Penerapan Algoritma *Pathfinding* A* Pada *Game* Edukasi Pengenalan Arca Dan Prasasti

M. Afnan Zacky Ardillo*[1], Fithri Selva Jumeilah[2], Arif Prambayun[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Sriwijaya; Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang 30139, Telp/Fax: (0711) 353414 / (0711) 355918
[1,2,3]Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
e-mail: *[1]zackyardillo3110@gmail.com, [2]prambayun@polsri.ac.id, [3]fithri.selva.jumeilah@polsri.ac.id

Abstrak

Museum Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang menyimpan berbagai koleksi arca dan prasasti yang bernilai historis dan berbudaya tinggi. Namun, penyampaian informasi mengenai koleksi tersebut masih dilakukan secara konvensional melalui teks deskriptif pada papan informasi, sehingga belum mampu memberikan pengalaman belajar yang aktif dan mendalam bagi pengunjung. Penelitian ini bertujuan mengembangkan game edukasi berbasis labirin berjudul "Track the Artefact" sebagai media pengenalan arca dan prasasti Museum Sultan Mahmud Badaruddin II serta menerapkan algoritma pathfinding A pada Non-Player Character (NPC) dalam lingkungan permainan labirin. Pengembangan game menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) dan game engine Unity untuk platform Android. Pengujian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu black box testing, simulasi algoritma A*, dan evaluasi System Usability Scale (SUS). Hasil black box testing menunjukkan bahwa seluruh skenario fungsional berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Simulasi algoritma A* yang dilakukan dalam 100 percobaan menghasilkan error rate sebesar 0%. Evaluasi SUS terhadap 25 responden dari masyarakat umum memperoleh skor rata-rata 74 yang termasuk dalam kategori Good, yang menunjukkan bahwa game yang dikembangkan memiliki tingkat usability yang baik sebagai media pembelajaran edukatif bagi masyarakat umum.*

Kata kunci*— Algoritma A*, Game Edukasi, Arca, Prasasti*

Abstract

Museum Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang houses various collections of statues and inscriptions with significant historical and cultural value. However, information about these collections is still presented conventionally through descriptive texts on information boards, which limits the opportunity to provide visitors with an active and in-depth learning experience. This study aims to develop a maze-based educational game entitled "Track the Artefact" as a medium for introducing the statues and inscriptions of Museum Sultan Mahmud Badaruddin II and to implement the A pathfinding algorithm for Non-Player Characters (NPCs) in the maze environment. The game was developed using the Game Development Life Cycle (GDLC) method and the Unity game engine for the Android platform. Testing was conducted in three stages: black box testing, A* algorithm simulation, and System Usability Scale (SUS) evaluation. The black box testing results showed that all functional scenarios operated as expected. The A* algorithm simulation conducted over 100 trials resulted in an error rate of 0%. The SUS evaluation involving 25 respondents from the general public obtained an average score of 74, which falls into the Good category, indicating that the developed game has a good level of usability as an educational medium for the general public.*

Keywords*— A* Algorithm, Educational Game, Statue, Inscription*

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

1. PENDAHULUAN

Game digital telah berkembang menjadi salah satu media edukasi, di mana elemen interaktif dan visual di dalamnya memungkinkan pengguna terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dibandingkan media konvensional yang bersifat satu arah.

Museum Sultan Mahmud Badaruddin II di Kota Palembang menyimpan koleksi arca dan prasasti bersejarah sebagai wujud kebudayaan fisik yang bernilai tinggi, sekaligus sumber informasi sejarah dan budaya, namun penyampaian informasinya masih dilakukan secara konvensional melalui teks deskriptif pada papan informasi, yang dinilai kurang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang aktif dan mendalam bagi pengunjung [1]. Kondisi ini diperparah oleh masih rendahnya kesadaran masyarakat terhadap keberadaan museum sebagai destinasi wisata budaya, sehingga diperlukan pendekatan yang tidak hanya edukatif tetapi juga mampu memperkenalkan museum kepada khalayak yang lebih luas. Museum telah menunjukkan keterbukaan terhadap integrasi teknologi digital, namun inovasi yang ada masih terfokus pada penyajian informasi statis dan belum menyentuh aspek interaktif seperti *game* edukasi berbasis kecerdasan buatan, sebagaimana terlihat pada media pengenalan museum berbasis desktop yang masih bersifat satu arah.

