Surrogate Objective</i> .....              | II-5    |
| Gambar II-2. Arsitektur <i>Rational Unified Process</i> (Kruchten, 2003) ..... | II-6    |
| Gambar III-1. Kerangka Kerja Penelitian .....                                  | III-2   |
| Gambar IV-1. Use Case Diagram Arena Latih .....                                | IV-9    |
| Gambar IV-2. Use Case Diagram Arena Latih .....                                | IV-9    |
| Gambar IV-3. <i>Activity Diagram</i> Melatih Agen PPO .....                    | IV-11   |
| Gambar IV-4. <i>Activity Diagram</i> Mensimulasikan Permainan Agen PPO .....   | IV-11   |
| Gambar IV-5. <i>Activity Diagram</i> Bermain Gim .....                         | IV-12   |
| Gambar IV-6. <i>Sequence Diagram</i> Melatih Agen PPO .....                    | IV-11   |
| Gambar IV-7. <i>Sequence Diagram</i> Bermain Gim .....                         | IV-12   |
| Gambar IV-8. <i>Sequence Diagram</i> Simulasi PPO .....                        | IV-13   |
| Gambar IV-9. <i>Class Diagram</i> Arena Latih .....                            | IV-14   |
| Gambar IV-10. <i>Class Diagram</i> Arena Bermain .....                         | IV-15   |
| Gambar IV-11. Tampilan Menu Utama 1 .....                                      | IV-16   |
| Gambar IV-12. Tampilan Menu Utama 2 .....                                      | IV-16   |
| Gambar IV-13. Tampilan Arena Bermain .....                                     | IV-17   |
| Gambar V-1. Menu Utama 1 .....   | V-1     |
| Gambar V-2. Menu Utama 2 .....   | V-2     |
| Gambar V-3. Arena Bermain .....  | V-2     |
| Gambar V-4. Diagram Total Kemenangan .....                                     | V-6     |
| Gambar V-5. Diagram Rata - Rata Akurasi .....                                  | V-7     |
| Gambar V-6. Diagram Rata - Rata Waktu Tanding .....                            | V-7     |
| Gambar V-7. Diagram Rata - Rata Sisa HP .....                                  | V-8     |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel L-1. Data Hasil Pertandingan vs AI 1 ..... | L-1     |
| Tabel L-2. Data Hasil Pertandingan vs AI 2 ..... | L-3     |
| Tabel L-3. Data Hasil Pertandingan vs AI 3 ..... | L-5     |
| Tabel L-4. Data Hasil Pertandingan vs AI 4 ..... | L-7     |
| Tabel L-5. Data Hasil Pertandingan vs AI 5 ..... | L-9     |
| Tabel L-7. Data Kuesioner .....                  | L-11    |

;

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pada bab ini memberikan penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian. Antara lain membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah dalam penelitian ini.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Gim adalah salah satu bentuk software yang kini dapat dianggap penting dan berpengaruh. Baik secara bisnis maupun kultural, gim menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari (Barr, Nobble dan Biddle 2006). Menurut Rabin dkk., (2009) AI gim, yang merupakan salah satu bagian gim, merupakan salah satu aspek yang perlu mendapatkan perhatian dalam pengembangan gim karena dapat mempengaruhi pengalaman pemain. Pemain perlu mempercayai bahwa AI gim bertingkah realistis meskipun algoritma yang digunakan sederhana. Oleh karena itu, perilaku AI yang berperilaku tidak realistis dapat merusak pengalaman pemain tersebut.

Banyak AI gim didesain menggunakan algoritma sederhana karena pengembang hanya perlu memastikan bahwa AI tidak melakukan tindakan yang masuk akal. Akan tetapi, hal ini lebih susah dicapai pada gim yang lebih kompleks. Terlebih, AI gim yang terlalu sederhana akan mudah diprediksi. Untuk menghindari permasalahan tersebut, pengembang gim Half-Life, pada contohnya,



menggunakan trik untuk memberikan ilusi kerja sama agar pemain percaya bahwa AI memiliki kecerdasan padahal tidak (Bakkes, Spronck dan Herik, 2009).

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat AI gim. Metode paling sederhana adalah menggunakan beberapa kondisi yang menentukan tindakan AI. Untuk gim yang lebih kompleks, biasanya digunakan algoritma *pathfinding* seperti Dijkstra yang baik digunakan untuk penentuan rute dengan lebih dari satu tujuan (Verma dkk., 2015).

Kelemahan dari metode yang telah disebutkan di atas adalah mudahnya pemain memprediksi tindakan yang akan dilakukan. Hal ini dapat diminimalisir dengan menggunakan Machine Learning (ML) karena AI akan mempelajari setiap permainan (Sehrawat dkk., 2018).

