

PENERAPAN *PROCEDURAL ANIMATION* UNTUK ANIMASI DINAMIS (STUDI KASUS GAME *PUZZLE STEALTH*)

Ratih Tresnati¹, Yusuf Muharam²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung

Email : ratihtresnati1@gmail.com

ABSTRAK: Animasi berbasis *keyframe* memiliki keterbatasan dalam menghasilkan gerakan karakter yang dinamis dan adaptif yang mengharuskan penyesuaian input dari pemain, pada game *Lustful Panda* yang bergenre *puzzle stealth* terdapat interaksi antara pemain dengan lingkungan permainan yang mengharuskan adanya animasi dinamis yang mulus untuk dapat mendukung pemain dapat bermain selayaknya seekor panda. Sistem *procedural animation* dikembangkan menggunakan *Animation Rigging*, sebuah *package* resmi dari Unity Engine dengan pendekatan *Multi-Aim Constraint* yang diterapkan secara khusus pada tulang kepala karakter utama. Penerapan ini memungkinkan kepala karakter mengikuti arah pergerakan tubuh secara dinamis, dan menciptakan kesan bahwa karakter memiliki respons terhadap lingkungan sekitar, sehingga mendukung gameplay dari game *puzzle stealth*. Kebutuhan dari implementasi *procedural animation* muncul selama proses pengembangan berlangsung, setelah menerapkan animasi menggunakan metode *keyframe*, terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam proses implementasi. Hasil evaluasi dari penerapan animasi *keyframe* juga menunjukkan kebutuhan animasi yang lebih responsif dan dinamis terutama untuk karakter utama, sehingga mendukung pengalaman bermain sebagai karakter yang lincah. Keterbatasan animasi *keyframe* dalam menyesuaikan arah gerak dan interaksi dengan lingkungan, menuntut untuk mengeksplorasi solusi alternatif, sehingga diterapkanlah *procedural animation*. Melalui penerapan metode *procedural animation*, permasalahan transisi pada animasi berbasis *keyframe* dapat teratasi. Hasil pengujian menggunakan metode *black box* menunjukkan adanya peningkatan pada animasi karakter, sekaligus memungkinkan sistem animasi merespons secara adaptif terhadap input pemain. Dari hasil *playtest* terhadap 45 partisipan, hanya 44% pemain yang berhasil menyelesaikan versi beta, sementara 11% di antaranya menyadari serta mengapresiasi kualitas animasi. Penelitian ini menjadi referensi praktis bagi pengembang dalam penerapan *procedural animation* untuk menghasilkan animasi yang lebih dinamis.

Kata kunci: *Animation, Game Development, Procedural Animation*

ABSTRACT: *Keyframe animation has limitations in generating dynamic and adaptive character movements that require input adjustments from the player. In Lustful Panda, a puzzle stealth game, the interaction between the player and the game environment requires dynamic and seamless animations to enhance the experience of playing as a panda. The procedural animation system was developed using Animation Rigging, a Unity Engine package, with a Multi-Aim Constraint method specifically applied to the head bones of the main character. This approach facilitates the character's head in dynamically following the movement its body, thereby creating the impression that the character actively responds its surroundings, which is essential for the gameplay of the stealth puzzle genre. The need for implementing procedural animation emerged during the development process. Following the application of animation using the keyframe method, several challenges were identified. An evaluation of the keyframe animation implementation underscored the necessity for more responsive and dynamic animations, especially for the main character, to enhance the gameplay experience of playing as a nimble character. The inherent limitations of keyframe animation in adjusting movement direction and interacting with the environment prompted the investigation of alternative solutions, resulting in*

the implementation of procedural animation. Through the application of procedural animation method, the transition challenges in keyframe animation method can be effectively mitigated. Results from black box testing indicate notable improvements in character animation, simultaneously enabling the animation system to respond adaptively to player input. From the results of playtesting involving 45 participants revealed that only 44% successfully completed the beta version, while 11% of them acknowledged and appreciated the quality of the animation. This research serves as a practical reference for developers in implement procedural animation in order to produce more dynamic and engaging animations.

