

## IMPLEMENTASI ALGORITMA A\* UNTUK STIMULASI KOGNITIF ANAK USIA 5-6 TAHUN MELALUI PERMAINAN 8 PUZZLE

Astrida Misna Tianti\*<sup>1</sup>, Prini<sup>2</sup>, Reza Cahya Putra Fanani<sup>3</sup><sup>1</sup>Informatika, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, astridamisnatianti014@gmail.com<sup>2</sup>Informatika, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, priniprini009@gmail.com<sup>3</sup>Informatika, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Rezacahyaputra13@gmail.com

\*)Korespondensi : astridamisnatianti014@gmail.com

**Abstrak**

Penelitian ini membahas implementasi Algoritma A\* dalam konteks stimulasi kognitif anak usia 5-6 tahun melalui permainan 8 Puzzle. Permainan 8 Puzzle merupakan permainan teka-teki geser yang menuntut pemain untuk menyusun angka dari 1 hingga 8 dalam sebuah kotak berukuran 3x3 dengan satu ruang kosong. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji sebuah aplikasi permainan yang mampu meningkatkan kemampuan kognitif anak-anak dengan menggunakan Algoritma A\*. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam mencari jalur terpendek dengan efisien, sehingga dapat memberikan tantangan yang sesuai dengan kemampuan kognitif anak-anak. Proses pengembangan aplikasi melibatkan pembuatan antarmuka yang menarik dan ramah anak, serta algoritma yang dioptimalkan untuk memberikan umpan balik langsung kepada pemain. Melalui pendekatan eksperimental, anak-anak diuji sebelum dan sesudah bermain untuk mengukur peningkatan kognitif yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Algoritma A dalam permainan 8 Puzzle secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan kognitif anak-anak usia 5-6 tahun. Temuan ini memberikan wawasan baru mengenai penggunaan teknologi dan algoritma dalam pendidikan anak usia dini, serta membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dari alat bantu belajar interaktif berbasis algoritma. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan awal sangat potensial dalam mendukung perkembangan kognitif anak-anak. Studi ini menggunakan metode eksperimen dengan melibatkan sejumlah anak sebagai subjek penelitian. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa anak-anak yang bermain dengan aplikasi ini menunjukkan peningkatan dalam beberapa aspek kognitif seperti pemecahan masalah, memori, dan logika. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan Algoritma A\* dalam permainan edukatif dapat menjadi alat yang efektif untuk stimulasi kognitif anak usia dini.

**Kata Kunci:** Kognitif ,Algoritma\* ; stimulasi ;Puzzle**Abstract**

*Implementation of the A\* Algorithm in the context of cognitive stimulation for children aged 5-6 years through the 8 Puzzle game. The 8 Puzzle game is a sliding puzzle game that requires players to arrange numbers from 1 to 8 in a 3x3 box with one empty space. The purpose of this research is to develop and test a game application that can improve children's cognitive abilities by using the A\* Algorithm. This algorithm was chosen because of its ability to find the shortest path efficiently, so that it can provide challenges that are suitable for children's cognitive abilities. The application development process involved creating an attractive and child-friendly interface, as well as an optimized algorithm to provide immediate feedback to the player. Through an experimental approach, children were tested before and after playing to measure the cognitive improvement that occurred. The results of the study indicate that the use of Algorithm A in the 8 Puzzle game can significantly enhance the cognitive abilities of children aged 5-6 years. These findings provide new insights into the use of technology and algorithms in early childhood education and open up opportunities for further development of algorithm-based interactive learning tools. This research concludes that the integration of technology in early education holds great potential in supporting the cognitive development of children. The study used an experimental method involving a number of children as research subjects. The results of the testing showed that children who played with the app showed improvement in several cognitive aspects such as problem solving, memory, and logic. The conclusion of this study is that the use of A\* Algorithm in educational games can be an effective tool for early childhood cognitive stimulation.*

