

Implementation of the A* (A Star) Algorithm in the Minahasa Culture 3D Game

Implementasi Algoritma A* (A Star) Pada Game 3D Kebudayaan Suku Minahasa

Kesia Cerent Lamia, Arie S. M. Lumenta, Brave A. Sugiarto

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

E-mail : 18021106108@student.unsrat.ac.id, al@unsrat.ac.id, brave@unsrat.ac.id

Received: 31 May 2022 ; revised: 1 July 2022; accepted: 1 July 2022

Abstract — Indonesia has many cultures that we know around us, ranging from traditional food, traditional houses, traditional weapons, traditional dances, traditional songs, and many more. Along with the times, the culture that exists in Indonesia at this time is slowly starting to be forgotten. With the development of the era, we can create something interesting that can introduce our diverse culture, one of which is the Minahasa culture in North Sulawesi, in this case through game development. The purpose of this study is to create a Minahasa culture 3D game by implementing the A* (A Star) Algorithm which is applied to the enemy as an NPC (Non-Player Character) using the navmesh library on Unity. This game was developed using the GDLC (Game Development Life Cycle) method. This game is named Toar Adventure with an action and adventure genre. Testing the use of this game involved 14 people consisting of some students from the Informatics Engineering study program at Sam Ratulangi University and some people from the Minahasa tribal area. Data collection techniques used are literature study methods, observation, and questionnaires. The results of this study are successful in creating and producing 3D games for Minahasa culture by implementing the A* (A Star) Algorithm which is applied to the enemy as NPC (Non-Player Character). The results of the "game use" test which refer to the Likert scale is 77.69% and is included in the Good category. The test results of "A* (A Star) Algorithm implementation" in a game with 7 respondents were 83.99% included in the Very Good category. The enemy as an NPC (Non-Player Character) can pass obstacles or obstacles and pursue the target, namely the player using the shortest path.

Keywords— A Star Algorithm, Culture, Game, Minahasa Tribe

Abstrak — Indonesia memiliki banyak budaya yang kita kenal di sekitar kita, mulai dari makanan tradisional, rumah tradisional, senjata tradisional, tarian tradisional, lagu tradisional, dan masih banyak lagi. Seiring dengan perkembangan zaman, kebudayaan yang ada di Indonesia pada saat ini secara perlahan mulai terlupakan. Dengan berkembangnya zaman kita dapat membuat sesuatu yang menarik yang dapat mengenalkan budaya kita yang beragam salah satunya budaya Minahasa yang ada di Sulawesi Utara, dalam hal ini lewat pengembangan *game*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat *game* 3D kebudayaan Minahasa dengan mengimplementasikan Algoritma A* (A Star) yang diterapkan pada *enemy* sebagai NPC (Non-Player Character) dengan menggunakan *navmesh library* pada Unity. *Game* ini ditujukan untuk semua yang memiliki keinginan untuk menambah wawasannya atau mengenal kebudayaan suku Minahasa. *Game* ini dikembangkan dengan metode GDLC (Game Development

Life Cycle). *Game* ini diberi nama *Toar Adventure* dengan genre aksi dan petualangan. Pengujian penggunaan *game* ini melibatkan 14 orang yang terdiri dari sebagian mahasiswa program studi Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi dan sebagian masyarakat daerah suku Minahasa. Teknik Pengumpulan data yang dilakukan yaitu metode studi literatur, observasi, dan kuesioner. Hasil penelitian ini adalah berhasil dalam membuat dan menghasilkan *game* 3D kebudayaan Minahasa dengan mengimplementasikan Algoritma A* (A Star) yang diterapkan pada *enemy* sebagai NPC (Non-Player Character). Hasil pengujian "penggunaan *game*" yang mengacu pada skala *likert* yaitu 77,69% dan termasuk dalam kategori Baik. Hasil pengujian "implementasi Algoritma A* (A Star)" pada *game* dengan 7 orang responden adalah 83,99% termasuk dalam kategori Sangat Baik. *Enemy* sebagai NPC (Non-Player Character) dapat melewati halangan atau rintangan dan mengejar targetnya yaitu *player* menggunakan jalur terpendek.

Kata kunci — Algoritma A Star, Kebudayaan, Game, Suku Minahasa

I. PENDAHULUAN

Budaya atau kebudayaan merupakan suatu cara hidup yang dimiliki bersama oleh sebuah kelompok orang dan diwariskan dari generasi ke generasi. Indonesia memiliki banyak budaya yang kita kenal disekitar kita, mulai dari tarian tradisional, makanan tradisional, senjata tradisional, rumah tradisional, lagu tradisional, dan masih banyak lagi. Zaman semakin berkembang, namun kebudayaan yang ada di Indonesia pada saat ini secara perlahan mulai terlupakan. Hal ini terjadi karena begitu banyak kebudayaan asing yang masuk dan dengan mudah diterima oleh masyarakat. [1]

Dengan berkembangnya zaman kita dapat membuat sesuatu yang menarik yang dapat mengenalkan budaya kita yang beragam salah satunya budaya Minahasa yang ada di Sulawesi Utara. Seperti yang telah kita ketahui *game* merupakan sarana untuk bermain, apapun bentuk dari *game* itu sendiri. Saat ini, Industri *game* berkembang dengan pesat dan signifikan. *Game* tidak hanya untuk bermain atau hiburan saja tetapi sekarang *game* telah menjadi luas fungsinya, misalnya *game* sebagai lahan bisnis, *game* edukasi dijadikan untuk sarana pembelajaran, dan *game E-sport* merupakan *game* yang dipertandingkan sebagai salah satu dari cabang olahraga oleh para profesional. [2]

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan salah satu dari bagian ilmu komputer yang mempelajari

bagaimana mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan lebih baik dari pada yang dilakukan manusia. [3]

Kecerdasan buatan dalam pembuatan *game*, digunakan untuk merancang dan menghasilkan *game* yang baik serta antara *man-machine* yang cerdas. [4]

Game biasanya memiliki karakter yang dikontrol oleh *user* dan karakter lawan yang dikontrol oleh *game* itu sendiri atau *Non-Player Character* disingkat NPC. *Game* akan menjadi menarik apabila karakter lawan (NPC) bereaksi dengan baik terhadap apa yang dilakukan oleh *player*. Dalam penelitian ini, akan membangun *game* 3D kebudayaan suku Minahasa yang mengimplementasikan algoritma A* (*A Star*) sebagai sarana hiburan dan juga pengenalan budaya suku Minahasa.

A. Penelitian Terkait

Ada beberapa penelitian terkait dengan *game* 3D kebudayaan suku Minahasa. Berikut ini penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini yang dapat dilihat perbedaannya mengenai kekurangan dan kelebihan penelitian terdahulu dan penelitian ini.

Menurut Louis, dkk (2017) dengan judul Rancang Bangun Aplikasi *Game Augmented Reality* Permainan Tradisional Sulawesi Utara Dodorobe. Dalam penelitian ini disimpulkan berhasil dalam membuat *game* dengan AR (*Augmented Reality*) permainan tradisional Dodorobe yang berasal dari Sulawesi Utara berbasis android. [5]

Menurut Fernando, dkk (2018) dengan judul Rancang Bangun *Game Adventure* 2D Suku dan Kebudayaan Sulawesi Utara “Kinatoanku”. Dalam penelitian ini penulis menyimpulkan bahwa dalam penelitiannya berhasil membuat *game* 2D yang sekaligus dapat menambah pengetahuan pengguna mengenai suku dan kebudayaan di Sulawesi Utara.