Salah satu genre permainan digital yang menghadirkan tantangan adalah *game* labirin, di mana pemain menelusuri jalur kompleks sambil menghadapi rintangan. Agar pengalaman bermain lebih menantang, diperlukan kehadiran *NPC* (*Non-Player Character*) yang mengejar atau menghalangi pemain, sebab *NPC* dengan pergerakan yang mudah ditebak akan menurunkan kualitas pengalaman bermain [2]. Hal ini menuntut *NPC* untuk memiliki mekanisme kecerdasan buatan berupa algoritma *pathfinding* agar mampu menelusuri struktur labirin secara adaptif. Algoritma A* (A-Star) dipilih dalam penelitian ini karena efisiensi dan keunggulannya pada lingkungan spasial statis seperti labirin dibandingkan algoritma pencarian tanpa informasi (*uninformed search*) seperti *Breadth-First Search* dan *Dijkstra*, yang mengekspansi terlalu banyak *node* ke segala arah; A* terbukti dapat bekerja jauh lebih efektif dengan hanya menggunakan 3,33% dari total *node* yang biasanya diekspansi metode BFS [3]. Melalui penggabungan jarak tempuh aktual dan fungsi heuristik, A* secara konsisten mengevaluasi jalur yang paling menjanjikan menuju target, dan efektivitasnya telah dibuktikan pada penerapan *NPC* musuh dalam *game* berbasis *Android* [2] maupun pada *NPC* dalam *game* petualangan labirin bertemakan edukasi [4]. Penerapan algoritma A* juga telah terbukti efektif pada berbagai genre game lain, mulai dari game rogue-like [5], game labirin sederhana [6], hingga game religi berbasis mobile [7], yang menunjukkan fleksibilitas algoritma ini pada beragam kebutuhan navigasi NPC. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berdiri sendiri dan belum menyatukan unsur seperti penggunaan labirin sebagai lingkungan permainan sekaligus media edukasi serta penerapan *NPC* yang secara aktif mengejar pemain sebagai rintangan dalam suatu *game* edukasi.

Badaruddin II akan media edukasi yang lebih interaktif serta potensi *game* labirin berbasis algoritma A* dalam menghadirkan pengalaman bermain yang menantang sekaligus edukatif, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi labirin mengenai arca dan prasasti Museum SMB II menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Game Development Life Cycle* (*GDLC*), mengimplementasikan algoritma A* sebagai mekanisme navigasi *NPC* di dalamnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan model *Game Development Life Cycle* (*GDLC*) sebagai kerangka pengembangan perangkat lunak, mengikuti temuan sebelumnya yang menunjukkan efektivitas model ini dalam merancang *game* edukasi [8]. Pengembangan dilakukan secara bertahap melalui enam fase, yaitu inisiasi, pra-produksi, produksi, *testing*, *beta*, dan rilis [9].

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan terkait keterbatasan media edukasi konvensional di Museum Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang dalam menyampaikan informasi koleksi arca dan prasasti secara interaktif. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, penyusunan konsep *game*, perancangan struktur permainan dan algoritma A*, implementasi ke dalam bentuk *game* yang dapat dimainkan, pengujian internal (*black box* dan simulasi algoritma), pengujian eksternal terhadap pengguna menggunakan *System Usability Scale*, distribusi produk akhir kepada pengelola museum, hingga penyusunan kesimpulan berdasarkan seluruh hasil pengujian yang telah dilaksanakan.

2.2 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga metode, yaitu wawancara dengan pihak pengelola Museum Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang untuk mengetahui tingkat familiaritas museum terhadap media pembelajaran digital berbasis kecerdasan buatan, observasi lapangan untuk memperoleh data bentuk arca, prasasti, serta materi yang tercantum pada papan informasi museum, dan studi literatur terhadap buku, laporan penelitian, dan jurnal ilmiah terkait pengembangan *game* edukasi dan algoritma *pathfinding* A*.

Wawancara dilakukan dengan mengajukan sejumlah pertanyaan kepada pihak museum. Jawaban yang diperoleh kemudian diolah dengan memisahkan informasi yang menggambarkan urgensi tunggi dari yang rendah, lalu dipilih permasalahan utama yang dapat diselesaikan melalui *game* edukasi. Materi arca dan prasasti dinilai valid karena bersumber dari koleksi dan papan informasi museum, yang merupakan informasi resmi dari pihak museum. Selain itu, kesesuaian materi di dalam *game* dipastikan melalui konfirmasi pihak museum, yang terlibat selama proses pengembangan *game*.

2.3 Inisiasi

Tahap inisiasi menetapkan konsep awal produk berupa *game* edukasi 2D bergenre labirin berjudul "*Track the Artefact*", yang mengangkat koleksi arca dan prasasti Museum SMB II sebagai subjek materi dengan target platform *Android* dan target pengguna masyarakat umum.

