

IMPLEMENTASI ALGORITMA A-STAR PADA ROKET KENDALI SENJATA RUDAL DALAM GAME WEAPON WAR BERBASIS UNITY

Hendry Metta Suhada¹, Muhammad Siddik²

^{1,2}Teknik Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Pelita Indonesia

e-mail: ¹hendry.ms@student.pelitaindonesia.ac.id, ²siddik@lecturer.pelitaindonesia.ac.id

Abstrak

Weapon war adalah sebuah game dengan konsep platform 2D, dengan sebuah musuh (boss) yang harus dibunuh. Boss dipersenjatai sebuah senjata dengan roket misil yang mengejar karakter pemain. Roket pada game weapon war tidak bisa mengejar pemain sendiri, maka diperlukanlah sebuah algoritma yang digunakan untuk kebutuhan permainan. Algoritma A-Star merupakan algoritma yang cocok dengan masalah yang ada. Metode pengembangan yang digunakan dalam pembuatan game Weapon War adalah Game Development Life Cycle yang merupakan sebuah metode pengembangan game yang sering digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat game Weapon War berbasis Unity menggunakan Algoritma A-Star sebagai pemecah masalah dalam pembuatan. Hasil penelitian adalah berupa sebuah aplikasi game yang bernama Weapon War dengan mengimplementasikan Algoritma A-Star di dalamnya.

Kata kunci: A-Star, Game, Unity, GDLC, AI

Abstract

Weapon War is a game with a 2D platform concept, with an enemy (boss) that must be killed. The boss is armed with a gun with missile rockets that chases the player character. The rockets in the weapon war game cannot catch up with the players themselves, so an algorithm is needed that is used for the needs of the game. The A-Star algorithm is an algorithm that suits the existing problem. The development method used in making the Weapon War game is the Game Development Life Cycle, which is a game development method that is often used. This research aims to create a Unity-based Weapon War game using the A-Star Algorithm as a problem solver in creation. The results of the research are in the form of a game application called Weapon War which implements the A-Star Algorithm in it.

Keywords: A-Star, Game, Unity, GDLC AI

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komputer dan kecerdasan buatan telah membawa revolusi besar dalam industri game. Menurut Agnes, Perkembangan teknologi informasi berkembang dengan cepat, baik perkembangan dibidang industri maupun perkembangan dilingkungan pendidikan [1][2]. Sehingga game juga telah menjadi lebih realistis dan menantang berkat penggunaan teknik-teknik kecerdasan buatan dalam desain karakter, perilaku musuh, dan sistem navigasi.

Jasson berpendapat bahwa “Game adalah satu sistem atau program dimana satu atau lebih pemain mengambil keputusan melalui kendali pada suatu hal di dalam game untuk mencapai suatu tujuan tertentu” [3]. Game merupakan sistem yang bertujuan untuk mendapatkan hiburan, bahkan digunakan dalam pembelajaran.

Game memiliki banyak sekali jenis jika dilihat dari konsep permainan seperti aksi, balapan, permainan peran, pertarungan dan lain-lain. Terdapat salah satu jenis permainan yaitu platform. Jenis ini adalah sebuah permainan dimana karakter pemain bergerak pada sebuah bidang plat atau platform[4].

Weapon War adalah sebuah game dengan konsep platform dengan dimensi 2D. Pada game Weapon War, user (pemain) bermain dengan menggerakkan karakter pemain dengan menggunakan keyboard dan mouse. Game ini terdapat sebuah boss (musuh) yang harus dibunuh oleh pemain, agar permainan menjadi lebih menarik maka boss diberikan sebuah senjata dengan roket misil yang mengejar karakter pemain untuk membunuh karakter pemain. Jadi pemain harus menghindari atau menembak roket tersebut. Dalam game Weapon War, terdapat 3 level yang memiliki status boss yang berbeda pada masing-masing level, seperti kecepatan gerak, interval tembakan, serta kerusakan (damage) yang dihasilkan. Saat bermain, pemain akan diberikan buff atau yang bisa disebut peningkatan sementara dalam permainan. Dan juga pemain juga diberikan koin setelah memberikan damage kepada boss dan mendapat tambahan jika berhasil membunuh boss. Koin ini akan digunakan untuk meningkatkan status karakter pemain dan membeli senjata baru.