Menurut Lourent, dkk (2018) dengan judul Rancang Bangun *Game Adventure of Unsrat* Menggunakan *Game Engine Unity*. Dalam penelitian ini, penulis berhasil membangun *game* interaktif yang bertujuan untuk menyampaikan informasi kegiatan dalam kampus Universitas Sam Ratulangi. [6]

Menurut Hafdi, dkk (2018) dengan judul *Game 2 Dimensi* Tentang Sam Ratulangi Sebagai Pahlawan Nasional. Dalam penelitian ini disimpulkan berhasil membuat *game* dengan sudut pandang dua dimensi yang menjadi media pengenalan terhadap tokoh pahlawan Sam Ratulangi. [7]

Menurut Candra, dkk (2019) dengan judul Pembuatan *Game* Simulasi Kewirausahaan untuk Profesi Nelayan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menambah wawasan mengenai cara berwirausaha yang baik kepada para nelayan. Dari penelitian ini berhasil membuat *game* 3D simulasi berbasis android dengan target profesi nelayan. [8]

B. Game

Dalam bahasa Indonesia *game* berarti permainan. Permainan itu sendiri adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu, memiliki tujuan yang ingin dicapai, dan pada akhirnya menghasilkan menang atau kalah. [9]

Selain itu, *game* juga dapat diartikan sebagai arena keputusan dan aksi dari pemain. Dalam sebuah *game* memiliki

suatu sistem di mana pemain terlibat dalam konflik buatan. Di sini pemain berinteraksi dengan sistem dan konflik dalam permainan merupakan rekayasa atau buatan. Dalam setiap permainan memiliki peraturan dengan tujuan untuk membatasi perilaku pemain dan menentukan permainan. Berdasarkan jenisnya, *game* dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu diantaranya:

1) *Shooting (Tembak-tembakan)*

Game jenis ini merupakan subgenre dari *game* aksi dimana karakter pada *game* ini diberikan senjata. Inti dari *game* jenis ini adalah tembak. Contoh: *GTA (Grand Theft Auto)*, dan *Crysis*.

2) *Fighting (Pertarungan)*

Game yang memerlukan refleks dan koordinasi mata dan tangan dengan cepat, tetapi inti dari *game* ini adalah penguasaan hafalan jurus. Contoh: *Mortal Kombat* dan *Tekken*.

3) *Adventure (Petualangan)*

Game yang lebih menekankan pada jalan cerita dan kemampuan berpikir pemain dalam menganalisa tempat secara visual, memecahkan teka-teki maupun menyimpulkan berbagai peristiwa. Contoh: *Kings Quest*, dan *Space Quest*.

4) *Simulasi*

Game jenis ini seringkali menggambarkan dunia di dalamnya sedekat mungkin dengan dunia nyata dan memperhatikan dengan detail berbagai faktor. Contoh: *The Sims*, *Taxi Simulator* dan *Bus Simulator*.

5) *Strategi*

Game jenis ini memerlukan koordinasi dan strategi dalam memainkan permainan ini. Kebanyakan *game* strategi adalah *game* perang. Contoh: *Warcraft*.

6) *Sport (Olahraga)*

Game ini merupakan adaptasi dari kenyataan, membutuhkan kelincahan dan juga strategi dalam memainkannya. Contoh: *Winning Eleven*, *NBA (National Basketball Association)*, dan *FIFA Street*.

7) *Puzzle (Teka-teki)*

Game teka-teki, pemain diharuskan memecahkan teka-teki dalam *game* tersebut. Contoh: *Tetris*, *Minesweeper* dan *Bejeweled*.

8) *Edugames (Edukasi)*

Game jenis ini dibuat dengan tujuan spesifik sebagai alat pendidikan. [10]

C. Algoritma A* (*A Star*)

Algoritma A* (*A Star*) adalah algoritma pencarian terbaik dalam mencari jalur terpendek dengan menentukan jarak terpendek antara simpul awal menuju simpul akhir. Algoritma A* (*A Star*) merupakan algoritma dari metode *pathfinding*. Dalam *game*, *pathfinding* adalah proses dalam mencari rute atau jalur terpendek tanpa menabrak halangan dari arena tersebut. [11]

Pathfinding banyak diterapkan dalam pembuatan *game* AI (*Artificial Intelligence*) misalnya AI diterapkan pada *enemy* sebagai NPC (*Non-Player Character*) untuk mengejar *player*

dengan efisien tanpa menabrak halangan atau dengan kata lain dapat menghindari halangan yang ada dalam *game*. Perhitungan pada Algoritma A* (*A Star*) dapat ditentukan sebagaimana persamaan (1) berikut:

$$F(x) = G(x) + H(x) \quad (1)$$

Dimana:

- G(x) adalah nilai pada pergerakan simpul awal menuju simpul berikutnya.
- H(x) adalah perkiraan nilai pergerakan simpul awal menuju tujuan akhir simpul. Fungsi ini seringkali disebut dengan fungsi heuristik, dinamakan heuristik karena perhitungan tersebut berdasarkan perkiraan.
- F(x) adalah jumlah nilai dari fungsi G(x) dan H(x) dengan nilai terkecil F(x) adalah jalur terpendek menuju tujuan akhir. [12]

D. Navigation Mesh

Navigation Mesh (NavMesh) merupakan salah satu fitur dari *Unity game engine* yang digunakan untuk melakukan *pathfinding* yaitu fitur untuk melakukan pencarian jalan atau jalur secara otomatis untuk memudahkan *programmer* sebagai pengganti dari metode Algoritma A* (*A Star*). Pada *Unity*, terdapat beberapa komponen yang menerapkan sistem NavMesh atau disebut juga NavMesh *library* yaitu NavMesh, NavMesh *obstacle*, NavMesh *agent*, dan *off mesh link*.

E. Budaya Minahasa

Budaya merupakan cara hidup yang dimiliki oleh sebuah kelompok dan diturunkan dari generasi ke generasi. Budaya merupakan kebiasaan yang sudah lama ada. Dalam keberadaan suatu kelompok budaya merupakan suatu bagian yang penting, karena lewat budaya tersebut dapat menjadi identitas dari suatu kelompok, terutama di Indonesia. Berbagai macam etnik terdapat di Indonesia, dengan jumlah yaitu 1.340 suku bangsa. Setiap etnik yang ada di Indonesia memiliki keunikan dan perbedaan masing-masing sesuai dengan ajaran dari nenek moyang mereka. Salah satunya suku etnik Minahasa yang merupakan satu kelompok etnik di nusantara yang sangat menjunjung tinggi adat istiadat Minahasa. Suku etnik Minahasa merupakan suku bangsa terbesar yang terdapat di provinsi Sulawesi Utara, Indonesia dengan beberapa sub etnik dan bahasa dan juga beragam agama. Berikut beberapa budaya Minahasa yaitu alat musik kolintang, tari kabasaran atau cakalele, tari maengeket, waruga yaitu ikonik pemakaman di Minahasa, Upacara Toki Pintu sebagai ritual pernikahan, mapalus, dan lain-lain. [13]

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Peralatan

Dalam pembuatan *game* 3D kebudayaan suku Minahasa ini, perangkat keras (*hardware*) untuk membangun *game* akan sangat mempengaruhi hasil *game* yang dibuat. Spesifikasi *hardware* yang digunakan yaitu laptop dengan *processor* AMD RYZEN 3, laptop dengan sistem operasi Windows, *Random Access Memory* (RAM) 8 GB, dan Radeon Vega *Graphics*.