Beberapa metode *Reinforcement Learning* (RL), cabang ilmu ML, yang sering digunakan seperti *Deep Q-Learning* (Mnih dkk., 2015), *Policy Gradient* (PG) (Mnih dkk., 2016), dan *Trust Region Policy Optimization* (TRPO) (Schulman dkk., 2015) mampu belajar dengan sendirinya. Akan tetapi metode-metode tersebut memiliki beberapa kelemahan. Performa *Deep Q-Learning* pada lingkungan uji kontinu belum menunjukkan hasil yang baik (Duan dkk., 2016). Menurut Schulman dkk., (2016) PG memiliki efisiensi data dan ketahanan noise yang kurang baik. TRPO berusaha untuk memperbaiki kekurangan tersebut namun metode ini relatif kompleks.

*Proximal Policy Optimization* (PPO) merupakan metode berdasarkan PG dan TRPO. PPO menyederhanakan metode TRPO namun dengan hasil yang sama

bahkan lebih daripada TRPO (Schulman dkk., 2017). Pada penelitian ini, akan digunakan metode PPO dalam pengembangan AI gim perang luar angkasa dua dimensi untuk mendapatkan agen yang mampu memainkan gim layaknya manusia.

### **1.3 Perumusan Masalah**

AI gim pada umumnya menggunakan algoritma sederhana. Hal ini karena pengembang biasanya tidak memerlukan AI yang kompleks untuk melawan pemain. Akan tetapi hal ini dapat membuat pemain dengan mudah menemukan pola dan mengeksploitasi pola tersebut. Selain permasalahan tersebut, algoritma yang sering digunakan terkadang dianggap kurang mampu memainkan gim oleh pemain manusia. Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimanakah performa AI dengan metode PPO melawan AI dengan algoritma sederhana.
2. Bagaimanakah pendapat pemain manusia yang melawan AI dengan metode PPO

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Membangun AI yang lebih unggul dibandingkan AI yang dibangun dengan algoritma sederhana.

2. Membangun AI yang dapat menjadi lawan yang menyenangkan bagi pemainnya.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat antara lain:

1. Dapat menjadi rujukan pengembangan agen menggunakan algoritma PPO khususnya pada bidang gim.
2. Memahami kemampuan dari Algoritma PPO apabila diimplementasi sebagai agen AI gim.
3. Menjadi dasar pengembangan AI yang lebih menantang pemain menggunakan algoritma PPO.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang ditetapkan untuk penelitian ini adalah :

1. *Game engine* yang digunakan untuk membangun gim adalah Unity.
2. Gim yang dibangun berupa gim dua dimensi dengan latar luar angkasa.
3. Kemampuan setiap pesawat yang menjadi pemain adalah pergerakan maju, mundur, berputar ke kiri, berputar ke kanan, dan menembak laser.
4. Objek pada game dibatasi hanya pemain A dan B.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini mengikuti standar penulisan tugas akhir Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, antara lain:

### **1.7.1 BAB I PENDAHULUAN**

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

### **1.7.2 BAB II KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, penelitian terkait, AI pada gim, *Reinforcement Learning* (RL), *Proximal Policy Optimizaation* (PPO), dan *Rational Unified Process* (RUP).

### **1.7.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Setiap tahapan penelitian dijelaskan serinci mungkin dengan mengacu kepada kerangka kerja. Pada bab ini pula dijabarkan perancangan manajemen proyek penelitian.

### **1.7.4 BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini dibahas mengenai pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode Rational Unified Process (RUP) yang akan digunakan sebagai alat peneltitan.

### **1.7.5 BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas mengenai hasil pengujian berdasarkan tahapan yang telah dilakukan. Analisis diberikan sebagai basis dari kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini

### **1.7.6 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil penelitian yang diharapkan dapat berguna pada penelitian selanjutnya.