Keywords: Animation, Game Development, Procedural Animation

PENDAHULUAN

Industri *game*, yang menggabungkan seni dan teknologi, berada di garis depan inovasi (Albari et al., 2021). *Procedural animation*, yaitu pembuatan animasi yang memungkinkan pengembang mengontrol gerakan karakter secara dinamis di berbagai situasi (Jepson dan Dave, 2024).

Agate merupakan perusahaan *game developer* dan *gamified* yang berkantor pusat di Kota Bandung. Agate dalam program Kampus Merdeka menyediakan kurikulum dalam bidang pengembangan *game* (Indotelko, 2021). Dalam program Studi Independen, dibentuk sebuah tim kecil bernama *LuPa Team* yang bertanggung jawab atas proses pengembangan *game Lustful Panda*.

Lustful Panda merupakan *game puzzle stealth*. Terapat permasalahan pada keterbatasan teknis metode *keyframe* dalam menghasilkan animasi karakter yang dinamis. Permasalahan kebutuhan animasi menunjukkan perlunya pendekatan baru untuk mengatasi keterbatasan teknis.

Penelitian terdahulu tentang *procedural animation*, menunjukkan bahwa penerapan *procedural animation* dapat menghasilkan gerakan tubuh yang adaptif dan realistis di lingkungan dinamis dan dapat menciptakan animasi karakter dengan akurasi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penerapan *procedural animation* dalam mendukung animasi karakter *game*. Penelitian studi kasus terhadap penerapan animasi pada *game Lustful Panda* dengan judul

“Penerapan *Procedural Animation* untuk Animasi Dinamis (Studi Kasus *Game Puzzle Stealth*)”.

Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembang *game* dan kalangan akademisi, khususnya dalam pembuatan animasi yang dinamis.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus pada penerapan animasi karakter dalam *game Lustful Panda*.

Tahapan penelitian meliputi:

1. Analisis kebutuhan animasi berdasarkan karakteristik *gameplay*.
2. Perancangan sistem dan implementasi sistem yang mengintegrasikan gerakan kepala karakter mengikuti arah tubuh dan posisi objek di lingkungan permainan.
3. Pengujian fungsional (*black box testing*) untuk menilai kesesuaian fungsi animasi.

Data dikumpulkan melalui observasi internal dan pengujian teknis terhadap hasil dari perbandingan metode *keyframe* dan *procedural animation*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis

a. Premis *Game*

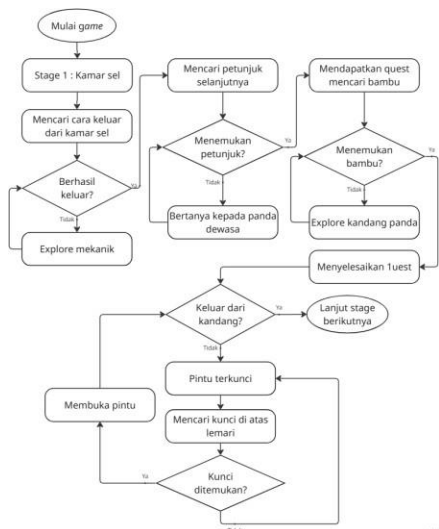
Lustful Panda merupakan *game* bergenre *puzzle stealth*. Dunia permainan dirancang dinamis sehingga memungkinkan pemain untuk memanipulasi objek, mengatasi rintangan, dan memecahkan teka-teki yang tersedia.

Perancangan *gameplay* dan pengalaman bermain pada *game Lustful Panda* mengacu pada beberapa referensi, antara lain:

1. *Untitled Goose Game*, sebagai inspirasi dalam pengalaman stealth yang lucu.
2. *Fall Guys* dan *Stumble Guys*, acuan elemen fisika serta gerakan karakter yang menggemaskan.
3. *Bunny Forest*, untuk interaksi antar hewan dalam dunia yang bersifat playful.
4. *Hello Neighbor*, untuk menghadirkan sensasi pengejaran dan ancaman dari musuh.

b. Alur Puzzle Game

Inti permainan berfokus pada aspek melarikan diri, eksploratif, dan memecahkan *puzzle*. Berikut adalah salah satu alur *puzzle* pada *game lustful panda*:



Gambar 1 Flowchart Puzzle Stage 1

c. Analisis Pengguna

Berdasarkan analisis target pemain selama proses pengembangan, *game* ini ditujukan kepada remaja berusia antara 16 tahun hingga 25 tahun yang memiliki ketertarikan terhadap *game* bertipe *puzzle stealth*.

d. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan animasi yang dinamis dan interaktif untuk mendukung pengalaman

bermain dan juga mendukung *gameplay* dari *game* itu sendiri.