Selain *hardware*, *software* dan *tools* juga dibutuhkan untuk membuat *game* 3D kebudayaan Minahasa ini yaitu aplikasi

Blender untuk membuat 3D objek, *player*, NPC yaitu *enemy* dan tekstur, Mixamo Fuse untuk membuat karakter 3D *player* dan *enemy*, Unity 3D untuk membuat rancangan *game* yang akan dibuat, dan Mixamo yaitu layanan berbasis web untuk animasi karakter 3D.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian akan dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan referensi tentang apa yang akan dilakukan dalam pengembangan *game* 3D kebudayaan suku Minahasa yang mengimplementasikan Algoritma A* (*A Star*). Untuk pengembangan *game* ini, akan menggunakan metode GDLC (*Game Development Life Cycle*), seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Metode GDLC memiliki enam tahapan pengembangan sebagaimana diuraikan berikut.

1) Initiation (Inisiasi)

Inisiasi adalah tahap atau proses awal dalam menerapkan metode GDLC (*Game Development Life Cycle*) dalam mengembangkan sebuah *game*. Pada tahap ini, merupakan proses dilakukannya perumusan ide awal *game* atau berupa konsep *game* yang akan dibangun yaitu melakukan analisa seperti mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dilakukan penelitian sehingga dibuatnya *game* ini. Setelah itu, permasalahan yang dihadapi oleh peneliti dicari alternatif dan solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan inisiasi membuat konsep *game* dan deskripsi *game* berupa jenis *game* yang dibuat, target *user* atau pengguna, dan *platform* yang digunakan.

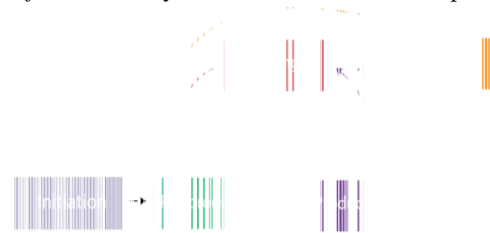
2) Pre-Production (Pra-Produksi)

Pra-Produksi yaitu tahap yang dilakukan sebelum tahap produksi. Pada tahap ini merupakan proses perancangan sebuah sistem yang dibuat sesuai kebutuhan yang telah dikonsepsikan pada tahap inisiasi. Desain sangat mempengaruhi daya tarik sebuah sistem aplikasi sehingga dapat memikat *user* agar menyukai aplikasi yang dibuat. Pada tahap ini dilakukan desain *game* dengan membuat *use case diagram*, struktur dari menu utama, perancangan level, dan *flowchart* alur *game*.

3) Production (Produksi)

Pada tahapan produksi, konsep yang sudah pernah dibuat sebelumnya pada tahap pra-produksi dilakukan penyempurnaan.

Pada tahap ini dilakukan penciptaan objek 3D, *player*, dan NPC (*Non-Player Character*) yaitu *enemy* dengan tahapan *modeling*, *texturing*, dan *lighting*. Selanjutnya membuat *interfaces* di Unity. Kemudian, ditambahkan perangkat



Gambar 1. Metode GDLC

tambahan yaitu Mixamo untuk membantu membuat animasi pada *player* dan *enemy* sebagai NPC.

4) *Testing (Pengujian)*

Pada tahap pengujian ini berupa uji coba internal dengan melakukan uji coba bermain untuk dapat menilai fungsi *game* yang telah dibuat yaitu dengan melakukan pengecekan terhadap *bug* atau dilakukan pengurangan atau penambahan fitur pada *game*. Penelitian terhadap *testing* pada akhirnya sangat menentukan bagus atau tidaknya sistem pada *game* yang dirancang.

5) *Beta Testing*

Pada tahap ini merupakan uji coba eksternal yaitu akan dilakukan penilaian melalui data yang diperoleh dalam tahap *testing* dan juga untuk mendeteksi berbagai *error* serta keluhan dari pihak ketiga. Uji coba dilaksanakan oleh sebagian mahasiswa prodi Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi dan masyarakat dalam daerah suku Minahasa, yang telah dipercayakan untuk melakukan uji coba ini dengan dibagikan kuesioner berupa *Google form* kepada mereka yang telah melakukan uji coba untuk mengisi hasil uji coba yang telah dilakukan. Tujuannya untuk mendapati kelemahan atau kelayakan *game*, agar *game* ini dapat disempurnakan demi meminimalisir kesalahan yang terjadi. Dengan ini, jika diperlukan perubahan pada fitur dalam *game* maka metode GDLC dapat berulang.

6) *Release (Rilis)*

Setelah *game* selesai dibangun dan telah melewati proses pengujian beta maka pada tahap ini dilakukan penyelesaian terhadap *game* yang telah dibangun dan *game* siap dirilis. [14]

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan bagian yang sangat penting dari penelitian itu sendiri. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan beberapa cara:

- 1) Metode Studi Literatur: Teknik ini disebut juga studi pustaka yaitu cara menuluri kepustakaan yang berisi teori-teori dari karya ilmiah baik yang sudah diterbitkan atau belum diterbitkan berupa *soft copy* yang ada pada buku-buku (*e-books*) atau *hard copy*, jurnal *online*, dan makalah. Studi literatur dikatakan penting karena datanya bersifat autentik, tetap, mudah ditemukan, dan dapat dipertanggungjawabkan karena data literatur tersebut memiliki keabsahan dan telah melalui prosedur penelitian.
- 2) Metode Observasi: Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui sesuatu pengamatan. Teknik ini digunakan untuk mengetahui situasi dan kondisi yang ada, dan akan dijadikan referensi untuk pembuatan *game*. Aspek yang diamati dalam penelitian ini yaitu kondisi selaku masyarakat dalam ketertarikan mengenali budaya suku Minahasa, media dalam memperkenalkan budaya suku Minahasa, dan faktor permasalahan atau kendala-kendala dalam berkurangnya keingintahuan terhadap budaya suku Minahasa.
- 3) Kuesioner: Menurut Sugiyono (2014), kuesioner adalah teknik pengumpulan data dengan cara peneliti memberikan

daftar pertanyaan atau pernyataan yang tertulis untuk dijawab oleh responden. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pembagian kuesioner lewat *Google form*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Initiation (Inisiasi)*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai masalah yang ada dalam pengenalan budaya dan dijadikan referensi dalam pengembangan *game* 3D kebudayaan suku Minahasa ini. Sesuai dengan situasi yang ada karena semakin berkembangnya zaman maka pengenalan akan budaya daerah terkhususnya budaya suku Minahasa cenderung rendah. Berdasarkan analisis tersebut maka dikembangkan *game* 3D Kebudayaan Suku Minahasa ini. Untuk mengembangkan *game* ini ditentukan pola dan konsep agar pengembangan *game* 3D kebudayaan suku Minahasa ini lebih terarah. Adapun pola dan konsep pada *game* adalah sebagai berikut:

