

**REINFORCEMENT LEARNING PADA PENERAPAN
SPATIAL - TEMPORAL POST PROCESSING UNTUK GAME
HEROES DAY**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknologi Informasi



disusun oleh

ISYAR MARTUA SIHIOMBING

22.82.1607

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**REINFORCEMENT LEARNING PADA PENERAPAN
SPATIAL - TEMPORAL POST PROCESSING UNTUK GAME
HEROES DAY**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknologi Informasi



disusun oleh

Isyar Martua Sihombing

22.82.1607

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**REINFORCEMENT LEARNING PADA PENERAPAN SPATIAL -
TEMPORAL POST PROCESSING UNTUK GAME HEROES DAY**

yang disusun dan diajukan oleh

Isyar Martua Sihombing

22.82.1607

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 24 Februari 2026

Dosen Pembimbing,



Caraka Aji Pranata, M.Kom

NIK. 190302687

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**REINFORCEMENT LEARNING PADA PENERAPAN SPATIAL -
TEMPORAL POST PROCESSING UNTUK GAME HEROES DAY**

yang disusun dan diajukan oleh

Isyar Martua Sihombing

22.82.1607

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 24 Februari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Agus Purwanto, M.Kom
NIK. 190302229

Afifah Nur Aini, M.Kom
NIK. 190302631

Caraka Aji Pranata, M.Kom
NIK. 190302687



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 24 Februari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusrini, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Isyar Martua Sihombing
NIM : 22.82.1607

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Reinforcement Learning pada Penerapan Spatial Temporal Post Processing untuk Game Heroes Day

Dosen Pembimbing : Caraka Aji Pranata, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta 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 AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian 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.

Yogyakarta, 24 Februari 2026

Yang Menyatakan,



Isyar Martua Sihombing

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama – tama saya ucapkan terimakasih banyak kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas apa yang telah diberikan kepada saya tanpa kekurangan sedikit apapun serta diberikannya kesempatan yang sangat berharga, dan dipercayakan kepada saya. Karya ilmiah ini saya persembahkan kepada orang tua saya, yang selalu memberikan semangat, kekuatan serta pengorbanan kepada saya dari awal saya masuk kuliah, dan doa yang tiada hentinya terus mengalir untuk saya. Tidak lupa saya mengucapkan terimakasih banyak kepada :