**Keywords:** Kognitif A\* Algorithm ; stimulation ;Puzzle

## I. PENDAHULUAN

Kognitif adalah kemampuan yang berkaitan erat dengan pengetahuan yang diperoleh individu serta cara berpikir mereka terhadap kejadian, tindakan, dan apa yang diamati di sekitarnya. Kecepatan individu dalam menyelesaikan masalah sangat dipengaruhi oleh perkembangan kognitif mereka [1]. Stimulasi kognitif pada anak-anak usia dini adalah bagian penting dari perkembangan mereka. Pada usia 5-6 tahun, anak-anak mengalami fase kritis dalam perkembangan kognitif, di mana keterampilan berpikir, memecahkan masalah, dan membuat keputusan mulai berkembang pesat [2]. Perkembangan kognitif anak usia dini bisa ditingkatkan melalui interaksi. Interaksi ini dapat dilakukan dengan bermain atau menggunakan benda-benda yang ada di sekitar anak [3]. Dalam konteks ini, permainan dapat menjadi alat yang sangat berguna untuk merangsang dan mengasah kemampuan kognitif anak. Salah satu permainan yang sangat efektif dalam hal ini adalah 8 Puzzle. Media permainan puzzle adalah media gambar yang termasuk dalam kategori media visual karena bisa dipahami melalui indera penglihatan [4].

Permainan 8 Puzzle adalah sebuah teka-teki geser yang terdiri dari sebuah kotak 3x3 dengan 8 kotak bernomor dan satu ruang kosong. Tujuan permainan ini adalah untuk mengatur ulang kotak-kotak tersebut hingga tersusun secara berurutan [5]. Permainan ini menuntut anak untuk berpikir secara logis, merencanakan langkah-langkah mereka, dan mengantisipasi konsekuensi dari setiap gerakan yang mereka buat. Bermain puzzle memberikan banyak manfaat bagi anak, terutama dalam meningkatkan berbagai aspek perkembangan, termasuk keterampilan motorik halus [6]. Karena dengan bermain puzzle, anak dapat lebih berfokus pada penggunaan jari-jemarinya untuk menyusun puzzle agar tersusun secara berurutan.

Algoritma A\*, yang dikenal sebagai algoritma pencarian terbaik dalam kelasnya, dapat diterapkan dalam konteks permainan 8 Puzzle untuk menciptakan solusi optimal dan efisien. Algoritma ini menggunakan fungsi heuristik untuk menilai dan memilih jalur yang paling menjanjikan menuju solusi [7]. Dengan memanfaatkan algoritma A\*, kita dapat mengembangkan sebuah sistem yang tidak hanya memberikan solusi optimal untuk permainan 8 Puzzle, tetapi juga menyesuaikan tingkat kesulitan sesuai dengan kemampuan anak. Ini penting karena setiap anak memiliki tingkat perkembangan kognitif yang berbeda-beda, dan permainan yang terlalu mudah atau terlalu sulit dapat mengurangi efektivitas stimulasi.

Dalam mengimplementasikan algoritma A\* untuk permainan 8 Puzzle sebagai alat stimulasi kognitif, ada beberapa aspek penting yang perlu

diperhatikan. Pertama, algoritma harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dipahami dan diakses oleh anak-anak. Ini termasuk antarmuka pengguna yang intuitif dan instruksi yang jelas. Kedua, algoritma harus mampu menyesuaikan tingkat kesulitan permainan berdasarkan performa dan kemampuan anak. Ini dapat dicapai melalui sistem adaptif yang menganalisis pola permainan anak dan menyesuaikan tantangan yang diberikan. Ketiga, permainan harus mengandung elemen-elemen yang dapat menarik minat dan motivasi anak untuk terus bermain, seperti hadiah, pujian, dan tantangan yang menarik.

Dalam mengembangkan permainan ini, kolaborasi dengan ahli pendidikan anak usia dini sangat penting untuk memastikan bahwa permainan ini benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik anak pada usia tersebut.

Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis Serious Game juga dapat memberikan masukan berharga mengenai cara terbaik untuk menyajikan materi edukatif dan cara paling efektif untuk merangsang perkembangan kognitif anak melalui permainan [8]. Secara umum, penggunaan teknologi game telah berkembang pesat namun konsep serious game masih belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk mencapai manfaat maksimal, terutama dalam mendukung pembelajaran di tingkat dasar [9]. Selain itu, uji coba dengan kelompok anak yang menjadi target permainan ini juga sangat penting untuk mengidentifikasi kekurangan dan memperbaiki permainan sebelum diluncurkan secara luas.

Penggunaan teknologi dalam pendidikan anak usia dini, khususnya melalui permainan interaktif, telah menunjukkan hasil yang positif dalam berbagai penelitian. Permainan interaktif yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan minat anak terhadap belajar, memperpanjang waktu perhatian mereka, dan meningkatkan keterampilan kognitif serta akademik mereka. Namun, penting untuk diingat bahwa teknologi hanyalah alat, dan efektivitasnya sangat bergantung pada bagaimana ia digunakan. Oleh karena itu, pengawasan orang tua dan pendidik tetap menjadi faktor kunci dalam memastikan bahwa anak-anak mendapatkan manfaat maksimal dari permainan ini.