- 1) *Game*, *player* dapat terkena serangan *enemy* dan sebaliknya *enemy* dapat terkena serangan *player*.
- 2) *Game* dapat dijadikan sarana hiburan, pembelajaran serta pengenalan budaya Minahasa.
- 3) *Game* dapat dimainkan oleh kelompok usia ≥ 9 tahun dan mengerti tentang mengoperasikan *game*.
- 4) Dalam *game*, *health bar* akan berkurang apabila *player* terkena serangan *enemy* (*damage*).
- 5) Dalam *game*, *health bar enemy* akan berkurang apabila *enemy* terkena serangan *player* (*damage*).
- 6) Dalam *game*, terdapat *item* yang harus dicari disetiap level. Ini merupakan tantangan untuk menyelesaikan *game*.
- 7) *Game* dapat dijalankan dengan berbasis *desktop*.

B. *Pre-Production (Pra-Produksi)*

Tahap pra-produksi merupakan tahap yang meliputi beberapa tahap desain atau perancangan. Hasil dari tahap perancangan yaitu berupa perancangan:

1) *Use Case Diagram*

Use Case Diagram adalah gambaran grafis dari beberapa atau semua aktor, *use case* dan interaksi diantara komponen-komponen tersebut yang memperkenalkan suatu sistem yang akan dibangun, digunakan untuk menjelaskan bagaimana langkah-langkah yang seharusnya dikerjakan oleh sistem. Berikut ini adalah *use case diagram* dari *game* 3D kebudayaan suku Minahasa yang mengimplementasikan Algoritma A* (*A Star*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 *use case diagram*, berikut ini deskripsi *use case* yang merupakan bagian perancangan untuk menjelaskan setiap tahap atau skenario alur kinerja *use case* yang dapat dilihat pada Tabel I, Tabel II, dan Tabel III.

2) *Struktur Menu Utama*

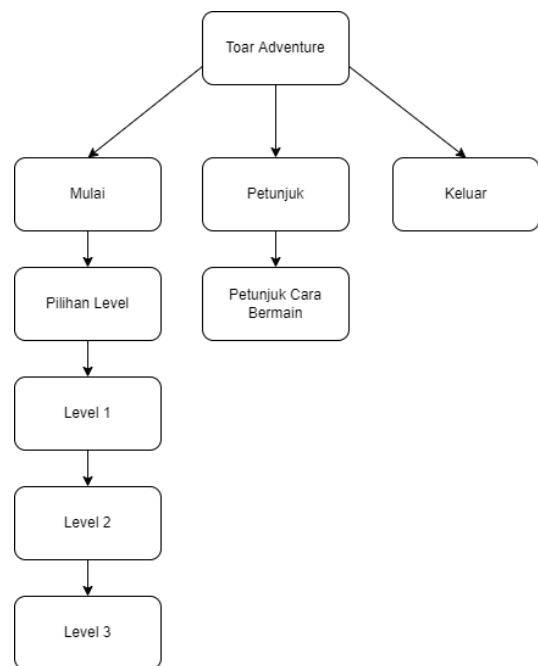
Pada *game* ini terdiri dari beberapa menu yaitu Mulai, Petunjuk dan Keluar. Struktur menu utama dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Use Case Diagram

SKENARIO USE CASE PETUNJUK	
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>Player</i> menekan tombol petunjuk	2. Menampilkan menu petunjuk halaman pertama yang berisi tentang cara menyelesaikan <i>game</i>
3. <i>Player</i> memilih tombol lanjut	4. Menampilkan menu petunjuk halaman kedua yang berisi <i>controller player</i>

TABEL III SKENARIO USE CASE KELUAR	
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>Player</i> menekan tombol keluar	2. Menampilkan menu keluar untuk mengkonfirmasi <i>player</i> akan keluar <i>game</i> atau tidak
3. <i>Player</i> memilih tombol ya	4. Permainan berhenti dan keluar dari <i>game</i>



Gambar 3. Struktur Menu Utama

TABEL I
SKENARIO USE CASE MULAI

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>Player</i> menekan tombol mulai	2. Sistem akan menampilkan menu pilihan level yang terdapat jumlah level yang akan dimainkan
3. <i>Player</i> memilih level 1	4. Menuju permainan level 1 5. Menampilkan level 1
6. <i>Player</i> memainkan level 1	7. Mengendalikan <i>enemy</i> sebagai NPC (<i>Non-Player Character</i>) 8. Menampilkan jumlah koin yang didapatkan <i>player</i> 9. Menampilkan jumlah <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i>
10. <i>Player</i> menyelesaikan permainan level 1 (Misi Berhasil)	11. Menampilkan menu <i>win</i> yang terdapat jumlah koin, <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i> dan tombol lanjut.
12. <i>Player</i> memilih tombol lanjut	13. Menuju permainan level 2 14. Menampilkan level 2
15. <i>Player</i> memainkan level 2	16. Mengendalikan <i>enemy</i> sebagai NPC (<i>Non-Player Character</i>) 17. Menampilkan jumlah koin yang didapatkan <i>player</i> 18. Menampilkan jumlah <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i>
19. <i>Player</i> menyelesaikan permainan level 2 (Misi Berhasil)	20. Menampilkan menu <i>win</i> yang terdapat jumlah koin, <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i> dan tombol lanjut.
21. <i>Player</i> memilih tombol lanjut	22. Menuju permainan level 3 23. Menampilkan level 3
24. <i>Player</i> memainkan level 3	25. Mengendalikan <i>enemy</i> sebagai NPC (<i>Non-Player Character</i>) 26. Menampilkan jumlah koin yang didapatkan <i>player</i> 27. Menampilkan jumlah <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i>
28. <i>Player</i> menyelesaikan permainan level 3 (Misi Berhasil)	29. Menampilkan menu <i>win</i> yang terdapat jumlah koin, <i>item</i> yang didapatkan <i>player</i> dan tombol menu.
30. <i>Player</i> memilih tombol menu	31. Menampilkan menu utama

TABEL II

3) Perancangan Level

Game ini terdapat tiga level. Masing-masing *level* memiliki latar, musuh, *boss level*, dan tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Beberapa aturan dari *game* ini untuk perancangan level 1 *player* memiliki *health point* 100, *enemy* memiliki *health point* 70, *player* dan *enemy* akan mati apabila *health point* 0. Saat *player* mati maka *game over* atau permainan selesai sehingga *player* harus mengulang permainan dari awal, *player* harus mengambil *item* yang pertama berupa *item* gambar dan penjelasan singkat senjata tradisional “Santi” untuk dapat melanjutkan ke level berikutnya. *Enemy* pada level 1 berjumlah 5, dan terdapat *boss level* pada setiap akhir level. Selanjutnya untuk perancangan level 2, *player* memiliki *health point* 100, *enemy* memiliki *health point* 80, *player* dan *enemy* akan mati apabila *health point* 0, saat *player* mati maka *game over* atau permainan selesai sehingga *player* harus mengulang permainan dari awal di level 2. *Player* harus