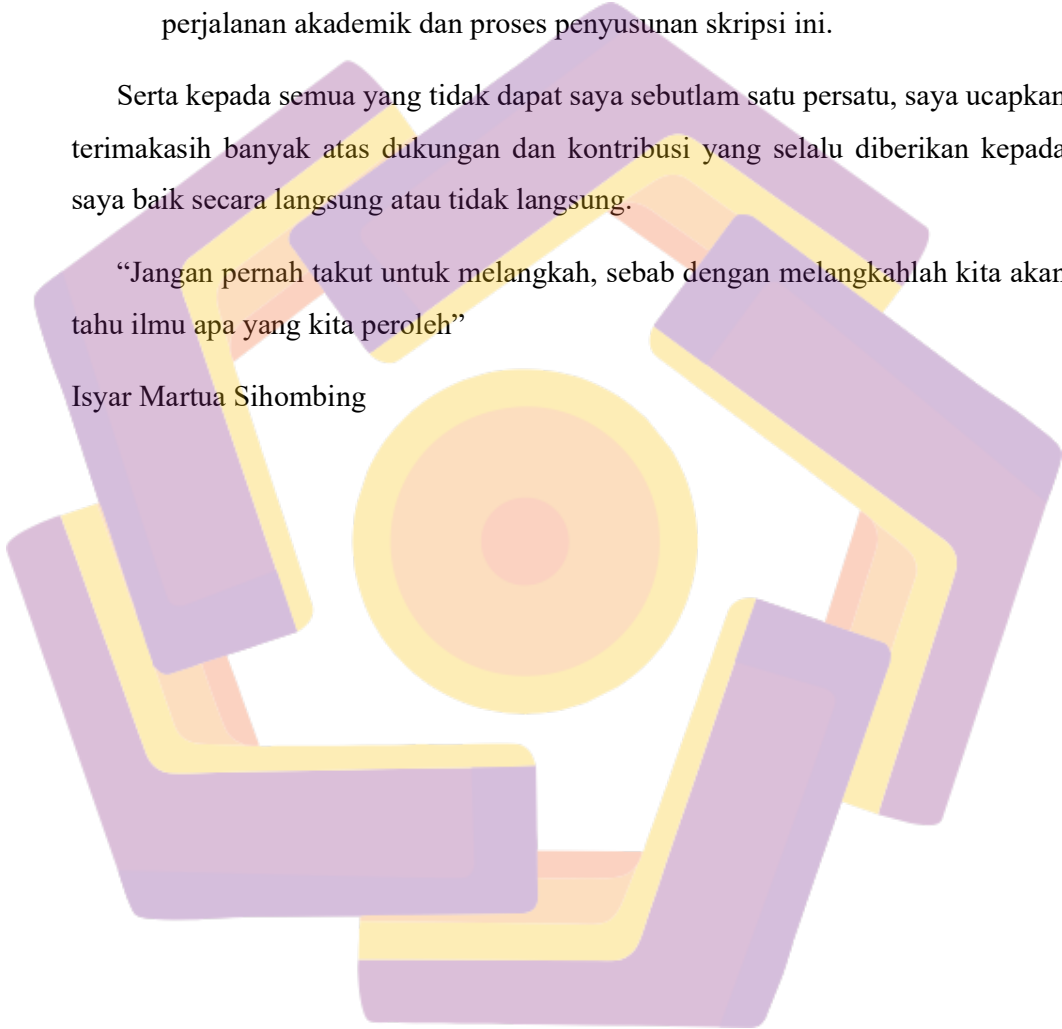
1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Kusrini, M.Kom. selaku Dekan Program Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Agus Purwanto, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Caraka Aji Pranata, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan peluang – peluang bagi saya untuk membuka potensi yang saya miliki, serta memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan terus menerus dari semester dua hingga dalam penyusunan skripsi ini. Serta menjadi orang tua di dalam perkuliahan serta menjadi kakak saat di luar perkuliahan.
5. Bapak Muhammad Fairul Filza, M.Kom, selaku Dosen Game yang memberikan ilmu saat perkuliahan berlangsung.
6. Bapak Heri Sismoro, M.Kom, selaku Dosen yang memberikan pengarahan serta dukungan terus terhadap keberlangsungan perkuliahan.
7. Bapak Robert Marco, M.T., Ph.D. selaku Dosen yang memberikan ilmu serta dorongan motivasi saat diluar jam perkuliahan,

8. Teman – teman saya tentunya (Adji Hermawan, Rio Ferdinan, Hendra Ardiansah, Ra’uf Zhafrant Pramudya, Adam Azahrul, Feri Ferdynan, Willi Prabowo Endi, Darell Lukita Adikusanto, Wildan Ashidiqqi, Mujahidin Ataraxia Dika, Ihdin Athaillah, Trimawan Damar Jati) atas kebersamaan, bantuan, dukungan moral, serta semangat yang diberikan selama perjalanan akademik dan proses penyusunan skripsi ini.

Serta kepada semua yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, saya ucapkan terimakasih banyak atas dukungan dan kontribusi yang selalu diberikan kepada saya baik secara langsung atau tidak langsung.

“Jangan pernah takut untuk melangkah, sebab dengan melangkahlah kita akan tahu ilmu apa yang kita peroleh”

Isyar Martua Sihombing



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi berjudul “Reinforcement Learning Pada Penerapan Spatial Temporal Post Processing untuk Permainan Digital” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Caraka Aji Pranata, M.Kom. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahannya, kepada Dosen Penguji atas masukan yang konstruktif, serta kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Teknologi Informasi yang telah memberikan dukungan selama masa studi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu, khususnya dalam bidang game dan machine learning.