Roket pada game weapon war tidak bisa mengejar pemain sendiri, maka diperlukanlah sebuah algoritma yang digunakan untuk menunjang terbentuknya aplikasi sesuai dengan kebutuhan permainan. Kebutuhan yang diperlukan dalam dalam Weapon War, adalah proses pencarian karakter pemain dengan jalur terpendek untuk roket misil kendali dalam melakukan pengejaran terhadap karakter pemain. Dipilih lah sebuah algoritma kecerdasan buatan yaitu Algoritma A-Star.

Dalam sains komputer, A* (dibaca “A star”) adalah algoritma komputer yang digunakan secara luas dalam mencari jalur (path finding) dan grafik melintang (graph traversal) [5]. Algoritma A* seringkali digunakan pada beberapa penelitian untuk mencari jalan terpendek pada sebuah area, dan telah digunakan pada banyak permasalahan yang ada.

Terdapat banyak penelitian terdahulu yang telah memanfaatkan algoritma A-Star di dalam game mereka seperti, pengenalan budaya minahasa dalam game 3D [6], penentuan rute terpendek penjaga dalam mengejar pencuri dalam game *good thief* [7], implementasi algoritma A-Star pada Jumrah sebagai NPC dalam game *jumrah launch story* [8], implementasi algoritma A-Star pada game *Pacman* sebagai media pembelajaran [9], dan penentuan rute terpendek musuh untuk menuju ke target [10].

2. Metode Penelitian

2.1. Algoritma A-Star

Algoritma A Star adalah salah satu algoritma pencarian yang menganalisa input, mengevaluasi sejumlah jalur yang mungkin dilewati dan menghasilkan solusi [11]. Algoritma A-Star merupakan algoritma Branch & Bound yang artinya adalah algoritma yang digunakan untuk mencari solusi dengan informasi heuristik untuk menghasilkan solusi yang optimal [1]. Heuristik adalah penilai yang memberi harga pada tiap simpul yang memandu A* mendapatkan solusi yang diinginkan. Dengan heuristik yang benar, maka A* pasti akan mendapatkan solusi (jika ada) yang dicari [1].

Nilai biaya setiap node n menyatakan taksiran ongkos termurah lintasan dari simpul n ke simpul target (target node), yaitu : $F(n)$ = nilai perkiraan lintasan dari node n ke target node, artinya $F(n)$ mengambil nilai terkecil biaya dari hasil solusi dari n. Fungsi rumus algoritma A-Star untuk menghitung biaya yang dilewati dinyatakan seperti rumus (1).

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

Dimana :

$F(n)$ = Biaya untuk node n

$G(n)$ = Ongkos untuk mencapai node n dari root

$H(n)$ = Ongkos untuk mencapai node tujuan dari node n

Adapun langkah-langkah dalam Algoritma A-Star adalah sebagai berikut :