Implementasi algoritma A\* untuk permainan 8 Puzzle dapat dilihat sebagai langkah inovatif dalam menggabungkan teknologi dan pendidikan anak usia dini. Dengan menggunakan algoritma canggih ini, kita dapat menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya menyenangkan tetapi juga mendidik. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan kita untuk memanfaatkan data yang dikumpulkan dari interaksi anak dengan permainan untuk lebih memahami perkembangan

kognitif mereka dan menyesuaikan pendekatan pendidikan yang sesuai.

Secara keseluruhan, pengembangan dan implementasi permainan 8 Puzzle berbasis algoritma A\* untuk stimulasi kognitif anak usia 5-6 tahun adalah sebuah upaya yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas pendidikan anak usia dini.

## II. METODE

Menggunakan metode kualitatif dengan implementasi algoritma A dalam permainan 8 puzzle untuk merangsang kognitif anak usia 5-6 tahun adalah pendekatan inovatif dalam pendidikan anak usia dini. Algoritma A\* yang sering digunakan dalam pemecahan masalah dan pengembangan kecerdasan buatan, diterapkan dalam permainan 8 puzzle untuk mengasah keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah anak. Permainan 8 puzzle merupakan permainan logika yang mengharuskan anak menyusun kembali puzzle untuk membentuk urutan yang benar. Proses ini melibatkan analisis, perencanaan, dan penerapan strategi, yang semuanya berkontribusi pada perkembangan kognitif.

### 2.1 Puzzle 8

Puzzle 8 merupakan permainan teka-teki yang terdiri dari kotak-kotak bernomor atau bergambar yang harus disusun sesuai dengan urutan yang benar [10]. Permainan ini terdiri dari 8 kotak dan 1 tempat kosong yang dapat digerakkan ke atas, bawah, kanan, atau kiri. Ukuran puzzle ini adalah 3x3, sehingga kotak-kotak hanya dapat bergerak dalam batasan tersebut. Setelah diacak, pemain harus mencari cara untuk menyusun kembali puzzle tersebut.

### 2.2 Heuristic

Heuristik berasal dari kata kerja Yunani "heuriskein," yang berarti mencari atau menemukan. Dalam konteks metode pencarian, heuristik merujuk pada fungsi yang memberikan solusi estimasi biaya yang berharga. Teknik ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pencarian [11]. Agar heuristik dapat diterapkan dengan baik pada domain tertentu, diperlukan fungsi heuristik. Heuristik berbeda dengan algoritma, karena heuristik adalah proses yang mungkin menyelesaikan suatu masalah tanpa jaminan solusi selalu ditemukan. Fungsi heuristik mengevaluasi kondisi masalah tertentu dan memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai solusi yang diinginkan [12]. Teknik pencarian heuristik adalah strategi pencarian selektif dalam ruang masalah yang memandu

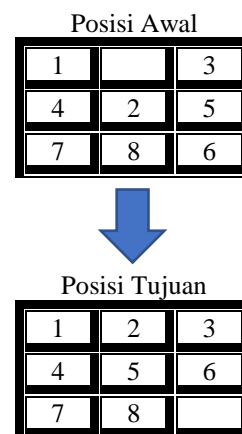
proses pencarian sepanjang jalur dengan kemungkinan keberhasilan tertinggi [13].

### 2.3 Algoritma A\*

Pada dasarnya, terdapat dua teknik pencarian dan pelacakan yang digunakan, yaitu pencarian buta (blind search) dan pencarian terbimbing (heuristic search). Dalam pencarian terbimbing, terdapat beberapa algoritma, salah satunya adalah algoritma A\*. Algoritma ini mampu menyelesaikan masalah secara optimal untuk menemukan jalur terpendek menuju suatu tujuan [14]. Algoritma A\* (A-Star) adalah metode pencarian yang mengeliminasi langkah-langkah yang tidak diperlukan, dengan asumsi bahwa langkah-langkah yang diabaikan tersebut tidak akan menghasilkan solusi yang diinginkan [15]. Algoritma ini termasuk dalam algoritma Branch and Bound karena menggunakan informasi tambahan (heuristik) untuk mencari solusi [16]. Salah satu heuristik yang sering dipakai adalah jarak Manhattan, yang menghitung dengan menjumlahkan perbedaan nilai x dan y dari dua titik, yakni baris dan kolom [17]. Perhitungannya sebagai berikut:  $h(x) = \text{start.x} - \text{destination.x} + \text{mulai.y} - \text{tujuan.y}$ . Algoritma A\* menggunakan fungsi heuristik jarak+biaya yang merupakan kombinasi antara biaya jalur  $g(x)$  dan fungsi evaluasi heuristik  $h(x)$ . Fungsi  $g(x)$  menghitung panjang jalur yang ditempuh dari titik awal permainan hingga lokasi permainan saat ini. Fungsi  $h(x)$  adalah fungsi jarak Manhattan. Fungsi gabungannya adalah:  $f(x) = g(x) + h(x)$ .  $F(x)$  mewakili biaya rute yang paling efisien untuk mencapai tujuan [18].