Yogyakarta, 17 Februari 2026

Isyar Martua Sihombing

DAFTAR ISI

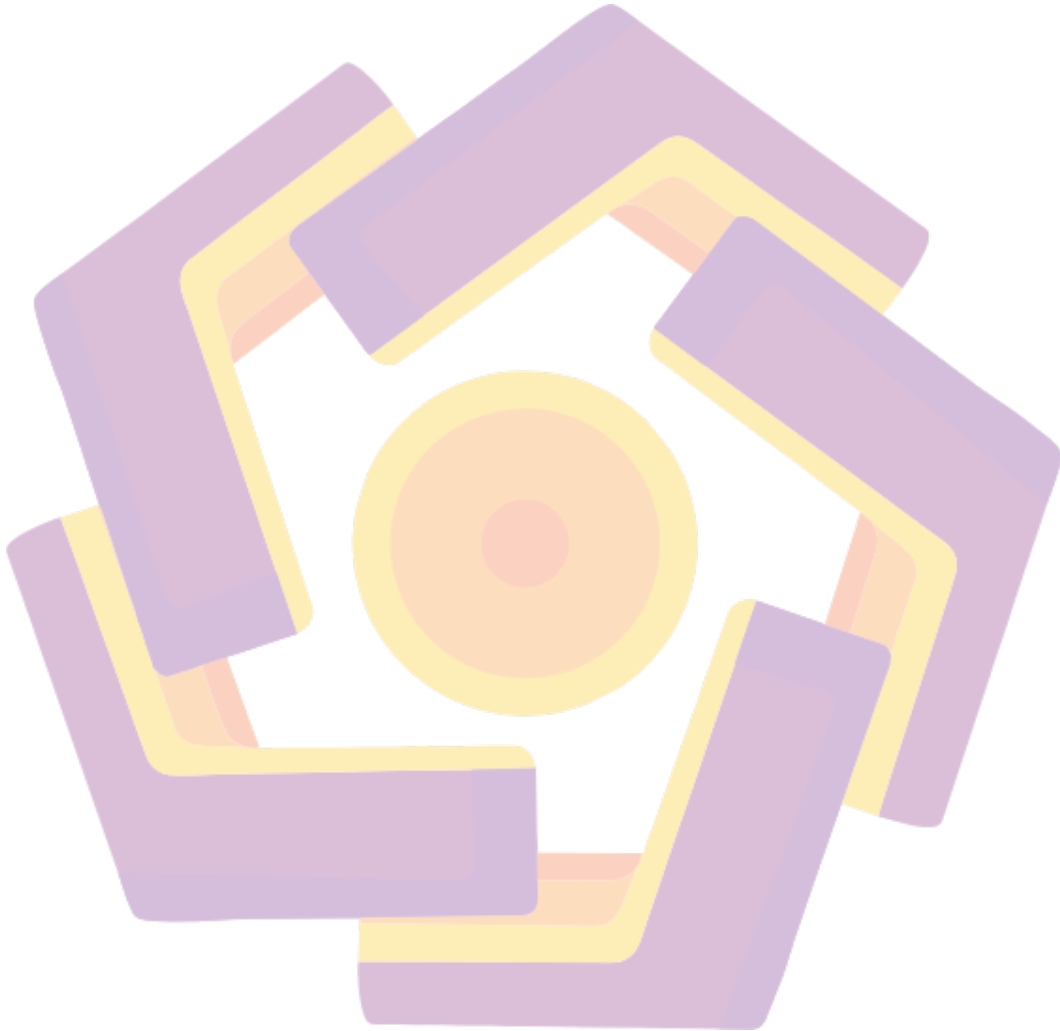
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
INTISARI	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6
2.1.1 Permainan Digital	6
2.1.2 Machine Learning	7
2.1.3 Reinforcement Learning	7
2.1.4 Spatial Temporal Post – Processing	8
2.1.5 Performa	8
2.1.6 Evaluasi Performa	8
2.1.7 Optimisasi	9
2.2 Kajian Teori	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Gambaran Umum Penelitian	16
3.1.1 Gambaran Umum Permainan Heroes Day	16
3.2 Alur Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	18
3.3.1 Collect the Data	19
3.3.2 Prepare the Data	20
3.3.3 Choose a Model	21
3.3.4 Train the Model	21
3.3.5 Parameter Tuning	22
3.3.6 Evaluation and Testing	22
3.3.7 Deployment & Forecasting	23