Tabel 1 Daftar Animasi

No	Nama	Deskripsi	Metode
1	Idle	Karakter berdiri diam dengan sedikit gerakan tubuh	Keyframe
2	Jalan	Karakter berjalan dengan kecepatan normal	Keyframe
3	Lari	Karakter berlari dan bergerak lebih cepat	Keyframe
4	Lompat	Karakter melompat dan bergerak lebih tinggi dari posisi awal	Keyframe
5	Berguling	Karakter berguling kedepan dan berpindah posisi dari posisi awal	Keyframe
5	Tidur	Karakter tertidur dan diam di tempat dia berdiri	Keyframe
6	Duduk	Karakter terduduk dan diam di tempat dia berdiri	Keyframe
7	Mendorong Kardus	Karakter mendorong kardus dengan kepala menunduk sesuai posisi objek	Procedural Animation
8	Belok Mengikuti Arah Karakter	Kepala karakter akan berbelok mengikuti arah input lalu kembali lurus	Procedural Animation

e. Analisis Masalah

Terdapat keterbatasan pada animasi yang membutuhkan penyesuaian dinamis dari input pemain. Begitu pula proses transisi antar-animasi menjadi sulit dikendalikan dan kurang responsif terhadap kebutuhan *gameplay*.

f. Spesifikasi Sistem

1) Spesifikasi Perangkat Lunak

Tabel 2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	Windows 10
Unity	Game Engine, Version 2022.3.37f1
Bahasa Pemrograman	C#
Editor	Visual Studio Code
Unity Package	Unity Animation Rigging, Multi-Aim Constraint

2) Spesifikasi Perangkat Keras

Tabel 3 Spesifikasi Perangkat Keras

Processor	Intel Core i7-8565U
RAM	8 GB
SSD	512 GB
Kartu Grafis	Intel UHD Graphics 620

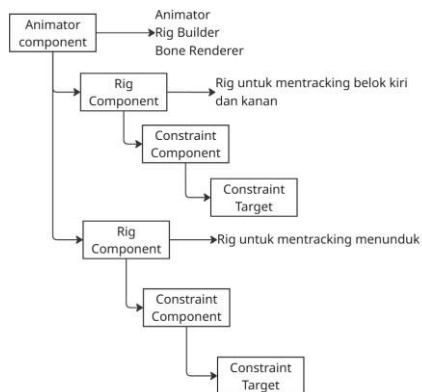
3) Spesifikasi Perangkat Keras untuk Pengguna

Tabel 4 Spesifikasi Perangkat Keras untuk Pengguna

Processor	Intel Core i5-1035G1
RAM	8 GB
Kartu Grafis	Intel Iris Xe Graphics
SSD	512 GB

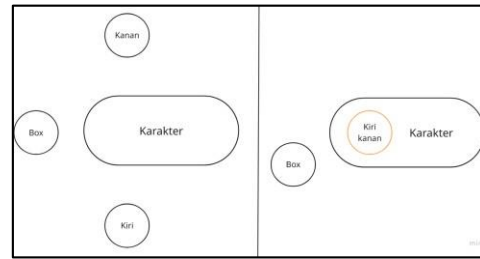
2. Rancangan

1. Perancangan Animation Rigging



Gambar 2 Struktur Rig

Struktur *Rig* ini disusun untuk memanfaatkan *Rig Builder* pada *Unity* yang menghubungkan beberapa *Rig Component* yang terdiri dari, *Rig LeftRight*, dan *Rig Box*. Berikut adalah ilustrasi dari *constraint target* dengan karakter:

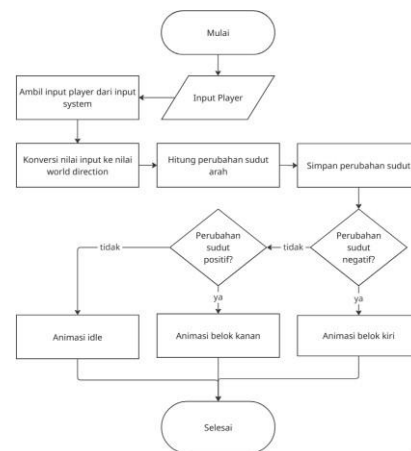


Gambar 3 Desain *Constraint Target*
Gambar tersebut merupakan gambaran posisi *constraint target*.