#### 2.3.1 Penentuan Kemungkinan Pergesaran Kotak

Dalam 8 Puzzle, permainannya acak untuk pertama kalinya dan terdiri dari angka-angka yang berurutan



Selesaikan puzzle 8 dengan algoritma A\* dengan terlebih dahulu mencari cara untuk memindahkan

kotak ke kotak yang kosong. Pada contoh di atas ada 3 pilihan yaitu. Geser ke kiri

	1	3
4	2	5
7	8	6

a. Geser ke kanan

1	3	
4	2	5
7	8	6

b. Geser ke bawah

1	2	3
4		5
7	8	6

### 2.3.2 Penentuan Fungsi Manhattan Distance

Tahap berikutnya adalah menghitung nilai fungsi jarak Manhattan atau  $h(x)$ . Hitung nilai  $h(x)$  untuk setiap dari tiga pilihan tersebut, lalu hitung total jarak dari semua kotak ke titik target. Geser ke kiri

	1	3
4	2	5
7	8	6

- ✓ Kotak 1
  - Posisi saat ini : (0,1)
  - Posisi tujuan : (0,0)
  - Jarak Manhattan :  $|0-0|+|1-0| = 1$
- ✓ Kotak 3
  - Posisi saat ini : (0,2)
  - Posisi tujuan : (0,2)
  - Jarak Manhattan :  $|0-0|+|0-0| = 0$
- ✓ Kotak 4
  - Posisi saat ini : (1,0)
  - Posisi tujuan : (1,0)
  - Jarak Manhattan :  $|1-1|+|0-0| = 0$
- ✓ Kotak 2
  - Posisi saat ini : (1,1)
  - Posisi tujuan : (0,1)
  - Jarak Manhattan :  $|1-0|+|1-1| = 1$
- ✓ Kotak 5
  - Posisi saat ini : (1,2)
  - Posisi tujuan : (1,1)
  - Jarak Manhattan :  $|1-1|+|2-1| = 1$
- ✓ Kotak 7
  - Posisi saat ini : (2,0)
  - Posisi tujuan : (2,0)
  - Jarak Manhattan :  $|2-2|+|0-0| = 0$
- ✓ Kotak 8
  - Posisi saat ini : (2,1)
  - Posisi tujuan : (2,1)
  - Jarak Manhattan :  $|2-2|+|1-1| = 0$

- ✓ Kotak 6
    - Posisi saat ini : (2,2)
    - Posisi tujuan : (1,2)
    - Jarak Manhattan :  $|2-1|+|2-2| = 1$
- Kemudian jumlahkan jarak untuk semua kotak :  $1 + 0 + 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 1 = 4$   
 Sehingga, didapatkan nilai heuristic  $h(x) = 4$

a. Geser ke kanan

1	3	
4	2	5
7	8	6

$h(x) = 3$

b. Geser ke bawah

1	2	3
4		5
7	8	6

$h(x) = 4$

### 2.3.3 Penentuan Fungsi Path-Cost $g(x)$

Fungsi biaya ( $x$ ) mengukur jumlah langkah yang telah ditempuh dari konfigurasi awal menuju posisi saat ini. Sebagai contoh, langkah pertama memiliki nilai  $g(x) = 1$ , langkah berikutnya  $g(x) = 2$ , dan seterusnya.