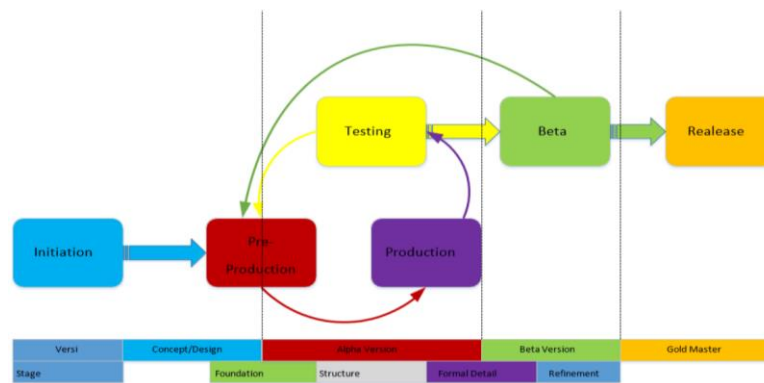
1. Tambahkan starting point ke dalam openset.
2. Cari biaya F terendah pada setiap node dalam open set. Node dengan biaya F terendah kemudian disebut current node.
3. Masukkan ke dalam closed set, dengan syarat 8 node berdekatan dengan current node, walkable, jika tidak walkable abaikan, jika tidak terdapat dalam open set, tambahkan ke open set.
4. Jika sudah ada open set, periksa apakah jalan ini ke current node yang lebih baik dengan biaya G sebagai ukurannya. Node dengan biaya G terendah berarti bahwa ini adalah jalan terbaik. Jika demikian, buat node ini sebagai came from dari current node dan hitung ulang nilai G dan F dari node ini. Jika biaya G tidak ditentukan, maka nilai biaya menjadi nilai konstan, biasanya 1.
5. Ulangi langkah 2 hingga langkah 4, dan berhenti jika menambahkan target point ke dalam closed set, dalam hal ini artinya jalan ditemukan, atau berhenti jika gagal menemukan target point dan open set kosong, dalam kasus ini, tidak ada solusi.
6. Simpan jalan. jalan akan bekerja mundur dari target point, pergi dari masing-masing node ke node came from sampai mencapai starting point. Itulah jalan yang sudah ditentukan.

2.2. Unity

Unity adalah Game Engine yaitu komponen yang ada di balik layar setiap video game [12]. Unity dapat membuat game untuk multi platform yang artinya dalam satu project game dapat digunakan untuk banyak platform seperti windows, android, dan lain-lain. Unity saat ini tidak hanya digunakan untuk membuat game, unity telah digunakan seperti film, otomotif, teknik, simulasi dan konstruksi. Dalam Unity terdapat istilah yang bernama Sprite. Sprite merupakan komponen di dalam Unity yang digunakan sebagai objek grafis. Kemudian ada Scene. Scene adalah tempat GameObject ditempati. Scene menyimpan properti yang dimiliki GameObject seperti posisi & nama. GameObject adalah objek-objek yang ada dalam game seperti karakter pemain, item, pencahayaan, kamera, hingga efek. GameObject tidak dapat melakukan apapun secara sendiri, GameObject perlu diberikan properti agar menjadi karakter, lingkungan, ataupun efek. GameObject dalam bertindak sebagai penampung atau Container (kontainer) untuk komponen yang sesuai dengan fungsi nya masing-masing.

2.3. Game Development Life Cycle

Game Development Life Cycle (GDLC) merupakan sebuah metode pengembangan dalam game yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu inisiasi, praproduksi, produksi, alpha test, beta test, dan perilisan. Menurut Heather Chandler, metode ini sangat mudah untuk diaplikasikan ke hampir semua kasus dalam pembuatan Game [13]. Penelitian ini akan mengaplikasikan 1 siklus pengembangan.



Gambar 1. Metode Game Development Life Cycle

Pada tahap inisiasi ini membuat pengembangan ide permainan, perumusan konsep, dan pengambilan keputusan awal mengenai genre permainan, alur cerita, mekanika permainan, tantangan, fitur dan target audiens. Game Weapon War adalah game bertema platform dan shooting dengan target audiens berusia 13 tahun keatas.

Mekanika permainan adalah mekanisme di dalam game bagaimana pemain memainkan game yang dibuat. Seperti apa goals atau tujuan di dalam game atau bagaimana pemain bermain di dalam game tersebut. Mekanika Permainan yang ada dalam Weapon War diantaranya adalah pemain diharuskan membunuh boss sebagai musuh yang ada pada game sembari menembak atau menghindari roket yang akan mengejar pemain tanpa jatuh ataupun menyentuh boss. Pemain dapat mengumpulkan score dengan cara menembak boss dan roket. Score diperoleh sesuai dengan damage (kerusakan) yang ditimbulkan oleh senjata dan sejumlah score dengan menembak roket. Pemain juga dapat mengumpulkan koin dari score yang telah di dapat. Koin akan digunakan untuk meningkatkan status pada karakter pemain dan membeli weapon box.