Tabel 1. Deskripsi Konsep

Judul	*Track the Artefact*
Jenis	*Game* Edukasi berbasis 2D
Subjek	Arca dan Prasasti museum Sultan Mahmud Badaruddin II
Permainan	Labirin
Target Perangkat	*Android*
Target Pengguna	Masyarakat umum
Tujuan	Memperkenalkan arca dan prasasti dalam museum Sultan Mahmud Badaruddin II

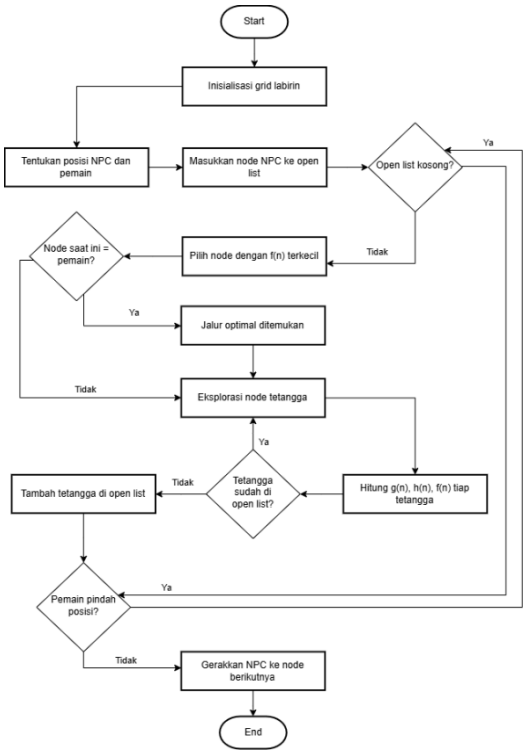
Selain penyusunan konsep, tahap ini juga menetapkan kebutuhan perangkat keras berupa laptop pengembangan, serta perangkat lunak berupa *Pixel Studio*, *Figma*, dan *Ibis Paint X* [10] untuk pengolahan aset visual, serta *Unity* sebagai *game engine* utama dalam pengembangan mekanisme permainan.

2.4 Pra-Produksi

Tahap pra-produksi berfokus pada perancangan teknis penerapan algoritma A* pada *NPC*, wireframe antarmuka, desain layout *level*, dan struktur navigasi *game* sebelum memasuki

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

tahap implementasi. Lingkungan labirin direpresentasikan sebagai grid *node* terbuka dan tertutup, dengan posisi *NPC* dan pemain ditempatkan pada *node* yang bervariasi. Algoritma A* bekerja dengan mengevaluasi setiap *node* berdasarkan nilai g (biaya tempuh dari titik awal), h (estimasi jarak heuristik ke tujuan) [11], dan f = g + h, di mana *node* dengan nilai f terkecil diprioritaskan hingga jalur menuju pemain ditemukan. *Node* yang telah dievaluasi disimpan dalam *open list* dan *closed list* untuk menghindari pemeriksaan berulang, dan proses pencarian diulang setiap kali posisi pemain berubah agar *NPC* dapat menyesuaikan arah kejarannya secara dinamis. Alur kerja algoritma tersebut divisualisasikan melalui flowchart [12] pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Implementasi Algoritma A* pada *NPC*

Selain algoritma A*, tahap pra-produksi juga menghasilkan rancangan low-fidelity wireframe [16] untuk sebelas tampilan utama *game*, rancangan dua *level* labirin dengan tingkat kesulitan bertahap, serta struktur navigasi yang menghubungkan seluruh tampilan tersebut.

2.5 Produksi

Pada tahap produksi, seluruh rancangan dari tahap inisiasi dan pra-produksi diimplementasikan ke dalam bentuk *game* yang dapat dimainkan menggunakan *Unity*, mencakup pembuatan aset visual bergaya 2D (*pixel art* dan tradisional), penyusunan *scene*, penerapan mekanisme permainan dan algoritma A*, integrasi audio berlisensi legal, serta penggabungan alur cerita dengan konten edukasi arca dan prasasti. *Game* dikembangkan dengan dua mode utama, yaitu "Pelajari Artefak" dan "Mainkan Labirin", untuk platform *Android*.

2.6 Testing

Tahap *testing* dilakukan melalui dua metode pengujian internal, yaitu *black box testing* dan pengujian simulasi algoritma A*. *Black box testing* memverifikasi kesesuaian antara input pengguna dan output sistem tanpa meninjau struktur kode program, mencakup navigasi antarmuka, fungsi tombol, kontrol pergerakan pemain, serta jalannya *gameplay* [13].

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

Tabel 2. Instrumen *Black Box Testing*

No	Data Uji	Hasil yang diharapkan	Status
1		Menampilkan informasi pengembang	
2		Menampilkan panduan permainan	
3		Menutup aplikasi permainan	
4		Mengganti halaman informasi	
5		Membawa pemain ke tampilan sebelumnya	
6		Memuat area belajar artefak	
7		Mengarahkan ke tampilan *Intro*	
8		Berinteraksi dengan artefak untuk menampilkan informasi terkait artefak	
9		Menjeda permainan untuk sementara dan menampilkan layar *Pause*	
10		Menggerakkan karakter pemain ke arah yang diinginkan	
11		Melanjutkan sesi permainan dan menutup layar *Pause*	
12		Mengarahkan ke tampilan *Main Menu*	
13		Mengulang permainan dari awal *level*	
14		Melewati *Intro* dan *Ending* permainan labirin	