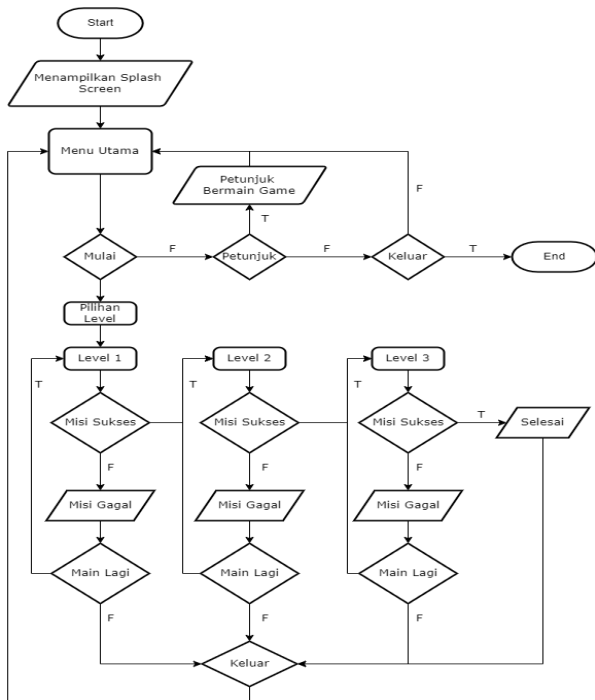
mengambil *item* yang kedua berupa *item* gambar dan penjelasan singkat alat musik kolintang untuk dapat melanjutkan ke level berikutnya. *Enemy* pada level 2 berjumlah 7, dan terdapat *boss* level pada setiap akhir level. Kemudian untuk perancangan level 3 untuk *player* memiliki *health point* 100, *enemy* memiliki *health point* 90, *player* dan *enemy* akan mati apabila *health point* 0. Saat *player* mati maka *game over* atau permainan selesai sehingga *player* harus mengulang permainan dari awal di level 3. *Player* harus mengambil *item* berupa gambar dan penjelasan singkat tentang tari maengket yang termasuk dalam kebudayaan suku Minahasa untuk menyelesaikan *game*. *Enemy* pada level 3 berjumlah 10, dan terdapat *boss* level pada setiap akhir level.

4) Alur Game

Perancangan alur *game* berfungsi untuk mengetahui alur proses awal program dijalankan sampai akhir dari program. Pada tampilan awal *game* ini menampilkan menu utama yang ada dalam *game* yang terdiri dari Mulai, Petunjuk, dan Keluar. Jika memilih menu Mulai, maka akan menampilkan pilihan level dan baru bisa memilih *game* pada Level 1, level lainnya terkunci. Jika berhasil menyelesaikan misi Level 1 maka akan dilanjutkan ke level selanjutnya tetapi jika misi pada Level 1 tidak terpenuhi atau misi gagal maka akan mengulangi level tersebut kembali. Kemudian terdapat menu Petunjuk, yang berisi tentang petunjuk menyelesaikan *game* dan informasi tombol apa saja yang digunakan dalam bermain *game*. Pada menu Keluar, *game* akan berhenti dan keluar dari *game*. Dapat dilihat pada Gambar 4 flowchart *game* ini.

C. Production (Produksi)

Pada tahap produksi, *game* dibuat dan dikembangkan dengan menerapkan desain *game* yang telah dibuat pada tahap



Gambar 4. Flowchart Game

pra-produksi.

1) Logo Game

Logo *game* merupakan simbol atau ikon yang digunakan untuk menggambarkan isi keseluruhan dari *game* yang telah dibuat. Berikut logo *game* Toar Adventure yang menjadi nama *game* 3D Kebudayaan suku Minahasa yang mengimplementasikan algoritma A* (A Star) yang dapat dilihat pada Gambar 5.

2) Hasil Desain Karakter

Desain karakter merupakan perancangan mengenai karakter-karakter yang terlibat dalam *game* 3D “Toar Adventure” dapat dilihat pada Tabel IV.

3) Menu Utama

Menu Utama adalah halaman yang ditampilkan setelah *splash screen*. Saat terbuka menu utama ini terdapat suara latar. Pada menu utama terdapat tiga tombol utama yaitu Mulai, Petunjuk, dan Keluar. Menu utama dapat dilihat pada Gambar 6.

4) Menu Mulai



Pada saat mengklik tombol mulai maka akan muncul menu mulai yang dimana pada menu mulai tersebut terdapat pilihan level. Yang terbuka atau bisa dimainkan hanya level 1 sedangkan level 2 dan level 3 masih terkunci atau belum bisa dimainkan.

Jika sudah menyelesaikan level 1, maka level 2 baru bisa dimainkan begitu juga dengan level 3, jika sudah



Gambar 5. Logo Game Toar Adventure

TABEL IV
KARAKTER GAME

No	Karakter	Keterangan
1.		Karakter Utama “Toar” (Player)
2.		Enemy dan Boss Enemy (Non-Player Character)

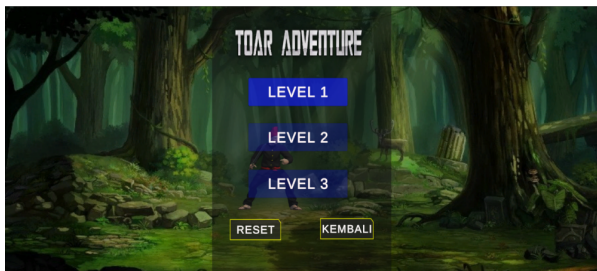
menyelesaikan level 2, maka level 3 baru bisa dimainkan. Hasil menu mulai dapat dilihat pada Gambar 7.

5) *Menu Pause*

Menu *pause* akan terbuka jika tombol *esc* pada *keyboard* ditekan. Pada menu *pause* terdapat dua tombol yaitu tombol lanjutkan dan menu. Pada saat mengklik tombol lanjutkan maka *game* akan berjalan kembali, dan pada saat mengklik tombol menu maka akan menampilkan menu utama. Menu *pause* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Menu Utama



Gambar 7. Menu Mulai

TABEL V
 HASIL DESAIN LEVEL

No	Environment	Keterangan
1.		Menampilkan level 1 dengan latar hutan.
2.		Menampilkan level 2 dengan latar hutan di sore hari.
3.		Menampilkan level 3 dengan latar desa di malam hari.

6) *Menu Game Over*

Menu *game over* adalah menu yang akan tampil jika gagal dalam menjalankan tantangan atau misi yang ada pada *game*. Pada menu ini terdapat dua tombol yaitu tombol mulai lagi dan tombol menu. Jika mengklik tombol mulai lagi, maka akan mengulang kembali *game* dan jika mengklik tombol menu maka akan menampilkan menu utama. Hasil pembuatan menu *game over* dapat dilihat pada Gambar 9.

7) *Menu Win*

Pada saat berhasil menyelesaikan tantangan atau misi pada *game* maka tampil menu *win*. Pada menu ini, akan terlihat jumlah koin dan item yang didapatkan serta tombol lanjut. Jika mengklik tombol lanjut maka akan menampilkan level selanjutnya. Hasil pembuatan menu *win* dapat dilihat pada Gambar 10.

