

Game “*Finding Easter Eggs*” Berbasis Augmented Reality Menggunakan Algoritma A-Star

“*Finding Easter Eggs*” An Augmented Reality Based Game Using A-Star Algorithm

Louis D.S. Joseph¹, Immanuela P. Saputro^{*2}, Angelia M. Adrian³

¹²³Universitas Katolik De La Salle Manado; Kombos-Kairagi I Manado, telp: (0431-871957)

¹²³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Unika De La Salle, Manado

e-mail: ¹davidstevie_joseph@live.com, ^{*2}isaputro@unikadelasalle.ac.id,
³madrian@unikadelasalle.ac.id

Abstrak

Game merupakan hiburan yang bisa dimainkan oleh segala jenis umur. Selain digunakan sebagai hiburan, game juga dapat digunakan untuk media pembelajaran. Teknologi yang digunakan pada game saat ini tak lepas dari teknologi itu sendiri, salah satunya adalah augmented reality yang memberikan pengalaman baru bagi penggunanya karena memungkinkan pemain bermain game 3D di lingkungan dunia nyata. Algoritma A-Star adalah algoritma populer untuk pencarian rute terpendek. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah game augmented reality “*Finding Easter Eggs*” menggunakan metode A-Star sebagai salah satu alternative untuk tetap mengadakan perlombaan mencari telur paskah di masa pandemik Covid-19. Game ini berjenis simulasi karena memungkinkan pemain mencari telur paskah menggunakan augmented reality. Penerapan algoritma A-Star digunakan sebagai fitur pencarian rute tercepat menemukan telur paskah. Game ini diterapkan pada platform android versi 6.0 menggunakan bahasa pemrograman C#. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada game “*Finding Easter Eggs*”, menunjukkan bahwa hasil maksimal game dimainkan pada area datar dengan pencahayaan yang memadai dengan ukuran area permainan 10x10 meter. Pengujian algoritma A-Star menunjukkan hasil bahwa game dapat memberikan rute tercepat dengan adanya garis bantu pada area permainan.

Kata kunci—Game, Augmented Reality, A-Star

Abstract

Games is a form of entertainment that can be played by any ages. In addition to that, game also can bring education to its players. Recently, the development of technology has influenced the game development. For example, augmented reality-based game the allows players to play 3D game in real world. A-Star algorithm is a popular method to find the shortest path to the destination. This research has built an augmented reality game “*Finding Easter Eggs*” using A-Star algorithm as an alternative to celebrate Easter Eggs hunt during in the pandemic Covid - 19. This is a simulation game that allows players to looking for easter Eggs using augmented reality. A-Star is used in this game as a feature to find the shortest path to find easter Eggs. This game is implemented on the android platform version 6.0 using the C # programming language. This game has been successfully built, and test shows that this game has best scenario when it played on a flat area with adequate lighting and the size of game area is 10x10 meters. The A-Star algorithm test shows the results that the game can provide the fastest route with a guide line in the game area.

Keywords— Game, Augmented Reality, A-Star

1. PENDAHULUAN

Perlombaan mencari telur Paskah adalah sebuah tradisi untuk memeriahkan perayaan Paskah. Perlombaan ini biasanya diikuti oleh anak-anak sekolah minggu. Anak-anak harus mencari telur-telur Paskah yang sudah disembunyikan pada tempat-tempat tertentu baik di dalam ruangan tertentu dalam sekolah maupun di taman sekolah Minggu. Pandemi Covid-19 masih menjadi masalah global, dan Indonesia masih melakukan pembatasan sosial untuk itu segala bentuk kegiatan yang mengumpulkan termasuk pembatasan ibadah dan kegiatan lain di sekitar gedung gereja. Salah satu alternatif yang dapat digunakan supaya perlombaan mencari telur Paskah dapat dilakukan tanpa melanggar pembatasan sosial adalah menggunakan permainan *game* komputer. *Game* komputer adalah suatu aplikasi hiburan yang sering dimainkan berbagai kalangan sebagai sarana untuk mengisi waktu luang maupun bersenang-senang [1]. Manfaat positif yang dapat diperoleh dari bermain *game* selain untuk menghilangkan rasa jenuh dapat juga meningkatkan kemampuan mengasah otak karena sebuah *game* mengharuskan pemainnya menyelesaikan suatu misi tertentu. Untuk dapat menyelesaikan misi dibutuhkan kemampuan berpikir dan menalar yang baik [2]. Teknologi *augmented reality* adalah sebuah teknologi yang menawarkan pengalaman baru pada pengguna berdasarkan sensasi suara maupun video dalam ruang 3D dengan memanfaatkan lingkungan dunia nyata [3].