## **1.8 Kesimpulan**

Penelitian ini akan membahas mengenai pengaplikasian algoritma PPO pada AI gim, performa algoritma tersebut dibandingkan AI sederhana, performa agen melawan pemain manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreanus, Jeky and Ade Kurniawan. 2017. Sejarah , Teori Dasar Dan Penerapan Reinforcement Learning : Sebuah Tinjauan Pustaka. *Jurnal Telematika*, 12(2),113–18.
- Barr, Pippin, James Noble, and Robert Biddle. 2007. Video Game Values: Human-Computer Interaction and Games. *Interacting with Computers*, 19(2),180–95.
- Berner, Christopher, Greg Brockman, Brooke Chan, Vicki Cheung, Przemysław Dębiak, Christy Dennison, David Farhi, Quirin Fischer, Shariq Hashme, Chris Hesse, Rafal Józefowicz, Scott Gray, Catherine Olsson, Jakub Pachocki, Michael Petrov, Henrique Pondé de Oliveira Pinto, Jonathan Raiman, Tim Salimans, Jeremy Schlatter, Jonas Schneider, Szymon Sidor, Ilya Sutskever, Jie Tang, Filip Wolski, and Susan Zhang. 2019. Dota 2 with Large Scale Deep Reinforcement Learning. *arXiv e-prints*.
- Chen, Gang, Yiming Peng, and Mengjie Zhang. 2018. An Adaptive Clipping Approach for Proximal Policy Optimization. *arXiv e-prints*.
- Duan, Yan, Xi Chen, Rein Houthoofd, John Schulman, and Pieter Abbeel. 2016. Benchmarking Deep Reinforcement Learning for Continuous Control. *33rd International Conference on Machine Learning*, 3, 2001-2014
- Heess, Nicolas, Dhruva TB, Srinivasan Sriram, Jay Lemmon, Josh Merel, Greg Wayne, Yuval Tassa, Tom Erez, Ziyu Wang, S. M. Ali Eslami, Martin Riedmiller, and David Silver. 2017. Emergence of Locomotion Behaviours in Rich Environments. *arXiv e-prints*.
- Mnih, Volodymyr, Koray Kavukcuoglu, David Silver, Andrei A. Rusu, Joel Veness, Marc G. Bellemare, Alex Graves, Martin Riedmiller, Andreas K.

- Fidjeland, Georg Ostrovski, Stig Petersen, Charles Beattie, Amir Sadik, Ioannis Antonoglou, Helen King, Dharshan Kumaran, Daan Wierstra, Shane Legg, and Demis Hassabis. 2015. Human-Level Control through Deep Reinforcement Learning. *Nature*, 2015, 529-533
- Mnih, Volodymyr, Mehdi Mirza, Alex Graves, Tim Harley, Timothy P. Lillicrap, and David Silver. 2016. Asynchronous Methods for Deep Reinforcement Learning. arXiv e-prints.
- Nareyek, Alexander. 2007. Game AI Is Dead Long Live Game AI!. *Intelligent System*, IEEE.
- Riedl, Mark Owen and Alexander Zook. 2013. AI for Game Production. *IEEE Conference on Computational Intelligence and Games, CIG*.
- Schulman, John, Sergey Levine, Philipp Moritz, Michael Jordan, and Pieter Abbeel. 2015. Trust Region Policy Optimization. *32nd International Conference on Machine Learning, ICML*, 2015,1889–1897.
- Schulman, John, Philipp Moritz, Sergey Levine, Michael I. Jordan, and Pieter Abbeel. 2016. High-Dimensional Continuous Control Using Generalized Advantage Estimation. *4th International Conference on Learning Representations, ICLR*, 2016, 1-14.
- Schulman, John, Filip Wolski, Prafulla Dhariwal, Alec Radford, and Oleg Klimov. 2017. Proximal Policy Optimization Algorithms. arXiv e-prints.
- Sehrawat, Aakash and Gaurav Raj. 2018. “Intelligent PC Games: Comparison of Neural Network Based AI against Pre-Scripted AI. *Proceedings on 2018 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering, ICACCE*. 2018. 378–383.

- Soni, Bhuman and Philip Hingston. 2008. “Bots Trained to Play like a Human Are More Fun.” *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks* (May), 363–69.
- Steven Rabin. 2009. *Game AI Pro: Collected Wisdom of Game AI Professionals*. A K Peters/CRC Press, Florida, USA.
- Sutton, Richard S., David McAllester, Satinder Singh, and Yishay Mansour. 1999. Policy Gradient Methods for Reinforcement Learning with Function Approximation. *NIPS'99: Proceedings of the 12th International Conference on Neural Information Processing Systems, 1999*, 1057–1063.
- Verma, Saurav, Parth Mehta, Hetasha Shah, Soumya Shukla, Assistant Professor, Mpsme Nmims, Nathan R. Sturtevant, Maxim Likhachev, Dave Ferguson, Geoff Gordon, Anthony Stentz, and Sebastian Thrun. 2015. A Review on Algorithms for Pathfinding in Computer Games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 2015, 262–71.
- Yannakakis, Geogios N. 2012. *Game AI Revisited*. *CF '12 - Proceedings of the ACM Computing Frontiers Conference, 2012*, 285–92.