Pengujian simulasi algoritma A* dilakukan untuk mengevaluasi kinerja algoritma dalam menentukan jalur terpendek antara *NPC* dan pemain, dengan menjalankan prototipe *game* pada 100 skenario posisi awal *NPC* dan pemain yang bervariasi. Hasil pengujian dianalisis menggunakan rumus *error rate* berikut, di mana nilai *error rate* yang lebih kecil menunjukkan tingkat keberhasilan algoritma yang lebih tinggi dalam memilih jalur optimal.

$$\text{Error Rate} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan}}{\text{Total Data}} \times 100\% \quad (1)$$

2.7 Beta

Tahap *beta* mendistribusikan *game* yang telah lulus pengujian internal kepada sejumlah responden masyarakat umum untuk mengevaluasi tingkat *usability* dan penerimaan pengguna menggunakan instrumen *System Usability Scale* (*SUS*). Responden diberikan penjelasan singkat tanpa panduan cara bermain, kemudian memainkan *game* secara mandiri pada mode Pelajari Artefak dan Mainkan Labirin, sebelum mengisi kuesioner *SUS* yang terdiri dari sepuluh pernyataan dengan skala Likert 1–5, sebagaimana disajikan pada Tabel 3 [14].

Tabel 3. Instrumen *System Usability Scale*

No	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1	Saya pikir saya akan sering menggunakan *game* ini.					

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

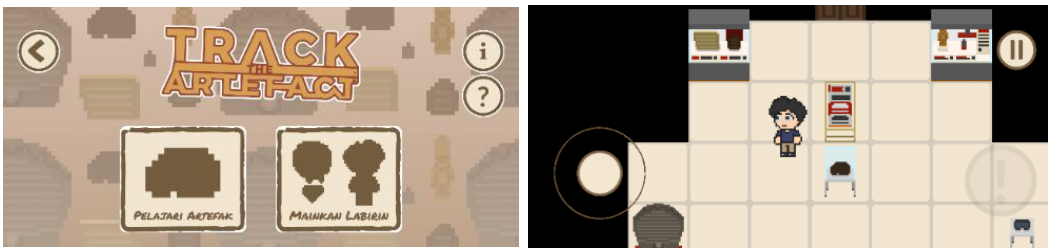
2	Saya merasa *game* ini terlalu rumit untuk dimainkan.					
3	Saya pikir *game* ini mudah untuk dimainkan.					
4	Saya merasa membutuhkan bantuan dari orang yang ahli untuk dapat menggunakan *game* ini.					
5	Saya pikir berbagai fitur dalam *game* ini terintegrasi dengan baik.					
6	Saya merasa terdapat terlalu banyak hal yang tidak konsisten dalam *game* ini.					
7	Saya bayangkan kebanyakan orang akan sangat cepat memahami cara menggunakan *game* ini.					
8	Saya merasa *game* ini sangat tidak nyaman untuk dimainkan.					
9	Saya merasa sangat percaya diri saat memainkan *game* ini.					
10	Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan *game* ini dengan lancar.					

Skor *SUS* dihitung dengan memberi nilai kontribusi pada tiap pernyataan: pernyataan bernomor ganjil (positif) dihitung dengan skor jawaban dikurangi 1, sedangkan pernyataan bernomor genap (negatif) dihitung dengan 5 dikurangi skor jawaban. Seluruh nilai kontribusi kemudian dijumlahkan dan dikonversi ke rentang 0–100 untuk memperoleh skor akhir yang menjadi indikator tingkat *usability game* edukasi secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan Game Edukasi

Game edukasi yang dikembangkan berjudul "*Track the Artefact*" terdiri atas sebelas *scene* dan *overlay* utama yang saling terhubung sesuai struktur navigasi, meliputi *scene* judul, *overlay* panduan, *overlay* informasi pengembang, *main menu*, *scene* pelajari artefak beserta *overlay* informasi artefak, *scene intro* permainan, *scene* permainan labirin, *overlay* paused, *overlay game* over, hingga *scene ending*. Pada mode Pelajari Artefak, pemain dapat berinteraksi dengan objek arca dan prasasti untuk menampilkan informasi sejarahnya, sedangkan pada mode Mainkan Labirin pemain dituntut mengumpulkan seluruh artefak sambil menghindari kejaran *NPC* musuh hingga mencapai pintu keluar.



Gambar 2. *Scene* Permainan

*3.2 Implementasi Algoritma A**

Algoritma A* diterapkan pada *NPC* musuh untuk menentukan jalur menuju posisi pemain di dalam labirin berbasis grid. Setiap petak labirin direpresentasikan sebagai *node* yang dievaluasi berdasarkan biaya perjalanan aktual (*gCost*) dan estimasi jarak menuju tujuan (*hCost*), dengan nilai total *fCost* = *gCost* + *hCost* sebagai dasar pemilihan *node*. Karena *NPC* dapat bergerak ke delapan arah (empat arah lurus dan empat arah diagonal), heuristik yang digunakan adalah *Octile Distance*, yang memberikan estimasi jarak lebih akurat dibandingkan heuristik *Manhattan* yang hanya mendukung empat arah.