Pada penelitian [4], Algoritma A* diterapkan pada *game* ular konvensional dan berhasil melakukan pencarian rute yang memberikan jalur menuju makanan, menghindari tabrakan dengan dinding ataupun menghindari tabrakan dengan bagian tubuhnya sendiri. Penelitian [5], berhasil menerapkan algoritma A* pada *game* Sokobon untuk mencari jalur terpendek dari titik awal menuju titik tujuan berdasarkan nilai terkecil atau jalur yang paling cepat. Berdasarkan hal-hal yang sudah disebutkan sebelumnya, maka dalam penelitian ini penulis bermaksud untuk membuat sebuah *game mobile* berbasis *augmented reality* sebagai alternatif untuk memeriahkan perayaan Paskah khususnya perlombaan mencari telur Paskah dengan menggunakan gawai dan dilakukan di rumah masing-masing.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Algoritma A*

Algoritma *A-Star* adalah algoritma paling populer yang digunakan untuk melakukan pencarian jalur terpendek atau tercepat. Pencarian jalur tersebut dilakukan dimulai pada node awal $g(n)$ sampai node tujuan menggunakan fungsi heuristik $h(n)$ [6] [7]. Fungsi heuristik dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$h(n) = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2} \quad (1)$$

dimana:

$h(n)$: fungsi heuristic
 $x1, y1$: koordinat node awal
 $x2, y2$: koordinat node tujuan

Sedangkan untuk mencari nilai $f(n)$ digunakan persamaan 2:

$$f(n) = h(n) + g(n) \quad (2)$$

dimana

$f(n)$: fungsi f (jarak terpendek)
 $h(n)$: fungsi heuristik
 $g(n)$: koordinat node tujuan

2.2. Game Komputer

Game komputer adalah sebuah media interaktif yang sering dimanfaatkan sebagai media hiburan untuk mengisi waktu. Namun saat ini selain sebagai media hiburan, *game* sudah banyak dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Semua jenis *game* memiliki elemen dasar seperti *rules, policy, scenario, events, decisions, levels, score, indicator*, dan simbol. Salah satu *platform game* yang banyak digunakan adalah *mobile games* yaitu *game* yang dijalankan pada sebuah gawai. *Game* juga dapat dibedakan dari cara bermainnya, salah satunya adalah *game* simulasi yang memberikan permainan pada pemainnya seperti kehidupan dunia nyata [8]. Selain itu *game* simulasi adalah *game* yang mensimulasikan realita kompetisi, kerjasama, ketrampilan, peluang, peraturan, peran dan strategi untuk mengambil keputusan dalam memenangkan *game* [9]

2.3. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah sebuah teknologi yang dapat menghadirkan dunia virtual di lingkungan dunia nyata yang ditampilkan melalui layar monitor [10]. Terdapat dua jenis teknologi AR yaitu menggunakan *marker* dan *markerless*. Pada teknologi *AR markerless*, tidak digunakan tempat atau acuan bagi obyek virtual tetapi obyek tersebut menggunakan lingkungan nyata pada bidang horizontal. Pendeteksian lingkungan nyata pada metode *markerless* dilakukan melalui deteksi tepi, sudut, dan tekstur dari objek [11]

2.4. Metode Penyelesaian Masalah

Penelitian ini menggunakan metode penyelesaian masalah dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah dan studi literatur

Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi masalah sehingga pembuatan *game augmented reality* “*Finding Easter Eggs*” dapat menjadi alternative solusi dari permasalahan yang ada. Untuk mendukung teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan studi literatur yang berasal dari buku teks, *e-book*, dan jurnal ilmiah yang sesuai.