Tantangan permainan dan fitur adalah tantangan di dalam game yang akan memberikan sensasi keseruan dalam bermain dan fitur yang diterapkan ke dalam game baik mempermudah permainan atau mempersulit permainan. Tantangan yang disiapkan dalam permainan adalah semakin tinggi level yang dipilih semakin banyak pula HP boss, cepatnya tembakan roket, dan kecepatan gerak boss. Pemain diberikan kemudahan dalam bermain dengan mengoleksi senjata yang telah disediakan. Lalu terdapat fitur meningkatkan status karakter pemain diantaranya yaitu HP (poin darah karakter), Attack (kerusakan karakter), dan Speed (kecepatan gerak karakter). Di dalam permainan, akan ada buff (Peningkatan Sementara) yang berefek pada karakter pemain seperti, Health Box, Firerate Box, dan Speed Box.

Pada tahap praproduksi ini merencanakan secara rinci dan mempersiapkan proyek pengembangan permainan seperti pembuatan desain konseptual dan menentukan teknologi yang digunakan. Tahap ini, penulis membuat beberapa konsep desain yang akan menjadi dasar dari UI dalam game. Penulis juga menyiapkan software yang akan dipakai dalam proses pembuatan.

Selanjutnya Tahap Produksi, yaitu merupakan proses inti yang akan menciptakan aspek teknis dan artistik yang mengimplementasikan konsep, desain dan rencana yang telah dibuat pada pra-produksi. Pembuatan aset, script, dan integrasi aset dan script dilakukan pada tahap ini. Tahap ini adalah tahap inti dalam pembuatan game yang melibatkan pembuatan dan pengumpulan material game, dan pembuatan scene game.

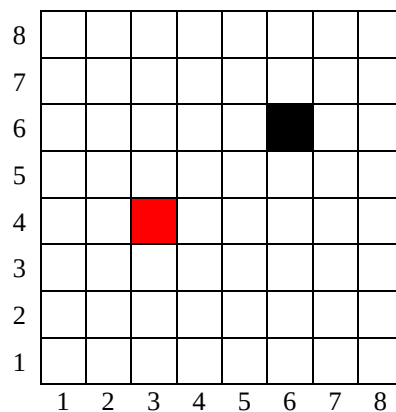
Pada tahap alpha test penulis akan menguji keseluruhan fungsi dan aspek-aspek dalam game. Penulis akan menguji game ini kepada penulis sendiri. Pertama akan dilakukan black box testing yang akan menguji kualitas game yang dibuat terdiri dari fungsi dan beberapa aspek, apakah berjalan sesuai harapan penulis atau tidak. Jika terdapat hal yang tidak diinginkan maka penulis akan langsung memperbaiki semampunya, jika tidak bisa diperbaiki, maka fitur akan di lewati dan tidak ditambah.

Pada tahap ini, game yang telah dibuat akan diberikan kepada penguji pihak ketiga atau penguji dari luar. Penguji akan mencoba memainkan game yang telah dibuat sebelum dirilis secara resmi. Ada beberapa hal yang akan dievaluasi, seperti kualitas, kemudahan, tingkat kesulitan game, bug yang terjadi, dan lain sebagainya. Jika penguji memiliki keluhan, maka akan dilakukan perbaikan menurut laporan yang diberikan oleh penguji.

Pada tahap perilis, game yang telah dibuat dan di ujicoba oleh pihak internal maupun pihak eksternal maka game akan dirilis setelah perbaikan selesai dilakukan. Penulis merilis game *Weapon War* ke situs bernama itch io. Itch io merupakan sebuah situs dimana user dapat menghosting, menjual dan mengunduh game. Penelitian sudah selesai hingga tahap ini. Akan tetapi, setelah tahap ini selesai, bisa dilanjutkan ke tahap lanjutan yang disebut Support and Maintenance dimana game terus dikembangkan jika diinginkan dan memperbaiki beberapa kesalahan yang tertinggal, hal ini untuk memastikan bahwa game yang dihadirkan benar-benar mampu memberikan pengalaman bermain yang maksimal.