8) *Hasil Desain Level*

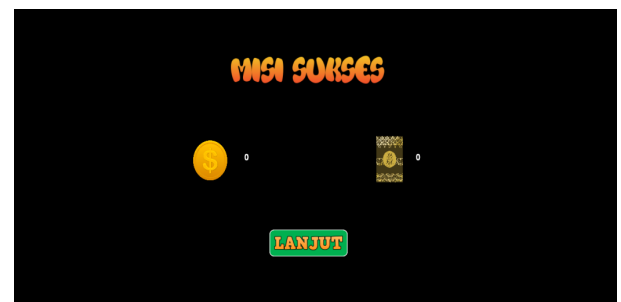
Desain level merupakan perancangan dari setiap *environment* atau latar tempat *game* yang dibangun pada



Gambar 8. Menu Pause



Gambar 9. Menu Game Over



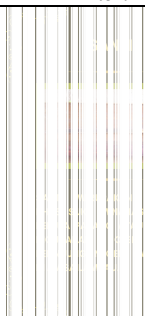


Gambar 10. Menu Win

setiap level yaitu level 1, level 2 dan level 3. Dalam melakukan desain terhadap *environment* atau latar tempat *game* harus sesuai dengan tema *game* yang dibangun dan telah dirancang pada tahap sebelumnya. Hasil desain level ini sangat mempengaruhi ketertarikan pengguna dalam memainkan *game*. Hasil pembuatan desain level dapat dilihat pada Tabel V.

9) Hasil Desain Item

Desain *item* adalah desain terhadap *item* yang akan dicari yang menjadi misi untuk menyelesaikan *game*. Setiap level memiliki satu *item* yang harus dicari. Hasil pembuatan desain *item* dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI
HASIL DESAIN ITEM

No	Item	Keterangan
1.		Item yang harus dicari untuk menyelesaikan <i>game</i> pada level 1
2.		Item yang harus dicari untuk menyelesaikan <i>game</i> pada level 2
3.		Item yang harus dicari untuk menyelesaikan <i>game</i> pada level 3

10) Pengaturan Enemy Sebagai NPC

Pada *game* ini, *enemy* atau musuh sebagai NPC (*Non-Player Character*) dengan kata lain *enemy* di kontrol oleh sistem atau *enemy* sebagai AI (*Artificial Intelligence*). Pada unity terdapat *navmesh library* untuk mempermudah para pengembang *game* menerapkan AI terlebih khusus metode *pathfinding* yaitu algoritma A* (*A Star*) dalam *game*. *Enemy* diberikan *Nav Mesh Agent* salah satu komponen dari *navmesh library* dan dibuat *script enemy controller* untuk menunjang pergerakan *enemy* sebagai NPC sehingga berhasil diterapkannya algoritma A* (*A Star*) pada *enemy*. Pengaturan *enemy* sebagai NPC dapat dilihat pada Gambar 11.

D. Testing (Pengujian)

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap *game* *Toar Adventure* dengan metode *blackbox* untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian yang dilakukan diuraikan sebagai berikut.

1) Pengujian Controller Player

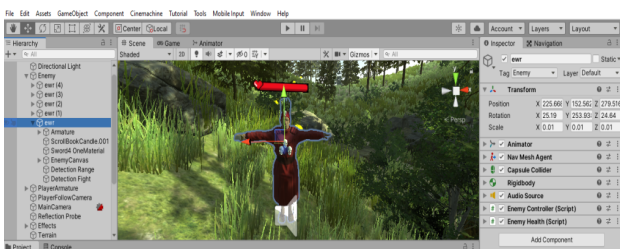
Pengujian *Controller Player* dilakukan untuk mengetahui berfungsinya semua *button* yang ada pada *keyboard* dan *mouse* yang digunakan untuk menjalankan atau memainkan *game* “*Toar Adventure*” apakah sudah berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak. Hasil dari pengujian *controller player* semuanya berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tingkat presentase 100%. Hasil pengujian *controller player* dapat dilihat pada Tabel VII.

2) Pengujian Fungsional Game

Pada pengujian ini dilakukan terhadap setiap komponen yang telah dibuat dan diimplementasikan. Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap fungsi pada *scene*, tombol dan *gameplay* yang dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VII
PENGUJIAN CONTROLLER PLAYER

No	Keyboard & Mouse	Fungsi	Output	Keterangan
1.	A	Bergerak ke Kiri	Player Bergerak ke Kiri	Berhasil
2.	D	Bergerak ke Kanan	Player Bergerak ke Kanan	Berhasil
3.	W	Bergerak ke Depan	Player Bergerak ke Depan	Berhasil
4.	S	Bergerak ke Belakang	Player Bergerak ke Belakang	Berhasil
5.	Shift	Lari	Player Lari	Berhasil
6.	Space	Lompat	Player Melompat	Berhasil
7.	Left Click Mouse	Menyerang	Player Menyerang	Berhasil
8.	Mouse	Mengendalikan Kamera	Kamera Dapat Dikendalikan	Berhasil



Gambar 11. Pengaturan Enemy Sebagai NPC





TABEL VIII
PENGUJIAN FUNGSIONAL *GAME*

No	Fungsi	Jenis	Pengujian	Keterangan				
1.	Scene	Menu Utama	Tampil setelah <i>splash screen</i> dari Unity saat memuat <i>game</i>	Berhasil	Level 2 Setelah tombol ditekan akan tampil <i>loading</i> dan <i>scene</i> level 2	Berhasil		
		<i>Loading</i>	Tampil setelah melakukan pemilihan level, dan perpindahan <i>scene</i> ke setiap level	Berhasil	Level 3 Setelah tombol ditekan akan tampil <i>loading</i> dan <i>scene</i> level 3	Berhasil		
		Level 1	Tampil setelah <i>loading</i>	Berhasil	<i>Pause</i> (Esc) Setelah tombol ditekan tampil <i>pause</i> dan menghentikan waktu <i>game</i>	Berhasil		
		Level 2	Tampil setelah <i>loading</i>	Berhasil	Lanjutkan Setelah tombol ditekan kembali dalam <i>game</i> dan kembali berjalan	Berhasil		
		Level 3	Tampil setelah <i>loading</i>	Berhasil	Menu Setelah tombol ditekan tampil menu utama	Berhasil		
		Menu <i>Win</i>	Tampil setelah berhasil menyelesaikan tantangan atau misi <i>game</i>	Berhasil	Main Lagi Setelah tombol ditekan akan mengulang kembali <i>game</i> disetiap level	Berhasil		
		Menu <i>Game Over</i>	Tampil setelah gagal dalam menyelesaikan tantangan atau misi <i>game</i>	Berhasil	Lanjut Setelah tombol ditekan akan berpindah ke setiap level yaitu level 1 ke level 2, dan level 2 ke level 3	Berhasil		
2.	Tombol	Mulai	Berpindah ke <i>scene</i> pilih level setelah tombol ditelam	Berhasil	3. <i>Gameplay</i> Pergerakan <i>Player</i> <i>Player</i> dapat digerakkan sesuai dengan <i>controller</i> yang telah dibuat	Berhasil		
		Petunjuk	Setelah tombol ditekan tampil cara memainkan <i>game</i>	Berhasil				
		Keluar	Setelah tombol ditekan tampil untuk konfirmasi keluar dari <i>game</i>	Berhasil			Mengambil Koin Saat mengenai objek koin	Berhasil
		Ya	Setelah tombol ditekan akan keluar dari <i>game</i>	Berhasil			Mengambil <i>Item</i> Saat mengenai objek <i>item</i>	Berhasil
		Tidak	Setelah tombol ditekan akan kembali ke menu utama	Berhasil			Animasi <i>Player</i> Mati Saat <i>health player</i> = 0	Berhasil
		Level 1	Setelah tombol ditekan akan tampil <i>loading</i> dan <i>scene</i> level 1	Berhasil			Animasi <i>Enemy</i> Mati Saat <i>health enemy</i> = 0	Berhasil