3.4	Analisis Kebutuhan	23
3.4.1	Kebutuhan Fungsional	24
3.4.2	Kebutuhan Non Fungsional	26
3.5	Analisis Aspek kreatif dan Aspek Teknis	26
3.6	Alat dan Bahan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Persiapan Data.....	31
4.1.1	Perancangan	31
4.2	Pengambilan Data	34
4.2.1	Instalasi Kebutuhan.....	35
4.2.2	Implementasi.....	37
4.2.3	Pengujian.....	46
4.3	Evaluasi	50
4.3.1	Evaluasi Cumulative Reward.....	50
4.3.2	Analisi Value Loss	52
4.3.3	Analisis Policy Entropy	53
4.3.4	Perbandingan Hasil	55
BAB V PENUTUP		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
REFERENSI		68
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR TABEL

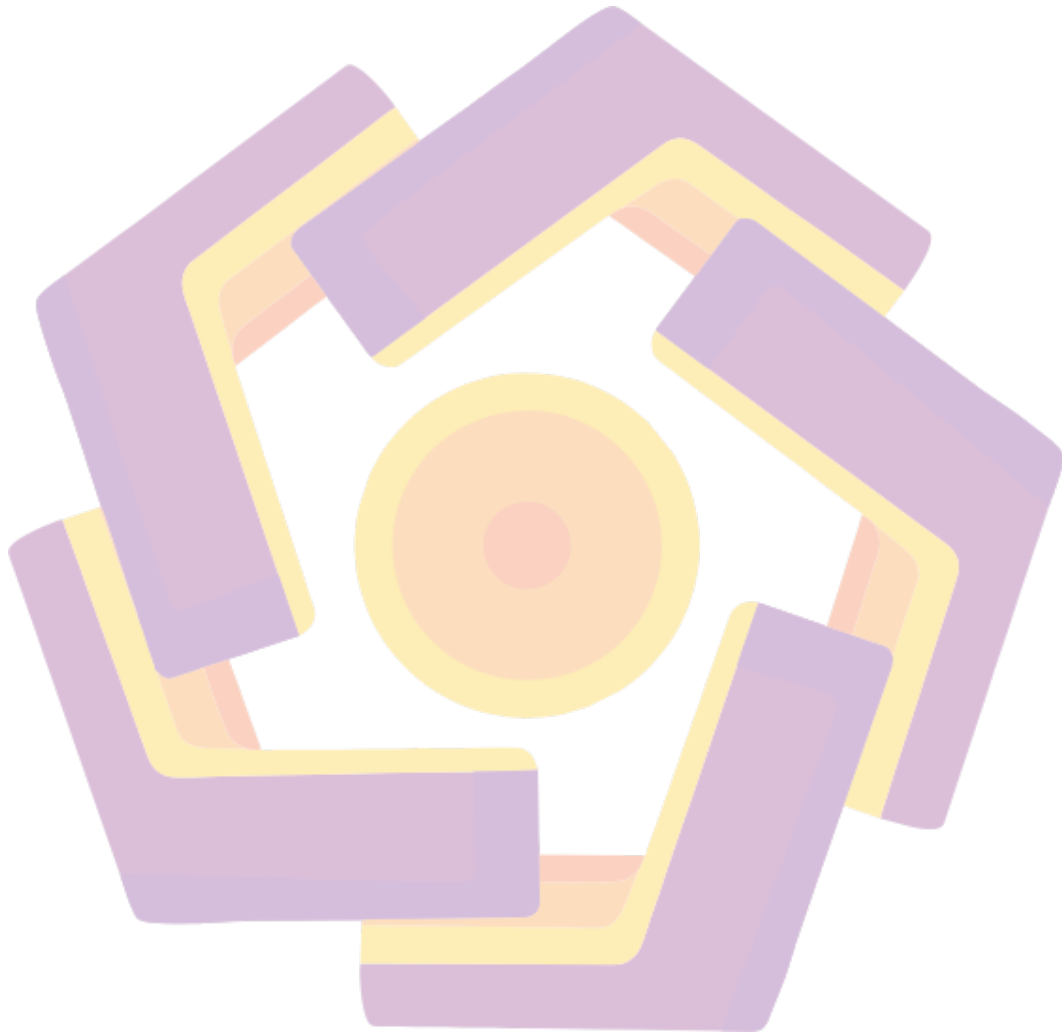
Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian	10
Tabel 3. 1 Aspek Kreatif dan Aspek Teknis	27
Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil	64