3. Hasil dan Pembahasan

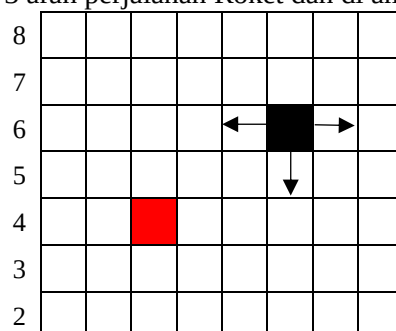
3.1. Perhitungan Manual Algoritma A-Star



Keterangan :

- = Roket
- = Node yang telah dilewati roket
- = Player (Target)
- = Node

Langkah pertama adalah menentukan posisi kordinat Roket dan Player (Target). Posisi kordinat Roket adalah 6,6 dan kordinat pemain 3,4, tujuan perjalanan adalah mencapai posisi kordinat pemain yaitu 3,4. Ada 3 arah perjalanan Roket dan di ambil nilai paling kecil.



1								
	1	2	3	4	5	6	7	8

1. Ke Kanan = 7,6

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (7,6)) \\
 &= 1 + (4 + 2) = 7
 \end{aligned}$$

2. Ke Kiri = 5,6

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (5,6)) \\
 &= 1 + (2 + 2) = 5
 \end{aligned}$$

3. Ke Bawah = 6,5

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (6,5)) \\
 &= 1 + (3 + 1) = 5
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Algoritma A-Star pada Raket untuk mencari pemain didapatkan dua hasil terkecil yakni lima, maka akan kita ambil salah satu, misalnya ke arah bawah. Maka didapatkan posisi kordinat Raket yaitu 6,5. Ulangi terus perhitungan hingga roket mencapai target.

8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
	1	2	3	4	5	6	7	8

1. Ke Kanan = 7,5

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (7,5)) \\
 &= 1 + (4 + 1) = 6
 \end{aligned}$$

2. Ke Kiri = 5,5

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (5,5)) \\
 &= 1 + (2 + 1) = 4
 \end{aligned}$$

3. Ke Bawah = 6,4

$$\begin{aligned}
 F &= g + h \\
 &= 1 + \text{abs}((3,4) - (6,4)) \\
 &= 1 + (3 + 0) = 4
 \end{aligned}$$