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

Proses pencarian jalur ditangani oleh fungsi FindPath() yang dipanggil secara berkala, menggunakan struktur *open set* berbentuk *min-heap* dan *closed set* berbentuk *HashSet* agar *node* dengan *fCost* terkecil selalu dapat diambil secara efisien. Setelah *node* tujuan ditemukan, fungsi RetracePath() menyusun ulang jalur dari *node* tujuan kembali ke *node* awal untuk diikuti *NPC*.

```
while (openSet.Count > 0)
{
    Node currentNode = openSet.RemoveFirst();
    closedSet.Add(currentNode);

    if (currentNode == targetNode)
    {
        RetracePath(startNode, targetNode);
        return;
    }

    foreach (Node neighbor in GridManager.instance.GetNeighbors(currentNode))
    {
        if (!neighbor.walkable || closedSet.Contains(neighbor)) continue;

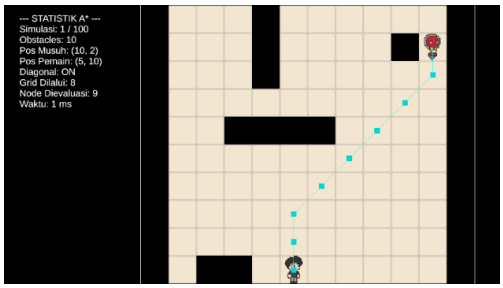
        int newMovementCostToNeighbor = currentNode.gCost + GetDistance(currentNode, neighbor);
        if (newMovementCostToNeighbor < neighbor.gCost || !openSet.Contains(neighbor))
        {
            neighbor.gCost = newMovementCostToNeighbor;
            neighbor.hCost = GetDistance(neighbor, targetNode);
            neighbor.parent = currentNode;

            if (!openSet.Contains(neighbor))
                openSet.Add(neighbor);
            else
                openSet.UpdateItem(neighbor);
        }
    }
}
```

Gambar 3. Potongan FindPath() dan Loop Utama A*

NPC musuh juga menerapkan *state machine* sederhana dengan dua kondisi, yaitu *Wander* (berpatroli secara acak) dan *Chase* (mengejar pemain), yang berpindah ketika sistem deteksi mengenali keberadaan pemain di area jangkauannya. Selain itu, mekanisme *Safe Zone* diterapkan pada area tertentu untuk menghentikan sementara proses pengejaran ketika pemain memasuki zona aman, sehingga memberikan variasi ritme permainan tanpa mengubah logika inti algoritma A*.

Pada salah satu skenario pengujian, posisi *NPC* berada pada koordinat (10,2) dan posisi pemain pada koordinat (5,10) dengan sejumlah rintangan di antara keduanya. Algoritma berhasil menemukan jalur menuju pemain melalui *node-node* perantara yang tersedia tanpa melewati area yang tidak dapat dilalui, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Jalur yang dihasilkan tidak selalu berbentuk garis lurus, melainkan menyesuaikan kondisi lingkungan, sehingga membuktikan bahwa algoritma A* mampu melakukan pencarian jalur secara adaptif dengan proses evaluasi *node* yang relatif efisien.



Gambar 4. Penerapan Simulasi Algoritma A* pada *NPC*

3.3 Hasil Pengujian Black Box Testing

Pengujian fungsionalitas dilakukan melalui *black box testing* pada perangkat *Android* dengan total 25 skenario uji yang mencakup tiga aspek, yaitu navigasi dan fungsi dasar antarmuka (14 skenario), kontrol arah pergerakan pemain (5 skenario), serta alur *gameplay* inti seperti pengumpulan artefak, transisi *level*, dan kondisi kalah (6 skenario).

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

Tabel 4. Hasil Pengujian *Black Box Testing*

No	Data Uji	Hasil yang diharapkan	Status
1		Menampilkan informasi pengembang	Berhasil
2		Menampilkan panduan permainan	Berhasil
3		Menutup aplikasi permainan	Berhasil
4		Mengganti halaman informasi	Berhasil
5		Membawa pemain ke tampilan sebelumnya	Berhasil
6		Memuat area belajar artefak	Berhasil
7		Mengarahkan ke tampilan *Intro*	Berhasil
8		Berinteraksi dengan artefak untuk menampilkan informasi terkait artefak	Berhasil
9		Menjeda permainan untuk sementara dan menampilkan layar *Pause*	Berhasil
10		Menggerakkan karakter pemain ke arah yang diinginkan	Berhasil
11		Melanjutkan sesi permainan dan menutup layar *Pause*	Berhasil
12		Mengarahkan ke tampilan *Main Menu*	Berhasil
13		Mengulang permainan dari awal *level*	Berhasil
14		Melewati *Intro* dan *Ending* permainan labirin	Berhasil