DAFTAR GAMBAR

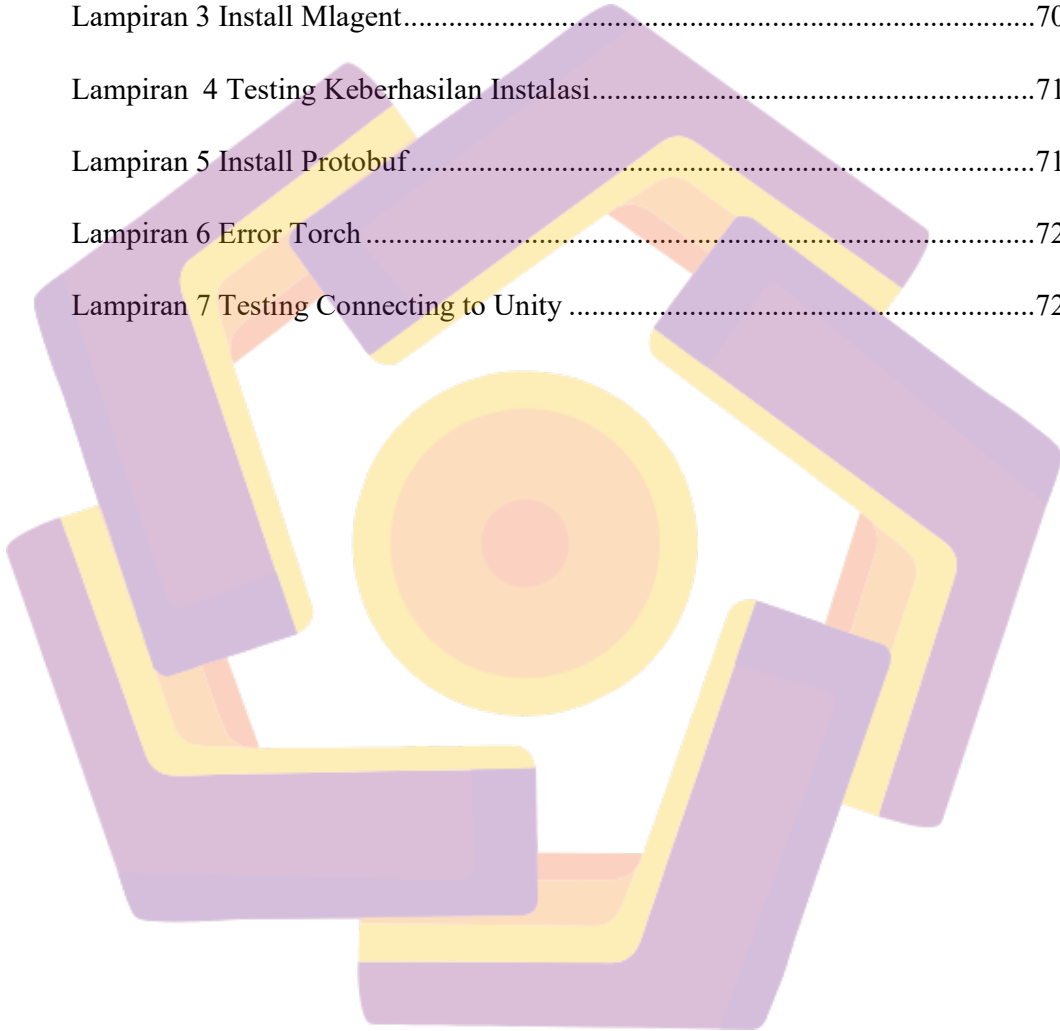
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	17
Gambar 3. 2 Metode Machine Learning Development Life Cycle.....	19
Gambar 4. 1 Resolusi Hardware	32
Gambar 4. 2 Pandangan Kamera Pada Player.....	32
Gambar 4. 3 Resolusi Dalam Game.....	33
Gambar 4. 4 Environment Set Up.....	36
Gambar 4. 5 List Instalasi	37
Gambar 4. 6 SpatialTemporalAgent.cs	40
Gambar 4. 7 Decision Requester and Camera Flick Controller.....	41
Gambar 4. 8 Spatial Temporal Processor.....	43
Gambar 4. 9 Configuration YML	45
Gambar 4. 10 Koneksi Unity dengan Python	47
Gambar 4. 11 Reward Pengujian	48
Gambar 4. 12 TensorBoard.....	50
Gambar 4. 13 Cumulative Reward.....	50
Gambar 4. 14 Value Loss.....	52
Gambar 4. 15 Policy Entropy.....	54
Gambar 4. 16 FPS Tanpa RL dan STPP	56
Gambar 4. 17 FPS dengan RL dan STPP	57
Gambar 4. 18 Grafik Non Spatial Temporal Post Processing.....	59
Gambar 4. 19 Penggunaan Level of Detail.....	61