2. Desain Animasi Procedural

a. Gerakan Kepala saat Berbelok

Kepala karakter secara otomatis mengikuti arah gerakan tubuh. Perubahan ini dipicu oleh *input* pemain. Berikut merupakan *flowchart* dari *procedural animation* untuk gerakan kepala saat berbelok arah:



Gambar 4 Flowchart Proses Prosedural Berbelok

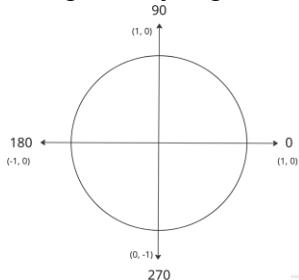
Agar pergerakan dari kepala ini mengikuti rotasi karakter dan bukan mengikuti arah dari *local input*, perlu dikonversi ke *world space* dengan menggunakan matriks 2D sebagai berikut:

$$x^1 \quad \cos(0) - \sin(0) \quad x$$

$$\begin{bmatrix} x^1 \\ y^1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin(0) & \cos(0) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Tujuannya untuk mengubah *local input* menjadi arah gerak dunia dan membuat animasi atau gerakan kepala mengikuti arah hadapnya bukan arah *input* mentah. Berikut

ilustrasi dari lingkaran yang dimaksud:



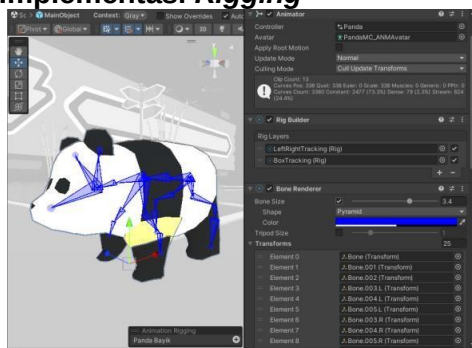
Gambar 5 Lingkaran Trigonometri

Sedangkan perubahan arah kepala dihitung menggunakan selisih antara arah sebelumnya dan arah saat ini. Berikut merupakan rumus yang dimaksud:

$$\Delta 0 = \text{SignedAngle}(V_{\text{prev}}, V_{\text{now}})$$

3. Implementasi

a. Implementasi Rigging

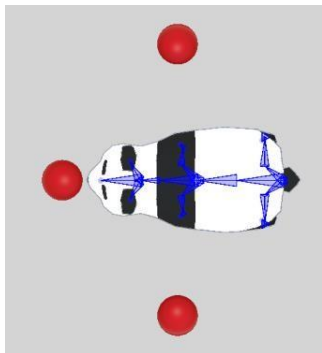


Gambar 6 Tampilan Rigging Karakter

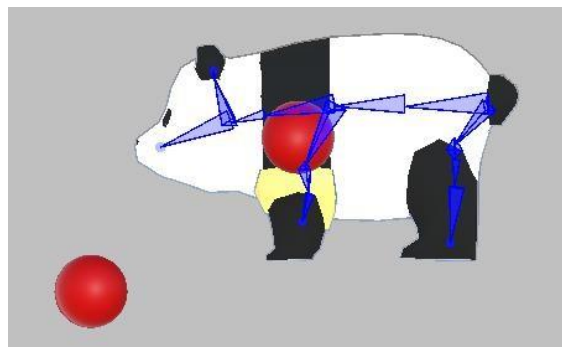
Gambar tersebut menunjukkan hasil implementasi *Animation Rigging* pada karakter panda di Unity.

b. Constraint Target

Berikut ini adalah tampilan dari *constraint target* dalam mengimplementasikan animasi *procedural*, yang berdampingan langsung dengan karakter utama:



Gambar 7 Karakter & Constraint Target dari Atas



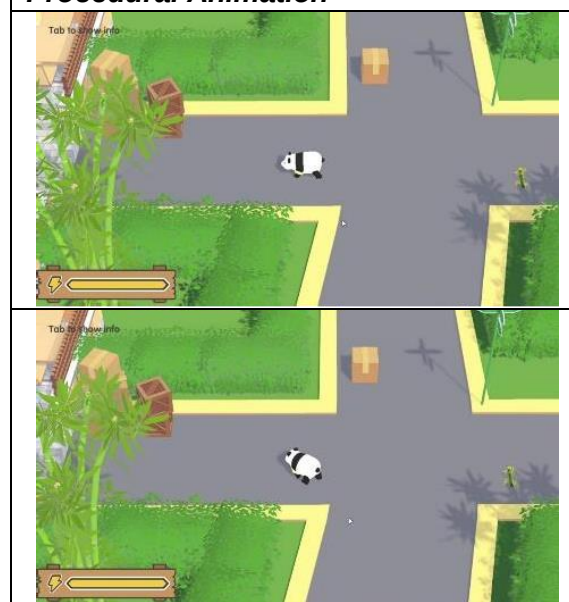
Gambar 8 Karakter & Constraint Target dari Samping

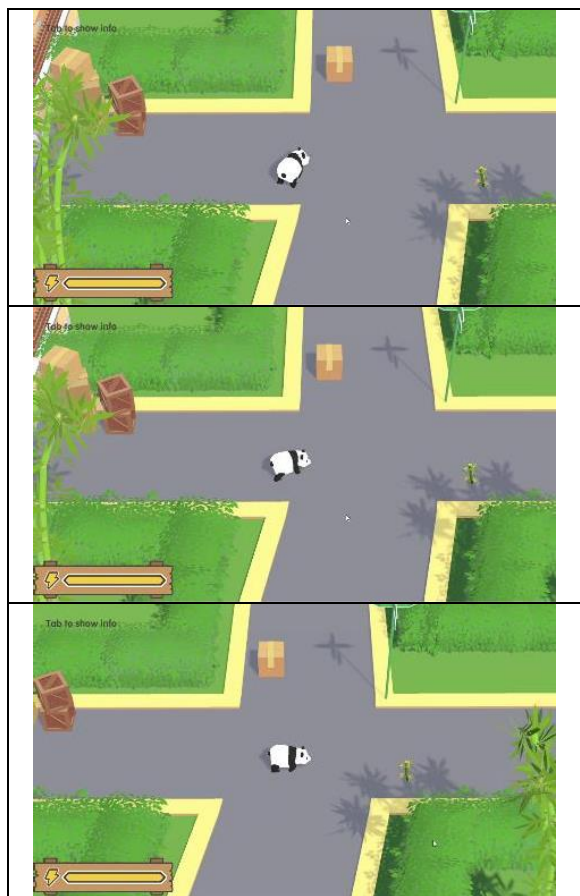
c. Implementasi Gerakan Karakter

Berikut adalah hasil penerapan *procedural animation*:

Tabel 5 Animasi Prosedural Saat Karakter Berbelok

Procedural Animation





4. Pengujian

a. Analisis Hasil Pengujian

Kendala 1: Belok arah dengan sudut 90 derajat

Saat karakter berbelok dengan sudut 90 derajat dari kondisi diam, animasi kepala karakter bergerak mengikuti arah dengan cukup baik. Namun, permasalahan muncul ketika karakter berbelok saat sedang berjalan. Meskipun *input* arah telah berubah, gerakan animasi kepala menjadi kurang terlihat atau bahkan nyaris tidak tampak. Kendala 2: Perputaran penuh satu arah dan perpindahan putaran dengan cepat

Dalam kondisi perputaran karakter secara penuh ke satu arah, animasi berjalan dengan baik. Namun, dalam beberapa kasus, saat pemain melakukan perubahan arah dengan sangat cepat, pergantian animasi terlihat terlalu cepat dan terkesan patah.