2. Analisis

Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data yang digunakan untuk membuat *game augmented reality* “*Finding Eater Eggs*” serta melakukan analisis perbandingan terhadap beberapa penelitian terdahulu.

3. Perancangan

Pada tahap ini penulis merancang *storyboard* untuk halaman depan *game*, halaman panduan, halaman *gameplay* dan peta *game* berdasarkan hasil tahap analisis

4. Implementasi

Tahap ini penulis melakukan pemrograman menggunakan bahasa pemrograman C# pada *platform android* versi 6.0. Implementasi antarmuka menggunakan Adobe Photoshop CC 2015, pembuatan model 3D karakter menggunakan Blender 2.79a.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan pada setiap fitur pada *game* pada beberapa jenis perangkat keras, beberapa keadaan lingkungan serta pada beberapa jenis pencahayaan.

6. Rekomendasi Perbaikan

Tahap ini diberikan rekomendasi perbaikan untuk pengembangan selanjutnya berdasarkan hasil tahap pengujian.

2.5. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan Algoritma A* dengan *genre* edukasi secara *augmented reality* maupun *game* konvensional. Penelitian [3] menghasilkan *game* edukasi untuk membantu anak umur 5-7 tahun pada pengenalan huruf dan angka melalui nama hewan dan jumlahnya. Penggunaan teknologi *augmented reality* terbukti menjadi salah satu faktor yang menarik bagi anak-anak karena mereka dapat melihat obyek sebenarnya dalam bentuk 3D yang

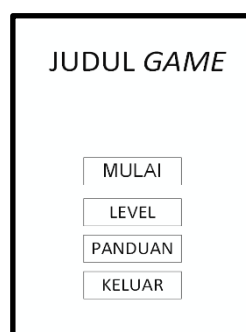
ditampilkan melalui sebuah *marker*. Penelitian [12] berhasil membuat game edukasi untuk anak berbasis android yang membantu pembelajaran Bahasa Inggris. Game dibuat dalam bentuk *puzzle* yang berisi gambar dan nama hewan. Algoritma A* diterapkan untuk mencari jarak terdekat dari potongan-potongan *puzzle* gambar dan nama hewan. Selain pada game edukasi, Algoritma A* juga dapat diterapkan pada *role-playing games* (RPGs). Penelitian [13] berhasil membantu pemain menemukan jalur tercepat secara efektif untuk mengejar musuh pada game *Roguelike*. Berdasarkan hasil pengujian, penerapan A* dapat mengurangi resiko hilangnya waktu dalam pengejaran musuh. Pada penelitian [14] berhasil membuat sebuah aplikasi AREDAI menggunakan teknologi *augmentaed reality* dan *virtual reality* berbasis kecerdasan buatan. AREDAI membantu para siswa sekolah untuk mempelajari suatu materi dalam buku teks dengan cara baru yaitu siswa akan memindai materi yang ingin dipelajari kemudian aplikasi akan memberikan pilihan berupa tampilan *augemented reality*, *virtual reality*, dan *mobile chat bot* pada siswa. Pilihan tersebut dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda bagi para siswa. Penelitian [15] berhasil membangun sebuah game android yang mengadaptasi game Pacman. Penerapan algoritma A* pada game android Pacman dimanfaatkan sebagai media pembelajaran karena untuk melanjutkan permainan, pemain harus menjawab pertanyaan sesuai dengan materi pembelajaran pada siswa SMK.

Pada penelitian yang dilakukan saat ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena game *augmented reality* yang dibangun adalah *markerless* berbasis android. A* digunakan untuk membantu pemain menemukan jalur tercepat di mana telur Paskah berada. Supaya memberikan tantangan lain, pencarian telur Paskah dibatasi oleh waktu.

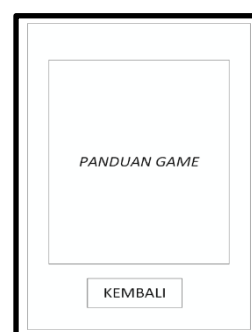
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Antarmuka

Rancangan antarmuka game *augmented reality* “Finding Easter Eggs” dilakukan dengan tujuan memberi acuan pada tahap implementasi. Antarmuka terdiri dari halaman depan game, halaman panduan, halaman *gameplay* dan peta game. Pada Gambar 1 adalah rancangan halaman depan. Pada halaman tersebut mempunyai empat tombol yang masing-masing berfungsi untuk mulai game, memilih *level*, melihat panduan cara bermain game dan terakhir adalah tombol keluar. Untuk antarmuka halaman panduan terlihat pada Gambar 2. Halaman ini memiliki hanya memiliki satu tombol kembali yang berfungsi untuk kembali di halaman depan.