Gambar 4. 20 Grafik Spatial Temporal Post Processing	62
--	----

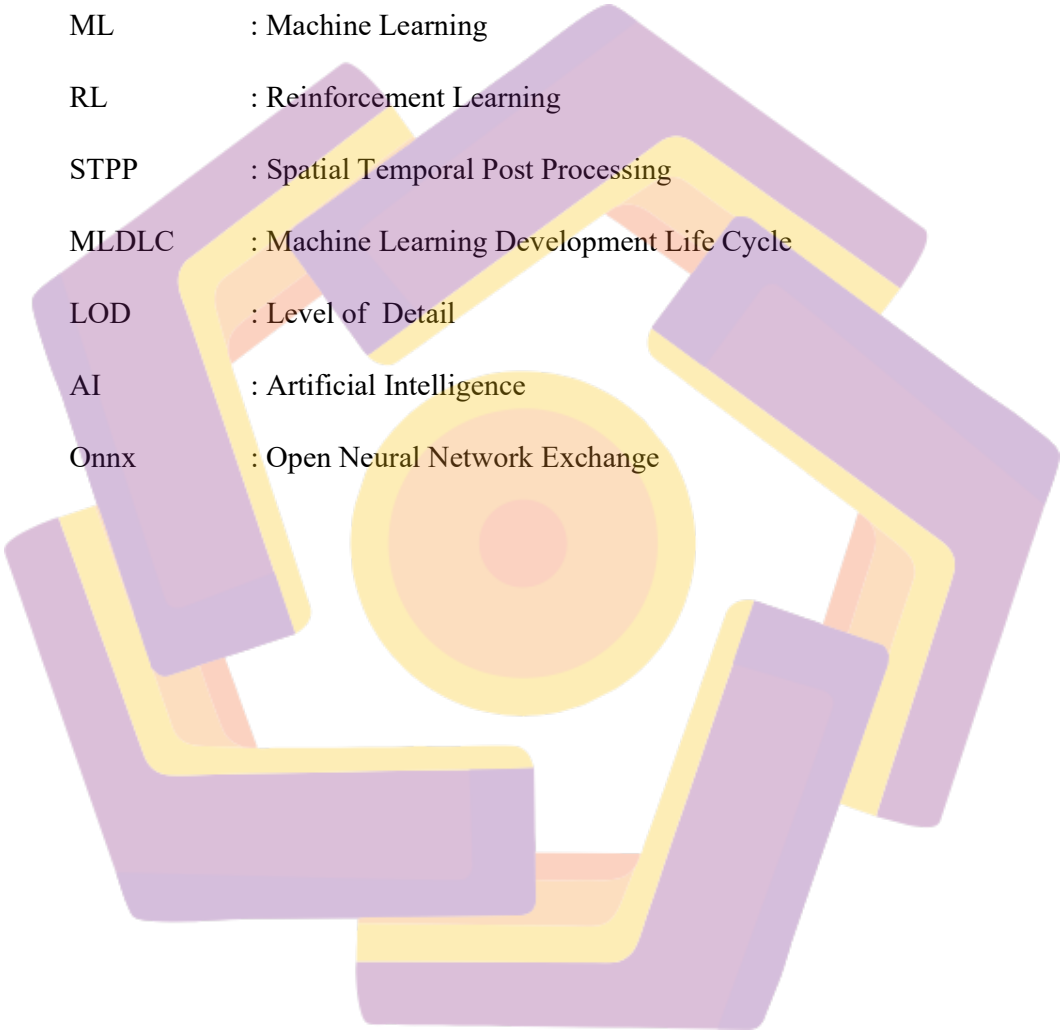


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Install python.....	70
Lampiran 2 Install Torch Torchvision	70
Lampiran 3 Install Mlagent.....	70
Lampiran 4 Testing Keberhasilan Instalasi.....	71
Lampiran 5 Install Protobuf.....	71
Lampiran 6 Error Torch	72
Lampiran 7 Testing Connecting to Unity	72