8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
	1	2	3	4	5	6	7	8

1. Ke Kanan = 7,4

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (7,4))$$

$$= 1 + (4 + 0) = 5$$

2. Ke Kiri = 5,4

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (5,4))$$

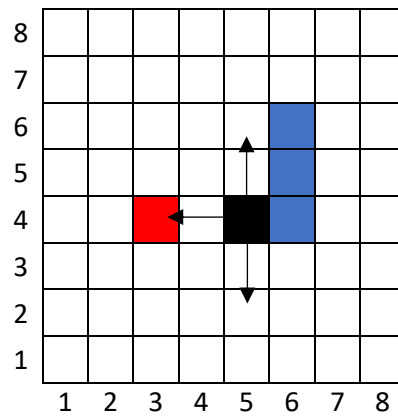
$$= 1 + (2 + 0) = 3$$

3. Ke Bawah = 6,3

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (6,3))$$

$$= 1 + (3 + 1) = 5$$



1. Ke Atas = 5,5

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (5,5))$$

$$= 1 + (2 + 1) = 4$$

2. Ke Kiri = 4,4

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (4,4))$$

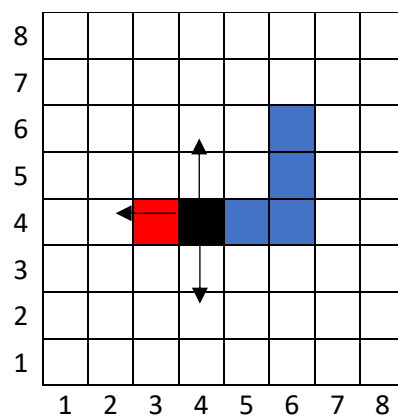
$$= 1 + (1 + 0) = 2$$

3. Ke Bawah = 5,3

$$F = g + h$$

$$= 1 + \text{abs}((3,4) - (5,3))$$

$$= 1 + (2 + 1) = 4$$



- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Ke Atas = 4,5 | 2. Ke Kiri = 3,4 | 3. Ke Bawah = 4,3 |
| $F = g + h$ | $F = g + h$ | $F = g + h$ |
| $= 1 + \text{abs}((3,4) - (4,5))$ | $= 1 + \text{abs}((3,4) - (3,4))$ | $= 1 + \text{abs}((3,4) - (4,3))$ |
| $= 1 + (1 + 1) = 3$ | $= 1 + (0 + 0) = 1$ | $= 1 + (1 + 1) = 3$ |

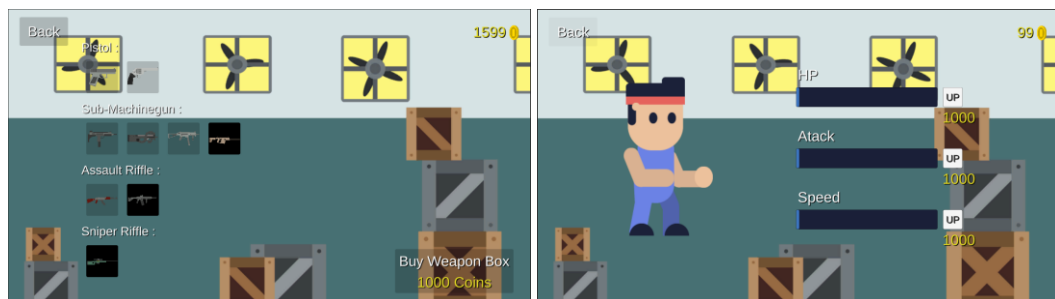
Dari perhitungan terakhir di atas, kita mendapatkan nilai terkecil yaitu satu, maka kita ambil ke arah kiri dengan kordinat 3,4. Perhitungan diatas merupakan perhitungan terkahir dikarenakan Roket telah mencapai posisi Player.

3.2. Game Weapon War

Setiap level dalam game *Weapon War* memiliki tema yang berbeda. Pada level 1, bertemakan hutan dan pegunungan, lalu level 2 bertemakan gudang persenjataan, dan level 3 bertemakan gua lava.



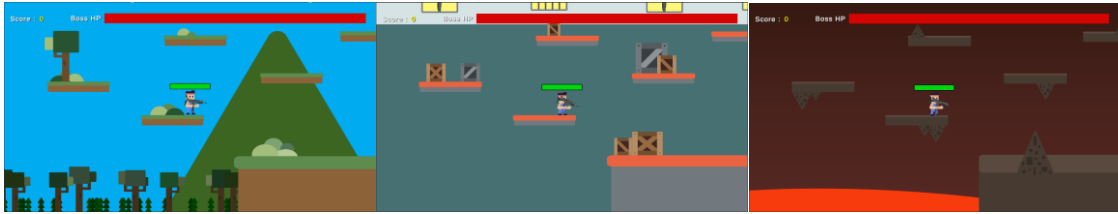
Gambar 2. Dari Kiri ke Kanan, Menu Utama dan Menu Level



Gambar 3. Dari Kiri ke Kanan, Menu Weapon Stash dan Menu Upgrade Stats

Pada Menu Utama, User dapat mengakses permainan dan menutup atau keluar dari permainan. Ketika user mengakses play, akan tampil Menu Level. Pada Menu Level, user bisa memilih level yang ingin dimainkan dan membuka 2 menu lainnya, yaitu : Menu Weapon Stash dan Menu Upgrade Stats.

Pada Menu Weapon Stash, user akan memilih senjatanya dengan memilihnya saja. Sistem akan secara otomatis menyimpan senjata yang dipilih. Senjata yang belum didapatkan akan di blokir agar tidak bisa dipilih. Lalu di bawah kanan, user dapat membeli senjata baru secara acak. Senjata yang telah didapat dan mendapatkan nya kembali maka akan dikembalikan setengah harga nya. Selanjutnya Menu Upgrade Stats, user di menu ini dapat mengupgrade status karakter pemain nya, dari Health Point, Attack, dan Speed.