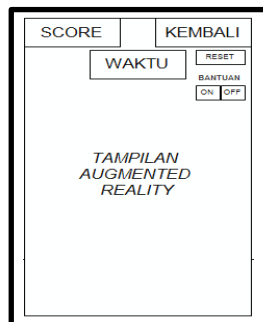
Gambar 1 Halaman Depan



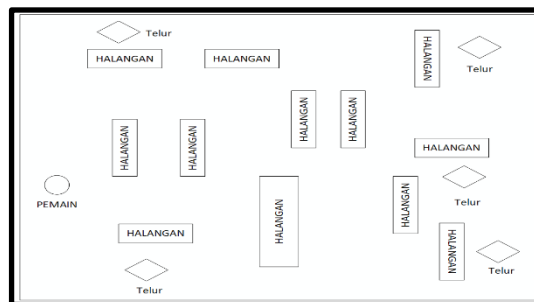
Gambar 2 Halaman Panduan

Gambar 3 merupakan halaman *gameplay* game *augmented reality* “Finding Easter Eggs” menggunakan metode A*. Pada halaman ini terdapat tampilan waktu yang membatasi waktu pengumpulan telur Paskah, keterangan dari banyak telur yang berhasil dikumpulkan, tombol kembali serta tombol bantuan untuk menampilkan garis bantu. Game ini menggunakan *augmented reality markerless* untuk menggambarkan objek 3D dalam dunia nyata. Sedangkan

rancangan peta dari gameplay yang berisi berbagai halangan yang harus dihindari oleh pemain dan obyek telur Paskah yang harus dikumpulkan pemain dapat dilihat pada Gambar 4.