DAFTAR SINGKATAN



FPS	: Frame per Second
ML	: Machine Learning
RL	: Reinforcement Learning
STPP	: Spatial Temporal Post Processing
MLDLC	: Machine Learning Development Life Cycle
LOD	: Level of Detail
AI	: Artificial Intelligence
Onnx	: Open Neural Network Exchange

DAFTAR ISTILAH



Frame per Second	: Jumlah gambar yang ditampilkan dalam per detik
Machine Learning	: Pembelajaran Mesin percabangan dari kecerdasan buatan
Reinforcement Learning	: Pembelajaran penguatan dari percabangan machine learning
Spatial Temporal Post Processing	: Teknik optimasi rendering
Rendering	: Proses menghasilkan gambar dari scene 3D
Real Time	: Data yang dihasilkan secara langsung
Trial and Error	: Pelatihan secara berulang
Reward	: Hadiah yang didapatkan ketika berhasil
Punishment	: Hukuman yang didapatkan ketika gagal

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan performa rendering pada permainan digital berbasis lingkungan 3D dengan kompleksitas objek tinggi dan jarak pandang yang luas, yang menyebabkan penurunan *Frame per Second* (FPS), munculnya lonjakan waktu render (spike), serta ketidakstabilan performa sehingga berdampak pada kualitas visual dan kenyamanan pengguna. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan pendekatan optimasi berbasis *reinforcement learning* yang merupakan percabangan dari *machine learning* yang diintegrasikan dengan teknik Spatial Temporal Post Processing, di mana agent dilatih untuk mempelajari kebijakan optimal dalam menyesuaikan parameter rendering secara adaptif sesuai kondisi lingkungan. Proses pelatihan dilakukan melalui integrasi Unity dan Python menggunakan ML-Agents, serta pemantauan performa menggunakan TensorBoard dengan indikator cumulative reward, value loss, dan policy entropy guna memastikan proses pembelajaran berjalan stabil dan konvergen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu meningkatkan performa rendering secara signifikan, yang ditandai dengan penurunan waktu frame rata-rata, berkurangnya spike yang melebihi 33 ms, meningkatnya stabilitas FPS, serta distribusi beban rendering yang lebih seimbang. Selain itu, sistem mampu melakukan penyesuaian skala render secara adaptif tanpa mengorbankan kualitas visual, sehingga pendekatan ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan kinerja grafis pada permainan digital dengan lingkungan kompleks.

Kata kunci: Optimasi, Permainan Digital, Reinforcement Learning, Machine Learning, Spatial Temporal Post-Processing.

ABSTRACT

This research is motivated by performance issues in rendering digital games based on 3D environments with high object complexity and wide viewing distances, which cause a decrease in Frames per Second (FPS), the appearance of render spikes, and performance instability, affecting visual quality and user comfort. To address these issues, this research applies a reinforcement learning-based optimization approach, a branch of machine learning integrated with Spatial Temporal Post Processing techniques, where agents are trained to learn optimal policies in adaptively adjusting rendering parameters according to environmental conditions. The training process is carried out through the integration of Unity and Python using ML-Agents, as well as performance monitoring using TensorBoard with indicators such as cumulative reward, value loss, and policy entropy to ensure that the learning process runs stably and converges. The research results show that the proposed method is able to significantly improve rendering performance, as indicated by a decrease in average frame time, a reduction in spikes exceeding 33 ms, increased FPS stability, and a more balanced rendering load distribution. In addition, the system can adaptively adjust the render scale without sacrificing visual quality, making this approach effective in optimizing graphics performance in digital games with complex environments.

Keyword: Mechine Learning, Optimization, Digital Game, Reinforcement Learning, Spatial Temporal Post Processing