Gambar 4. Dari Kiri ke Kanan, Tampilan Level 1, Level 2, dan Level 3



Gambar 5. Dari Kiri ke Kanan, Tampilan Player mengalahkan Boss, dan ketika player mati

3.3. Hasil Dari Black Box Test

Pengujian fungsional yang digunakan untuk menguji sistem yang baru adalah metode pengujian alpha. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah pengujian black box yang berfokus pada persyaratan fungsional dari sistem yang dibangun pada permainan.

Tabel 1. Tabel Pengujian Black Box

Aktivitas Pengujian	Realisasi	Hasil	Kesimpulan
Button Play	Masuk Menu Pemilihan Level	Menampilkan Menu Pemilihan Level	Berhasil
Button Exit	Menutup Permainan	Keluar dari game	Berhasil
Button Back	Kembali ke Menu Awal	Menampilkan Menu sebelumnya	Berhasil
Button Level 1	Masuk ke Level 1	Masuk ke level 1	Berhasil
Button Level 2	Masuk ke Level 2	Masuk ke level 2	Berhasil
Button Level 3	Masuk ke Level 3	Masuk ke level 3	Berhasil
Button Memilih Senjata	Memilih senjata	Senjata yang dipilih disimpan dalam registry	Berhasil
Senjata yang duplikat menjadi koin	Menampilkan panel notifikasi duplikat	Menampilkan notifikasi bahwa senjata duplikat dan mengembalikan coin sebanyak setengah harga weapon box	Berhasil
Button Upgrade status	Meningkatkan Status	Menampilkan status yang berhasil ditingkatkan	Berhasil
Menggerakkan pemain	Menggerakkan pemain ke kiri, kanan, & melompat	Mengontrol player sesuai yang diarahkan	Berhasil
Menembak dengan Senjata	Menembak sesuai dengan posisi kursor pada layar	Menembak sesuai dengan posisi kursor pemain	Berhasil
Pergerakan Boss	Boss bergerak ke kiri dan kanan	Boss bergerak ke ujung kiri dan berbalik ke	Berhasil

Aktivitas Pengujian	Realisasi	Hasil	Kesimpulan
		kanan, dan juga sebaliknya	
Penembakan Raket	Boss menembakkan roket	Boss menembakkan beberapa pola roket secara acak	Berhasil
Raket mengejar player	Raket mengejar player	Raket mencapai posisi pemain	Berhasil
Boss mati	Menampilkan Panel Win	Panel win ditampilkan	Berhasil
Player mati	Menampilkan Panel Dead/Lose	Panel dead ditampilkan	Berhasil

4. Kesimpulan

Pembuatan game bernama Weapon War dengan memanfaatkan algoritma A-Star. Hasil yang pembuatan game mendapat banyak respon yang positif beserta beberapa masukan agar game bisa menjadi lebih baik. Dalam Beta Test, game berhasil dijalankan tanpa adanya permasalahan yang serius. Algoritma A-Star yang diterapkan berjalan dengan baik dalam game. Raket mampu mencari karakter pemain dengan melewati platform yang ada. Permasalahan proses pencarian karakter pemain dengan jalur terpendek untuk roket misil kendali dalam melakukan pengejaran berhasil diselesaikan.

Algoritma A-Star bekerja dengan melakukan pemetaan node kemudian menghitung bagaimana rute terbaik dalam mengejar pemain. Tiap-tiap node dihitung agar didapat jalan yang terbaik. Implementasi algoritma A-Star berhasil dilakukan di dalam game Weapon War, dan algoritma A-Star telah menyelesaikan permasalahan yaitu pengejaran roket terhadap player. Algoritma A-Star melakukan pemetaan node terlebih dahulu lalu memasukkan sasaran.