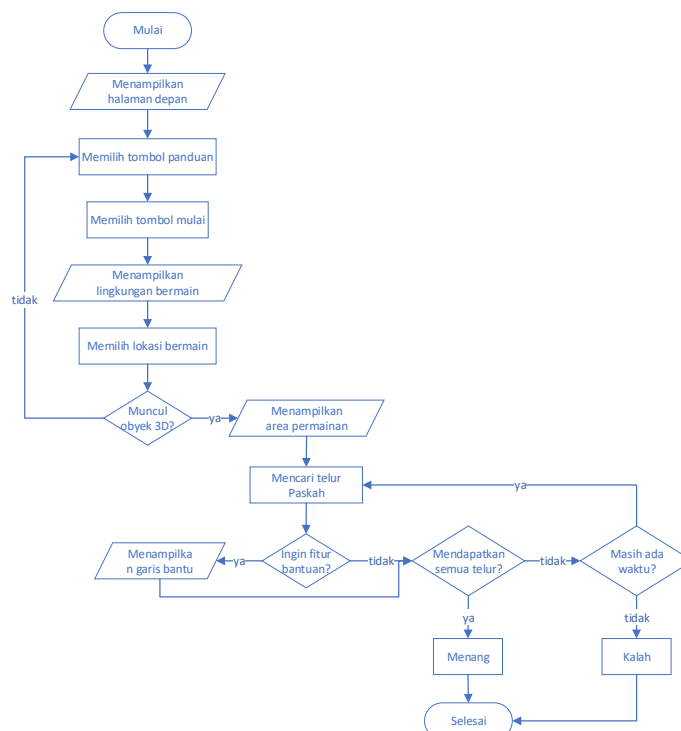
Gambar 3 Halaman Panduan



Gambar 4 Peta Game

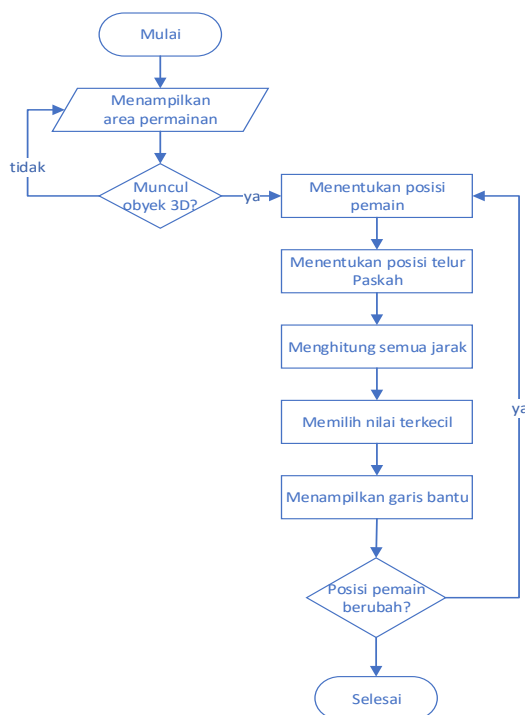
3.2 Perancangan Game

Gambar 5 adalah *flowchart* yang digunakan untuk menggambarkan proses cara bermain game “Finding Easter Eggs”. Untuk pertama kali, pemain harus memilih panduan supaya mengetahui cara bermain game, kemudian tekan tombol mulai melanjutkan permainan. Berikutnya akan muncul lingkungan permainan layar gawai hasil tangkapan kamera. Setelah itu pemain memilih lokasi game dengan cara mengetuk layar gawai dan akan muncul objek 3D berupa objek telur paskah dan halangan pada game. Jika obyek 3D tidak muncul, maka pemain harus menekan lagi tombol mulai. Pemain dapat mulai mencari telur Paskah saat semua objek telah ditampilkan. Jika pemain merasa membutuhkan bantuan mencari telur paskah, pemain harus mengaktifkan fitur bantuan. Fitur bantuan berfungsi untuk menampilkan garis bantu untuk mempercepat pemilihan jalur terdekat dengan obyek telur Paskah. Pemain memenangkan permainan jika berhasil mengumpulkan semua telur sesuai dengan batasa waktu yang ditentukan. Jika pemain kehabisan waktu dan semua telur belum berhasil ditemukan maka pemain dianggap kalah. Pemain yang kalah dapat mengulangi kembali permainan dengan mengetuk tombol mulai.



Gambar 5 Flowchart Gameplay

Gambar 6 merupakan *flowchart* dari penerapan algoritma A-Star pada *game augmented reality* “Finding Easter Eggs”. Alur dimulai pada saat *game* menampilkan area permainan beserta obyek halangan dan telur Paskah. Algoritma A-Star akan menghitung jarak pemain dengan lokasi telur dengan mengabaikan halangan yang ada. Setelah semua nilai jarak ditemukan maka A-Star akan memilih yang paling kecil. Pencarian jarak akan terus berubah sesuai dengan posisi pemain.


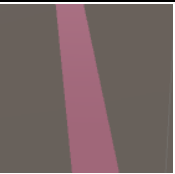


Gambar 6 *Flowchart* A-Star

3.3 Implementasi Game

Obyek 3D telur Paskah dan garis bantu yang digunakan pada *game* “Finding Easter Eggs” dibuat sendiri. Untuk obyek 3D lainnya mengambil dari beberapa sumber. Daftar obyek 3D dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Obyek 3D

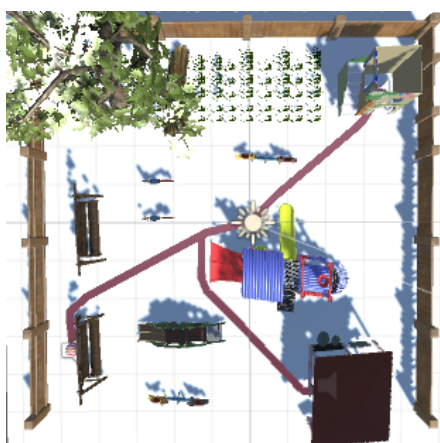
No	Nama	Objek	Keterangan
1	Telur Paskah		Target yang dicari. Sumber: Dibuat Sendiri
2	Garis Bantu		Garis bantu Sumber: Dibuat Sendiri