Tabel 5. Hasil Pengujian Control Player Test

No	Data Uji	Hasil yang diharapkan	Status
1	Pemain menekan tombol arah kiri	Karakter bergerak ke kiri sesuai input pemain	Berhasil
2	Pemain menekan tombol arah kanan	Karakter bergerak ke kanan sesuai input pemain	Berhasil
3	Pemain menekan tombol arah atas	Karakter bergerak ke atas sesuai input pemain	Berhasil
4	Pemain menekan tombol arah bawah	Karakter bergerak ke bawah sesuai input pemain	Berhasil
5	Pemain menekan tombol arah diagonal	Karakter bergerak ke arah diagonal sesuai input pemain	Berhasil

Tabel 6. Hasil Pengujian Gameplay Test

No	Data Uji	Hasil yang diharapkan	Status
1	Pemain menyentuh objek artefak	Artefak berhasil dikumpulkan dan hilang dari area permainan	Berhasil
2	Pemain mengumpulkan seluruh artefak pada satu level	*Objective* diperbarui dan pintu keluar dapat diakses	Berhasil

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

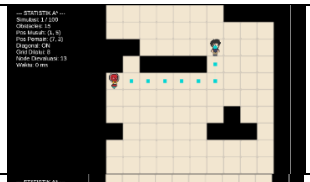
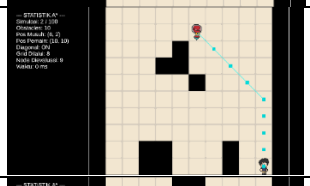
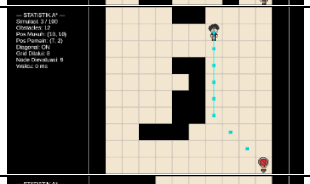
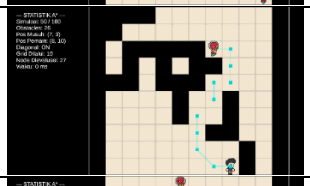
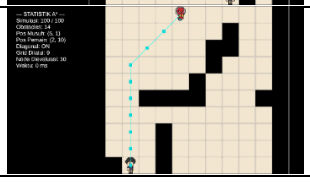
3	Pemain mencapai pintu dan seluruh artefak level pertama terkumpul	Menampilkan level 2	Berhasil
4	Pemain melewati pintu level kedua	Menampilkan *scene* ending	Berhasil
5	NPC berhasil menyentuh pemain	Permainan menampilkan *Overlay Game Over*	Berhasil
6	Pemain mencapai pintu dan seluruh artefak level kedua terkumpul	Pemain mencapai pintu keluar setelah seluruh artefak level kedua dikumpulkan	Berhasil

Seluruh 25 skenario pengujian memperoleh status "Berhasil", yang menunjukkan bahwa navigasi antarlayar, fungsi tombol interaktif, kontrol arah pemain, mekanisme interaksi dengan artefak, hingga kondisi menang dan kalah telah berjalan sesuai rancangan tanpa ditemukan kesalahan fungsional.

*3.4 Hasil Pengujian Simulasi Algoritma A**

Pengujian simulasi algoritma A* dilakukan sebanyak 100 kali percobaan dengan variasi posisi awal *NPC* dan pemain secara acak pada labirin berukuran 10×10. Jumlah *node* yang dilalui algoritma pada setiap percobaan dibandingkan dengan hasil perhitungan jalur terpendek secara manual.

Tabel 7. Hasil Pengujian Simulasi Algoritma A*

No	Visual	Posisi NPC	Posisi Pemain	Node Manual	Node Algoritma A*	Selisih
1		(1, 5)	(7, 3)	8	8	-
2		(6, 2)	(10, 10)	8	8	-
3		(10, 10)	(7, 2)	8	8	-
50		(7, 3)	(8, 10)	10	10	-
100		(5, 1)	(2, 10)	9	9	-

Dari seluruh 100 percobaan, jumlah *node* hasil algoritma A* identik dengan hasil perhitungan manual pada setiap skenario, sehingga diperoleh nilai *error rate* sebesar (0/100) × 100% = 0%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa algoritma berhasil diimplementasikan dengan

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

tingkat akurasi 100% dalam memilih jalur optimal. Konsistensi ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu penggunaan heuristik *Octile Distance* yang sesuai dengan pergerakan *NPC* ke delapan arah, serta penerapan *open list* dan *closed list* yang mencegah pemeriksaan berulang pada *node* yang sama sehingga proses pencarian tetap efisien tanpa mengurangi akurasi.