3) Pengujian Algoritma A* (A Star)

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian terhadap NavMesh dengan Algoritma A* (A Star) *pathfinding* yang diterapkan dalam *game* untuk mengetahui apakah telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian Algoritma A* dapat dilihat pada Tabel IX.

TABEL IX
PENGUJIAN ALGORITMA A* (A STAR)

No	Gambar	Kondisi	Aksi	Keterangan
1.		Sebelum <i>player</i> memasuki jangkauan deteksi <i>enemy</i>	Patroli	Sesuai
2.		<i>Player</i> memasuki jangkauan deteksi <i>enemy</i>	Mengejar (Lari)	Sesuai
3.		<i>Player</i> memasuki jangkauan deteksi <i>enemy</i> menyerang	Menyerang	Sesuai
4.		<i>Player</i> keluar dari jangkauan deteksi <i>enemy</i>	Mengejar (Jalan)	Sesuai

TABEL X
RENTANG NILAI SKALA LIKERT

No	Rentang Nilai	Keterangan
1.	0% - 19,99%	Tidak Baik
2.	20% - 39,99%	Kurang Baik
3.	40% - 59,99%	Cukup
4.	60% - 79,99%	Baik
5.	80% - 100%	Sangat Baik

E. Beta Testing

Pada tahap ini dilakukan pengujian eksternal terhadap *user* yang sebagai pihak ketiga. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui *game* yang telah dibuat sudah dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pada tahap pengujian ini diedarkan kuesioner berupa Google *form* kepada mereka yang dipercayakan dalam pengujian ini yaitu sebagian mahasiswa prodi Teknik informatika Universitas Sam Ratulangi dan sebagian masyarakat daerah suku Minahasa dengan jumlah 14 orang dengan karakteristik responden antara lain nama, jenis kelamin, dan usia. Kuesioner ini diolah dengan menggunakan skala likert dengan rentang skala 1 sampai 5. Dimana, TidakBaik = 1, Kurang Baik = 2, Cukup = 3, Baik = 4, dan Sangat Baik = 5, yang dapat dilihat pada Tabel X.

TABEL XI
HASIL PENGUJIAN USER PENGGUNAAN GAME

No	Pertanyaan	Penilaian					Nilai
		TB	KB	C	B	SB	
1.	Apakah tampilan <i>game</i> "Toar Adventure" sudah menarik untuk pengguna?	-	1	2	7	4	80% (Sangat Baik)
2.	Apakah <i>game</i> "Toar Adventure" mudah dipahami untuk pengguna?	-	1	2	6	5	81,4% (Sangat Baik)
3.	Apakah <i>Controller Player</i> dalam <i>game</i> "Toar Adventure" sudah dapat digunakan dengan penggunaan <i>user</i> ?	-	1	3	8	2	75,7% (Baik)
4.	Apakah <i>enemy</i> sudah mempunyai kecerdasan buatan mengejar saat <i>player</i> mendekat dengan jarak tertentu?	-	-	6	7	1	72,8% (Baik)

5.	Apakah <i>enemy</i> sudah mempunyai kecerdasan buatan menyerang saat <i>player</i> mendekat dengan jarak tertentu?	-	1 Oran g	5 Or an g	7 Oran g	1 Oran g	71,4% (Baik)
6.	Apakah anda merasa puas dengan kelengkapan fitur dalam game "Toar Adventure" ?	-	1 Oran g	3 Or an g	5 Oran g	5 Oran g	80% (Sangat Baik)
7.	Apakah game "Toar Adventure" termasuk dalam game yang interaktif?	-	-	3 Or an g	8 Oran g	3 Oran g	80% (Sangat Baik)
8.	Apakah bahasa dalam game "Toar Adventure" mudah dipahami?	-	1 Oran g	3 Or an g	3 Oran g	7 Oran g	82,8% (Sangat Baik)
9.	Apakah game "Toar Adventure" dapat menambah wawasan anda mengenai kebudayaan suku Minahasa?	-	1 Oran g	4 Or an g	5 Oran g	4 Oran g	77,1% (Baik)
10.	Apakah pengguna merasa tertantang untuk menyelesaikan game "Toar Adventure" ini?	-	1 Oran g	4 Or an g	6 Oran g	3 Oran g	75,7% (Baik)

TABEL XII
HASIL PENGUJIAN USER TERHADAP IMPLEMENTASI ALGORITMA A* (A STAR) DALAM GAME

No	Pertanyaan	Penilaian					Nilai
		TB	KB	C	B	SB	
1.	Apakah <i>enemy</i> mampu mendeteksi keberadaan <i>player</i> saat sudah dalam jangkauan area <i>enemy</i> ?	-	-	-	5 Oran g	2 Oran g	85,71% (Sangat Baik)
2.	Apakah <i>enemy</i> dapat mengejar <i>player</i> saat <i>player</i> mencapai jangkauan <i>enemy</i> mengejar?	-	-	1 Or an g	4 Oran g	2 Oran g	82,85% (Sangat Baik)
3.	Apakah <i>enemy</i> sudah mampu mencari jalur terpendek untuk mengejar target yaitu <i>player</i> ?	-	-	-	6 Oran g	1 Oran g	82,85% (Sangat Baik)
4.	Apakah <i>enemy</i> mampu melewati <i>obstacle</i> yang ada dalam game?	-	-	1 Or an g	5 Oran g	1 Oran g	80% (Sangat Baik)
5.	Apakah <i>enemy</i> menyerang <i>player</i> saat <i>player</i> mencapai jangkauan <i>enemy</i> menyerang?	-	-	-	4 Oran g	3 Oran g	88,57% (Sangat Baik)

TB = Tidak Baik, KB = Kurang Baik, C = Cukup, B = Baik, dan SB = Sangat Baik

TB = Tidak Baik, KB = Kurang Baik, C = Cukup, B = Baik, dan SB = Sangat Baik

Sehingga hasil nilai rata-rata indikator pertanyaan pada kuesioner penggunaan game Toar Adventure yang dapat

dilihat pada Tabel XI dengan 14 orang pengguna atau responden adalah **77,69%** termasuk dalam kategori **Baik**.