Game *Weapon War* memerlukan beberapa tambahan pengembangan di dalamnya. Beberapa fitur masih bisa ditambah agar game menjadi lebih menarik dan menantang. Menambah cerita agar game menjadi lebih menarik. Perlu penambahan jenis musuh agar permainan tidak monoton. Dari segi suara, perlu menambah musik latar dan efek suara dari senjata. Dan menambah mode multiplayer agar game dapat dinikmati dengan teman.

Daftar Pustaka

- [1] H. Hermawan and H. Setiyani, "Implementasi Algoritma a-Star Pada Permainan Komputer Roguelike Berbasis Unity," *J. Algoritma. Log. dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 111–120, 2019, doi: 10.30813/j-alu.v2i1.1571.
- [2] A. R. Siadari and M. Siddik, "Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif 3D Tata Surya Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–19, 2021, [Online]. Available: <http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/JMApTeKsi/index.php/JOM/article/view/597>
- [3] H. Sugiarto, "PENERAPAN METODE GAME DEVELOPMENT LIFE CYCLE PADA APLIKASI GAME TEBAK NAMA PAHLAWAN NASIONAL BERBASIS ANDROID," *J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.36080/skanika.v5i1.2904.
- [4] D. Prayoga, L. Rusdiana, and F. Yedithia, "PENGEMBANGAN GAME 2D PLATFORMER 'VIRUS MUST DIE' BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN UNITY," *SAINTEKOM*, vol. 12, no. 2, pp. 200–209, 2022.
- [5] I. B. Gede Wahyu Antara Dalem, "Penerapan Algoritma A* (Star) Menggunakan Graph Untuk Menghitung Jarak Terpendek," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 41–47, 2018, doi: 10.31598/jurnalresistor.v1i1.253.
- [6] K. Cerent Lamia, A. S. M. Lumenta, and B. A. Sugiarto, "Implementation of the A* (A Star) Algorithm in the Minahasa Culture 3D Game," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 11,

- no. 2, pp. 55–66, 2022.
- [7] R. F. Oktanugraha and S. R. Nudin, “Implementasi Algoritma A* (A Star) dalam Penentuan Rute Terpendek yang Dapat Dilalui Non Player Character pada Game Good Thief,” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 2, no. 01, pp. 74–85, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v2n01.p74-85.
- [8] G. Mutaqin, J. N. Fadilah, and F. Nugroho, “Implementasi Metode Path Finding dengan Penerapan Algoritma A-Star untuk Mencari Jalur Terpendek pada Game ‘Jumrah Launch Story,’” *Walisongo J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–48, 2021, doi: 10.21580/wjit.2021.3.1.7042.
- [9] A. B. Febliama, N. Dian Fitria, and A. N. Handayani, “The Application of a Star (A*) Algorithm on the Android-Based Pacman Adaptation Educational Game as a Learning Media for SMK,” *Adv. Soc. Sci. Educ. Humanit. Res.*, vol. 242, pp. 200–206, 2019, doi: 10.2991/icovet-18.2019.51.
- [10] A. Candra, M. A. Budiman, and R. I. Pohan, “Application of A-Star Algorithm on Pathfinding Game,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1898, no. 012047, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1898/1/012047.
- [11] F. Badri and M. F. Al Habib, “IMPLEMENTASI ALGORITMA A* (A Star) PADA NPC (NON-PLAYABLE CHARACTER) GAME PACMAN MENGGUNAKAN GAME ENGINE UNITY 5 BERBASIS ANDROID,” *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 4, no. 2, pp. 49–56, 2020, doi: 10.51804/tesj.v4i2.295.49-56.
- [12] A. D. Rachmanto and M. S. Noval, “IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PENGENALAN PROMOSI UNIVERSITAS NURTANIO BANDUNG MENGGUNAKAN UNITY 3D,” *FIKI J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 1, pp. 29–37, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/jurnalfiki/article/view/237>
- [13] L. Husniah, B. F. Pratama, and H. Wibowo, “Gamification And GDLC (Game Development Life Cycle) Application For Designing The Sumbawa Folklore Game ”The Legend Of Tanjung Menangis (Crying Cape),” *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput. Electron. Control*, vol. 3, no. 4, pp. 351–358, 2018, doi: 10.22219/kinetik.v3i4.721.