3.5 Hasil Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian *SUS* melibatkan 25 responden dari kalangan masyarakat umum sebagai calon pengguna, yang memainkan *game* secara mandiri tanpa panduan khusus pada mode Pelajari Artefak dan Mainkan Labirin, kemudian mengisi kuesioner *SUS* berupa sepuluh pernyataan dengan skala Likert 1–5 melalui Google Form. Skor tiap responden dihitung dengan mengurangi 1 dari skor jawaban pada pernyataan bernomor ganjil (positif) dan mengurangi skor jawaban dari 5 pada pernyataan bernomor genap (negatif), kemudian menjumlahkan seluruh nilai kontribusi dan mengalikannya dengan 2,5.

Tabel 8. Hasil Pengujian *System Usability Scale*

No	Kode Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	R1	3	1	5	1	4	1	5	2	3	1
2	R2	3	2	4	1	4	3	4	1	3	4
3	R3	4	3	3	2	4	4	4	2	3	2
4	R4	3	4	2	2	5	2	4	2	4	1
5	R5	5	2	5	2	5	1	4	1	5	4
6	R6	4	1	5	1	4	2	5	1	5	1
7	R7	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3
8	R8	4	5	3	3	4	2	5	4	4	5
9	R9	4	2	3	5	5	3	4	3	4	2
10	R10	4	3	4	1	4	2	4	2	3	3
11	R11	4	3	4	2	4	3	4	3	4	3
12	R12	3	4	4	4	5	4	4	2	4	3
13	R13	4	1	4	1	3	2	4	4	4	1
14	R14	4	2	5	1	4	2	4	2	5	1
15	R15	4	1	5	1	4	2	4	2	4	1
16	R16	4	2	5	1	4	2	5	2	5	1
17	R17	4	2	4	1	5	2	5	1	5	2
18	R18	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3
19	R19	3	2	4	3	5	2	4	2	4	2
20	R20	5	3	4	1	5	3	4	1	5	4
21	R21	5	1	5	3	4	1	5	1	5	2
22	R22	4	2	4	2	4	2	4	1	4	2
23	R23	3	1	5	1	3	1	5	2	5	1
24	R24	4	1	5	2	4	1	5	5	5	2
25	R25	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh skor *SUS* rata-rata sebesar 74, yang berada pada kategori "*Good*" dengan tingkat penerimaan "*Acceptable*" dan peringkat nilai "C". Skor ini melampaui batas kelayakan minimal 70 yang ditetapkan [15], sehingga *game* edukasi *Track the Artefact* dinyatakan layak dari segi *usability* dan siap didistribusikan kepada pengguna secara umum. Mayoritas responden menilai *game* mudah dipahami dan nyaman dimainkan tanpa panduan khusus, meski beberapa responden memberikan penilaian lebih rendah pada aspek

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

kompleksitas labirin dan mekanisme pengejaran *NPC*. Kondisi ini yang dinilai wajar karena unsur tantangan tersebut memang dirancang untuk menjaga keterlibatan pemain.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi labirin berbasis *mobile* berjudul "*Track the Artefact*" berhasil dirancang dan dikembangkan sebagai media pengenalan arca dan prasasti Museum Sultan Mahmud Badaruddin II menggunakan metode *GDLC*. Algoritma *pathfinding* A* berhasil diimplementasikan pada *NPC* musuh untuk menentukan rute terpendek menuju pemain, bekerja melalui evaluasi *node* secara berulang guna mencari total biaya pergerakan terendah sehingga *NPC* mampu mendeteksi posisi pemain, menghindari dinding, dan memperbarui rute pengejaran secara dinamis dan *real-time*. Pengukuran jalur heuristik optimal dilakukan pada lingkungan berbasis grid dengan menerapkan heuristik *Octile Distance* yang dipadukan dengan biaya perjalanan aktual, sehingga sistem mampu memilih *node* dengan nilai total terkecil sebagai jalur paling optimal menuju target. Hal ini dibuktikan melalui pengujian simulasi 100 skenario yang menghasilkan *error rate* 0% serta skor *System Usability Scale* rata-rata sebesar 74 (kategori "*Good*", tingkat penerimaan "*Acceptable*").

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat sejumlah saran yang dapat dijadikan acuan bagi pengembangan selanjutnya. Pertama, cakupan materi dapat diperluas dengan menambahkan koleksi artefak lain yang dimiliki museum, seperti benda-benda bersejarah dari masa Kesultanan Palembang. Kedua, desain aset dapat disempurnakan dengan menambahkan elemen lingkungan tambahan seperti variasi dinding dan objek non-interaktif agar tampilan labirin lebih variatif. Ketiga, *game* edukasi ini masih terbatas pada platform *mobile Android*, sehingga pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada platform lain seperti komputer dan *iOS* agar jangkauan penggunanya lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu selama proses penelitian ini hingga dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan selama proses penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada kedua dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan dalam penyusunan penelitian ini. Selain itu, penulis berterima kasih kepada seluruh karyawan Museum Sultan Mahmud Badaruddin II yang telah membantu penulis dalam memperoleh informasi dan data yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Aini and S. V. Dewi, "Pengembangan Media Edukasi Interaktif Benda Koleksi Museum Rumah Aceh Berbasis Augmented Reality Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC)," *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 10, no. 2, pp. 6–15, Mar. 2026, https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/13058.