Hasil nilai rata-rata indikator pertanyaan kuesioner implementasi Algoritma A* (A Star) pada game Toar Adventure yang dapat dilihat pada Tabel XII dengan 7 orang responden adalah **83,99%** termasuk dalam kategori **Sangat Baik**.

F. Release (Rilis)

Pada tahap ini, merupakan tahap terakhir dalam pengembangan game 3D Kebudayaan suku Minahasa yang mengimplementasikan algoritma A* (A Star) dengan nama Toar Adventure. Setelah game sudah selesai dibangun dan diuji maka game siap untuk dirilis. Pada tahap ini game sudah dalam bentuk aplikasi dan siap untuk dimainkan.

G. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam mengembangkan game 3D Kebudayaan Suku Minahasa yang mengimplementasikan Algoritma A* (A Star), maka dapat diambil kesimpulan yaitu berhasil dalam membuat game 3D Kebudayaan Suku Minahasa yang mengimplementasikan Algoritma A* (A Star) dengan nama game Toar Adventure pada enemy sebagai NPC (Non-Player Character) dimana dalam proses mengejar target (player) mampu melewati halangan-halangan dan mampu mencari jalur terpendek hingga sampai atau mendapatkan target. Game ini digunakan sebagai media untuk menambah wawasan mengenai kebudayaan suku Minahasa kepada pengguna game.

Berdasarkan uji coba penggunaan game oleh 14 orang yang terdiri dari sebagian mahasiswa prodi Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi dan sebagian masyarakat daerah suku Minahasa, mendapat hasil 77,69% termasuk dalam kategori Baik. Selanjutnya uji coba implementasi algoritma A* (A Star) pada game dengan 7 orang responden dengan kriteria yaitu paham dalam mengoperasikan atau memainkan game mendapat hasil 83,99% termasuk dalam kategori Sangat Baik.

H. Saran

Setelah dilakukan pengujian terhadap game 3D Kebudayaan Suku Minahasa yang mengimplementasikan Algoritma A* (A Star) ini maka masih ada kekurangan sehingga untuk pengembangan lebih lanjut disarankan agar game ini dapat dikembangkan dengan penambahan fitur-fitur yang lebih menarik, game ini dapat dijalankan pada berbagai macam platform yang berbeda, dan game ini dapat dikembangkan dengan menambahkan level, dan multiplayer game.

IV. KUTIPAN

- [1] B. Pane, X. Najooan, and S. Paturusi, "Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Ragam Budaya Indonesia," *J. Tek. Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [2] Y. S. Azhar and D. V. S. Y. Sakti, "Penerapan Algoritma A* (A Star) Pathfinding Pada Game 3D Top Down Shooter 'Bocil Hunter: Coronavirus,'" *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, no. December, pp. 3–6, 2020, doi: 10.5281/zenodo.4323251.
- [3] A. W. Pramono, "Pembuatan Game Petualangan Si Jupri Unity 3D Dengan Menggunakan Metode a," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 506–513, 2017.
- [4] E. Heriyanto, E. Kumalasarinurnawati, and D. Andayati, "Skripsi Implementasi Kecerdasan Buatan Pada Game Menggunakan Metode Pathfinding Dengan Game Engine Unity3D," *J. Scr.*, vol. 5, no. 2, pp. 56–62, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/script/article/view/641>
- [5] L. G. Lamonge et al., "Rancang Bangun Aplikasi Game Augmented Reality Permainan Tradisional Sulawesi Utara Dodorobe," *J. Tek. Inform.*, vol. 12, no. 1, 2017, doi: 10.35793/jti.12.1.2017.17787.
- [6] L. S. Mongi, A. S. M. Lumenta, and A. M. Sambul, "Rancang Bangun Game Adventure of Unsrat Menggunakan Game Engine Unity," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 1, 2018, doi: 10.35793/jti.13.1.2018.20191.
- [7] S. J. Ratulangi, G. Saul, and S. Jacob, "Game 2 Dimensi Tentang Sam Ratulangi Sebagai Pahlawan Nasional," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–12, 2018.
- [8] C. Gardadinata, A. S. M. Lumenta, and A. M. Sambul, "Pembuatan Game Simulasi Kewirausahaan untuk Profesi Nelayan," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 43–52, 2019.
- [9] F. Kendenan et al., "Rancang Bangun Game Adventure 2D Suku dan Kebudayaan Sulawesi Utara 'Kinatoanku,'" *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–12, 2018.
- [10] A. Badruddin, "Perancangan Dan Implementasi Finite State Machine Pada Game Castle Of Illusion," Institut Teknologi Nasional Malang, 2019.
- [11] L. Safira, P. Harsadi, and S. Harjanto, "Penerapan Navmesh Dengan Algoritma A Star Pathfinding Pada Game Edukasi 3d Go Green," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 1, p. 17, 2021, doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.540.
- [12] A. Safarine, "Pengembangan Game 'Monsters Island' Dengan Menggunakan Metode Fsm Dan Metode Path Finding," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 149–156, 2017.
- [13] K. M. Kawonal, R. Syafriny, and C. E. V. Wuisang, "MINAHASA CULTURAL CENTER. Re-Interpreting Tradition," *J. Arsit. DASENG*, vol. 8, no. 1, pp. 162–171, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/daseng/article/view/24014>
- [14] P. G. Pratama, G. S. Santyadiputra, and M. W. Antara Kesiman, "Panji Sakti 'the King of Buleleng': Game 3D Cerita Rakyat Berbasis Desktop," *Inser. Inf. Syst. Emerg. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, p. 98, 2021, doi: 10.23887/insert.v1i2.31040.
- [15] E. Enan, "3D Adventure Game Untuk Pengenaln Budaya Wayang Menggunakan Algoritma Firefly Sebagai Pembangkit Perilaku Pada NPC," UIN Maulana Malik Ibrahim, 2018.

TENTANG PENULIS



Kesia Cerent Lamia, anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Tomohon, Sulawesi Utara, pada tanggal 22 Desember 2000.

Saya mulai menempuh pendidikan di TK Burung Pipit Bekasi, Jawa Barat. Selanjutnya saya melanjutkan studi di Sekolah Dasar Negeri Jatibening X Bekasi, Jawa Barat sampai dengan kelas lima semester satu (2006-2011). Kemudian kelas lima semester dua saya pindah dan menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di Sekolah Dasar Inpres

Tumatangtang Tomohon, Sulawesi Utara (2011-2012). Setelah itu saya melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Tumpaan hingga lulus (2012-2015). Selanjutnya saya melanjutkan pendidikan ke sekolah tingkat atas SMA N 1 Amurang hingga lulus (2015-2018).

Pada tahun 2018, saya melanjutkan pendidikan S1 di salah satu perguruan tinggi yang ada di Sulawesi Utara yaitu Universitas Sam Ratulangi dengan mengambil Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Selama melakukan proses perkuliahan, saya tergabung dalam organisasi HME (Himpunan Mahasiswa Elektro) dan Unit Pelayanan Kerohanian Kristen Fakultas Teknik. Saya juga tergabung dalam komunitas UNITY (UNSRAT IT Community) dan menjadi salah satu pengurus dari komunitas tersebut dengan tujuan agar bisa berpartisipasi dalam kegiatan yang ada mengenai IT.