No	Nama	Objek	Keterangan
3	<i>Swing 3D</i>		Halangan Sumber: https://archive3d.net/?tag=playground
4	<i>Slide</i>		Halangan Sumber: https://archive3d.net/?tag=playground
5	<i>Stair</i>		Halangan Sumber: https://archive3d.net/?tag=playground
6	<i>Tree</i>		Halangan Sumber: https://assetstore.unity.com/packages/3d/vegetation/trees/realistic-tree-10-54724
7	<i>Mushroom</i>		Hiasan Sumber: https://assetstore.unity.com/packages/3d/vegetation/trees/realistic-tree-10-54724

Pada Gambar 7 merupakan halaman depan dan halaman gameplay *game augmented reality "Finding Easter Eggs"* yang dimainkan oleh pemain, dan game dapat memunculkan obyek 3D telur Paskah di lingkungan dunia nyata.

Gambar 7 Halaman depan dan halaman *gameplay*

Implementasi A-Star pada *gameplay game* “Finding Easter Eggs” ditunjukkan dengan mengaktifkan garis bantu yang membantu pemain menuju lokasi telur Paskah dengan jalur terdekat tanpa menabrak halangan dapat dilihat pada Gambar 8.



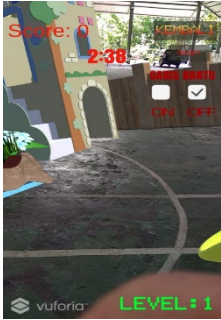





Gambar 8 Implementasi A-Star


3.4 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada Game “Finding Easter Eggs” Berbasis Augmented Reality Menggunakan Algoritma A-Star bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi, tampilan, struktur game berjalan baik, dan penerapan algoritma A-Star dapat berjalan dengan baik. Kasus pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kasus Pengujian

Kegiatan Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual
Game dipasang pada platform android dengan versi 6.0.	Game dapat dipasang.	Game dapat dipasang tapi hanya pada smartphone tertentu.
Menampilkan area permainan 3D pada lokasi datar.	Area permainan 3D dapat dilihat	Area permainan 3D dapat dilihat. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 9.

Kegiatan Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual
Menampilkan area permainan 3D dengan <i>augmented reality</i> di lokasi yang memiliki kemiringan.	Area permainan 3D dapat ditampilkan sesuai dengan kemiringan lokasi.	Area permainan 3D dapat ditampilkan tapi tidak sesuai dengan kemiringan lokasi. Hasil ditunjukkan pada Gambar 10.
Menampilkan area permainan 3D dengan <i>augmented reality</i> di lokasi kurang cahaya.	Area permainan 3D dapat ditampilkan.	Area permainan 3D dapat ditampilkan tetapi area permainan tidak stabil. Hasil dapat dilihat pada Gambar 11.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 9 Lokasi Datar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 10 Lokasi Miring</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 11 Lokasi Kurang Cahaya</p> </div> </div>		
Mencari telur Paskah pada area permainan menggunakan fitur bantuan.	Pemain dapat berjalan mencari telur paskah pada area permainan dengan bantuan garis bantu.	Pemain dapat berjalan mencari telur paskah pada area permainan dengan bantuan garis bantu. Hasil dapat dilihat pada Gambar 12.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 12 Penerapan Algoritma A-Star</p>		
Game dipasang pada <i>platform android</i> versi 4.4.2.	Game tidak dapat dipasang.	Game tidak dapat dipasang.

Kegiatan Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual
Spesifikasi Sistem Operasi: Android Versi 4.4.2 CPU: Dual-core 1.2Ghz GPU: PowerVR SGX544MP2 Chipset: Intel Atom Z2520 RAM: 2GB Storage: 8GB Sensor: Accelometer		

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada *Game* “Finding Easter Eggs” Berbasis *Augmented Reality* menggunakan Algoritma A-Star, dapat disimpulkan:

1. Algoritma A-Star dapat diterapkan dengan baik dalam fitur garis bantu yang memudahkan pemain mencapai lokasi telur Paskah dengan jarak tercepat.
2. Lokasi pemain berpengaruh pada area permainan yang ditampilkan oleh *augmented reality*.
3. Lokasi datar rata dengan luas 10 x 10 meter dengan pencahayaan memadai, memberikan hasil yang maksimal untuk bermain.
4. Gawai yang digunakan membutuhkan versi Android 6 keatas.

5. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut pada game ini, dapat ditambahkan beberapa hal yaitu:

1. Game dapat dimainkan secara Bersama oleh beberapa pemain.
2. Menambah jumlah telur Paskah.
3. Dapat ditambahkan beberapa jenis area permainan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. G. Masala, I. P. Saputro and R. T. Turang, "Perbandingan Algoritma Breadth First Search dan Depth First Search Pada Game Mummy Maze Deluxe," *Jurnal Realtech*, vol. 14, no. 2, pp. 143-148, 2018.
- [2] K. P. Putra, T. P. E. Sanubari and T. F. Manggena, "Pengaruh Intensitas Bermain Game Terhadap Tingkat Kognitif (Kecerdasan Logika-Matematika) Usia 8-9 Tahun," *Satya Widya*, vol. 33, no. 2, pp. 146-153, 2017.
- [3] B. N. Pelealu, T. Afirianto and W. S. Wardhono, "Pengembangan Game Edukasi Mobile Augmented Reality untuk Membantu Pembelajaran Anak dalam Membaca, Menulis, dan Berhitung," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 1492-1499, 2019.

- [4] Masri and A. T. Mukti, "Pencarian Jalur Terpendek Pada Snake Game Menggunakan Algoritma A*," *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, vol. 4, no. 1, pp. 43-52, 2014.
- [5] R. T. Setiani and B. V. Indriyono, "Implementation of A* Algorithm for Solving Sokobon Logic Games," *Journal of Applied Intelligent System*, vol. 4, no. 2, pp. 104-111, 2019.
- [6] A. B. W. Putra, A. A. Rachman, A. Santoso and Mulyanto, "Perbandingan Hasil Rute Terdekat Antar Rumah Sakit di Samarinda Menggunakan Algoritma A* (Star) dan Floyd-Warshall," *Jurnal SISFOKOM*, vol. 09, no. 01, pp. 59-68, 2020.
- [7] M. A. Arsyad, D. Supriyadi, L. N. Hidayah, V. Anggie and D. P. Pratiwi, "Penerapan Algoritma A Star Untuk Pencarian Rute Terpendek Puskesmas Rawat Inap Di Banyumas," in *Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, and Creative Media*, Purwokerto, 2019.
- [8] K. T. Martono, "Pengembangan Game Dengan Menggunakan Game Engine Maker," *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 23-30, 2015.
- [9] A. K. P. Atmani, "Perancangan Permainan Simulasi (Game Simulation) Untuk Menilai Tingkat Kematangan Strategi Teknologi Informasi Terhadap Strategi Bisnis Dengan Metode IT Balanced Scorecard dan Maturity Model COBIT 4.1," *Journal of Animation and Games Studies*, vol. 3, no. 2, pp. 111-149, 2017.
- [10] A. Z. Rahman, T. N. Hidayat and I. Yanuttama, "Media Pembelajaran IPA Kelas 3 Sekolah Dasar Menggunakan Teknologi Augmented Reality," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 2017, 2017.
- [11] M. Jumarlis and M. Mirfan, "Implementation of Markerless Augmented Reality Technology Based on Android to Introduction Lontara in Marine Society," in *Conference Series: Earth and Environmental Science*, Makassar, 2017.
- [12] Mirfan, "Implementasi Algoritma A * pada Game Edukasi Bahasa Inggris Untuk Anak Berbasis Android," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 171-178, 2016.
- [13] H. Hermawan and H. Setiyani, "Implementasi Algoritma A-Star Pada Permainan Komputer Roguelike Berbasis Unity," *Jurnal Algoritma, Logika dan Komputasi*, vol. II, no. 1, pp. 111-120, 2019.
- [14] P. S. Rajendran, I. S. Christian and M. S. Shedge, "AREDAI Augmented Reality Based Educational Artificial Intelligence System," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 8, no. 1, pp. 1960-1963, 2019.
- [15] A. B. Febliama, N. D. 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," in *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, Malang, 2018.