[2] F. Octavian and L. Hermawan, "Penerapan Algoritma Pathfinding A* dalam Game Dual Legacy berbasis Android," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 14, no. 1, pp. 20–29, Apr. 2023, doi: https://doi.org/10.24002/jbi.v14i01.6928.

[3] V. Aditiya and B. Herdiana, "Analisis Perbandingan Algoritma Breadth First Search (BFS) dan Algoritma A*," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan*

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026

Elektronika Terapan, vol. 9, no. 2, pp. 139–153, Oct. 2021, doi:10.34010/telekontran.v9i2.5635.

[4] B. T. D. Irianto, S. Andryana, and A. Gunaryati, "Penerapan Algoritma A-Star Dalam Mencari Jalur Tercepat dan Pergerakan NonPlayer Character Pada Game Petualangan Labirin Tech-Edu," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 3, pp. 953–962, Jul. 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3094.

[5] G. E. Agung, D. Eridani, and A. Fauzi, "Implementasi Metode Pathfinding dengan Algoritma A* pada Game Rogue-like menggunakan Unity," *Indonesia Journal of Computing*, vol. 7, no. 3, pp. 81–94, Dec. 2022, doi: 10.34818/indojc.2022.7.3.677.

[6] D. Y. A. Fallo and V. R. Bulu, "Penerapan Algoritma A Star (A*) Pada Game Labirin," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 5, no. 1, pp. 2621–1467, Apr. 2022, https://ojs.cbn.ac.id/index.php/jukanti/article/view/459.

[7] A. B. Saputra, P. Y. Utami, and I. Fakhruzi, "Implementasi Algoritma Pathfinding A* untuk Game Edukasi Agama Islam berbasis Mobile," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 6, pp. 2379–2396, Nov. 2024, https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/16632.

[8] S. Syarif, T. Hasanuddin, and M. Hasnawi, "Perancangan Game Puzzle Labirin Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Unreal Engine," vol. 3, no. 1, pp. 34–41, Feb. 2022, doi: 10.33096/busiti.v3i1.582.

[9] F. Febriyanto, R. P. Sari, and S. Rahmayuda, "Implementasi Metode Game Development Life Cycle (GDLC) pada Perancangan Game Edukasi Pra Kemerdekaan Kalimantan Barat," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 3, pp. 608–623, Nov. 2024, https://jurnal.dharmawangsa.ac.id/index.php/djtechno/en/article/view/5139.

[10] I. D. Arsika and N. W. Arini, "Development of Ibis Paint X-Based Learning Video Media on Metamorphosis Content to Improve Students' Understanding of Third Grade Elementary School," *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, vol. 11, no. 3, pp. 906–922, Sep. 2025, doi: 10.36987/jpbn.v11i3.7673.

[11] I. Kumalasari, H. A. Rosyid, S. Sendari, N. B. Mokhtar, and S. Setumin, "Optimizing Cleaning Path for Coal Dust Removal Using Dual Stage Tracking Method," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 10, no. 4, pp. 942–959, Dec. 2024, https://journal.uad.ac.id/index.php/JITEKI/article/view/29806.

[12] K. I. Listyoningrum, D. Y. Fenida, and N. Hamidi, "Inovasi Berkelanjutan dalam Bisnis: Manfaatkan Flowchart untuk Mengoptimalkan Nilai Limbah Perusahaan," *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 4, pp. 100–112, Nov. 2023, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v1i4.552.

[13] R. Y. Ariyana, E. Susanti, M. R. Ath-Thaariq, and R. Apriadi, "Penerapan Uji Fungsionalitas Menggunakan Black Box Testing pada Game Motif Batik Khas Yogyakarta," *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis Digital*, vol. 2, no. 1, pp. 33–43, May 2023, doi: 10.55123/jumintal.v2i1.2371.

[14] A. F. Yogananti, B. C. Pratama, and A. Akrom, "Kolaborasi Teori Nielsen dan System Usability Scale (SUS) terhadap Usability Game Lokapala," *Journal of Animation and Games Studies*, vol. 8, no. 1, pp. 49–66, Apr. 2022, doi: 10.24821/jags.v8i1.6074.

[15] J. Sattu, M. F. Filza, and Haryoko, "Analisis Kemudahan Penggunaan pada Antarmuka Pengguna Game Horor GhostyGhost menggunakan System Usability Scale," *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 65–72, Jan. 2025, https://hostjournals.com/jimat/article/view/452.

Submitted: 4 September 2026
Published: 30 September 2026