Sebagai gambaran apa yang terjadi bisa dilihat pada tabel ini:

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:
- Implementasi *procedural animation* dalam pergerakan karakter berhasil diterapkan pada *game Lustful Panda*, khususnya untuk pergerakan kepala saat karakter berbelok arah dan berinteraksi dengan objek di lingkungan *game*. Dengan memanfaatkan prinsip *inverse kinematics* pada pergerakan dan menggunakan komponen *Multi-Aim Constraint*, karakter dapat beradaptasi secara dinamis terhadap lingkungan tanpa bergantung pada animasi berbasis *keyframe*.
- Hasil pengujian *procedural animation* melalui metode *black box* menunjukkan bahwa fitur ini dapat animasi berjalan sesuai harapan, menghasilkan gerakan karakter yang responsif. Pengujian juga menunjukkan animasi dapat menyesuaikan rotasi tubuh dengan arah pandang kepala karakter. Dibandingkan dengan animasi manual, *procedural animation* terbukti lebih fleksibel dan mampu menyelesaikan kendala teknis yang sulit diatasi. Sehingga hasil ini memperkuat efektivitas penggunaan *procedural animation* dalam mendukung pengalaman bermain yang lebih realistis.
- Berdasarkan hasil dari *playtest*, 11% responden menyampaikan apresiasi terhadap kualitas animasi. Menunjukkan bahwa *procedural animation* memberikan dampak nyata terhadap kenyamanan visual meskipun animasi bukanlah topik dari *playtest* itu sendiri. Meskipun, beberapa responden juga menyoroti bahwa animasi masih kurang dinamis, sehingga dibutuhkan pengembangan lanjutan.

- e. Dalam hal menyelesaikan *game*, hasil dari *playtest* hanya 44% pemain yang berhasil menyelesaikan level uji coba, sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kesulitan permainan masih perlu disesuaikan agar lebih seimbang dan mampu meningkatkan kenyamanan serta pengalaman bermain.
- f. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi pengembang *game* lainnya terutama untuk mencari solusi teknis pada animasi seperti *procedural animation*, khususnya dalam konteks produksi *game* dengan menuntut kualitas interaktif yang tinggi.

2. Saran

- a. Aplikasi *game* yang telah dikembangkan masih memiliki kekurangan yang dapat diperbaiki dan ditingkatkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi. Penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut, yaitu:
- b. Implementasi *procedural animation* sebaiknya dikembangkan lebih lanjut, tidak hanya terbatas pada karakter utama, tetapi juga diterapkan pada objek-objek lingkungan sekitar. Pengekatan ini dapat menciptakan suasana permainan yang lebih realistis. *Procedural animation* tidak hanya menghasilkan animasi dinamis, tetapi juga meningkatkan pengalaman bermain. Oleh karena itu, implementasi ini dapat terus digunakan dalam pengembangan *game* dan penerapan animasi.
- c. *Procedural animation* yang sudah terimplementasi masih terdapat beberapa kendala, terutama terkait perubahan *input* untuk beberapa kondisi. Oleh karna itu, pengembangan selanjutnya perlu fokus pada penguatan logika kontrol agar perubahan *input* pemain dapat responsif terhadap berbagai kondisi permainan.
- d. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian *procedural animation* melalui melalui sesi *playtest*

yang secara khusus berfokus pada menilai kenyamanan visual dan persepsi pemain terhadap naturalitas gerakan. Dengan demikian, hasil implementasi *procedural animation* tidak hanya terbukti secara teknis, tetapi juga divalidasi dari sisi pengalaman pemain.

- e. Penggunaan *Animation Rigging* dapat diarahkan lebih spesifik untuk kebutuhan interaksi lanjutan. Saat ini *Multi-Aim Constraint* hanya terbatas pada tulang kepala karakter utama, maka untuk pengembangan selanjutnya disarankan untuk menerapkannya pada karakter musuh. Misalnya, animasi langkah musuh atau interaksi saat musuh menangkap karakter utama dengan menggunakan jenis *Animation Rigging* yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agate. 2025. Agate facilitates more than 800 aspiring *game* developers in indonesia to participate in global *game* jam 2025. Agate. Diakses dari: <https://agate.id/news/agate-facilitates-more-than-800-aspiring-game-developers-in-indonesia-to-participate-in-global-game-jam-2025/>, pada 15 May 2025.
- Albari, F.B., Abulkhoir, M.A., Augustianingrum, N.K., dan Ananda, R. 2021. Potensi kompetensi keahlian baru di bidang *game* pada tingkat smk. Jurnal pendidikan teknologi kejuruan, 4, 90–94.
- Jepson, P., dan Dave, H. 2024. The definitive guide to animation in unity. Unity Technologies.