### 2.3.4 Penerapan Algoritma A\* pada 8 Puzzle

- a. Anggap posisi awal sebagai titik awal permainan (akar persoalan).
- b. Tentukan semua kemungkinan pergeseran ubin ke ubin yang kosong. Pergeseran ubin bisa ke kanan, kiri, atas, dan bawah.
- c. Hitung nilai heuristik  $h(x)$  dan fungsi biaya  $g(x)$ .
- d. Jumlahkan nilai heuristik  $h(x)$  dan fungsi biaya  $g(x)$  untuk mendapatkan nilai  $f(x)$ .
- e. Jika ada beberapa opsi dengan nilai  $f(x)$  yang sama, pilih langkah sesuai urutan prioritas (kanan, atas, bawah, dan kiri).
- f. Jika tidak ada nilai  $f(x)$  yang sama, pilih opsi dengan nilai  $f(x)$  terkecil
- g. Geser ubin kosong sesuai pilihan yang dibuat.
- h. Posisi baru ubin kosong menjadi titik awal baru (akar persoalan)
- i. Ulangi prosedur 2 sampai 8 hingga susunan ubin dalam permainan 8 puzzle cocok dengan posisi tujuan.

Dalam implementasinya, algoritma A digunakan untuk menciptakan berbagai tingkatan kesulitan dalam permainan 8 puzzle, yang disesuaikan dengan kemampuan kognitif anak usia 5-6 tahun. Dengan menggunakan algoritma ini, permainan dapat secara otomatis menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan kinerja anak, memberikan tantangan yang tepat untuk setiap tahap

perkembangan mereka. Selain itu, penerapan algoritma A dalam permainan ini juga memungkinkan pemberian umpan balik langsung kepada anak, membantu mereka memahami kesalahan dan mendorong pembelajaran mandiri.

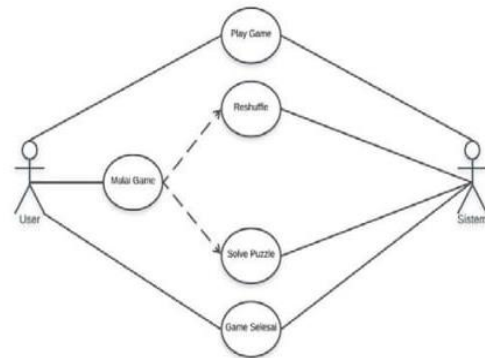
Studi menunjukkan bahwa penggunaan permainan berbasis algoritma ini dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, konsentrasi, dan daya ingat anak. Dengan menggabungkan aspek hiburan dan pendidikan, permainan 8 puzzle dengan algoritma A tidak hanya membuat anak-anak terlibat secara aktif tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi perkembangan kognitif mereka. Oleh karena itu, implementasi algoritma A dalam permainan edukatif ini merupakan langkah maju dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung pendidikan anak usia dini.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permainan adalah metode yang efektif untuk mengembangkan kemampuan kognitif anak, khususnya pada usia dini [19]. Anak-anak berusia 5-6 tahun berada pada fase perkembangan krusial di mana stimulasi kognitif yang sesuai dapat memiliki dampak besar pada keterampilan pemecahan masalah, logika, dan berpikir kritis mereka.

Beberapa jenis permainan dianggap dapat meningkatkan keterampilan sensorik dan motorik, serta berfungsi sebagai sarana latihan fisik dan mental. Game puzzle merupakan jenis permainan yang menantang kreativitas dan ingatan anak secara mendalam karena munculnya motivasi untuk terus mencoba memecahkan masalah, namun tetap menyenangkan karena dapat diulang-ulang. Tantangan dalam permainan ini akan selalu memberikan efek ketagihan untuk terus mencoba hingga berhasil [20].

Dalam implementasi untuk anak usia 5-6 tahun, perlu diperhatikan bahwa kompleksitas permainan harus disesuaikan dengan kemampuan kognitif mereka. Permainan 8 puzzle dapat dimulai dari level yang lebih sederhana dengan ubin yang sudah hampir teratur, sehingga anak-anak tidak merasa frustrasi. Seiring dengan peningkatan kemampuan mereka, tingkat kesulitan permainan dapat ditingkatkan secara bertahap. Pendekatan ini akan membantu anak-anak untuk tetap termotivasi dan merasa percaya diri dalam menyelesaikan tantangan yang diberikan.



Gambar 2. Use Case Diagram

Diagram use case di atas menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem pada konteks Puzzle 8. Terdapat dua aktor utama dalam diagram ini yaitu pengguna dan sistem. Pengguna mulai berinteraksi dengan sistem melalui use case Start Game. Setelah permainan dimulai, pengguna dapat melakukan beberapa tindakan, seperti memainkan permainan (play the game), mencampur (mencampur elemen-elemen permainan) dan memecahkan teka-teki (solve the puzzle).

Penelitian ini dilakukan di PAUD Al-Ihsan dengan melibatkan 10 anak usia 5-6 tahun. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Algoritma A\* dalam permainan 8 Puzzle sebagai alat bantu untuk stimulasi kognitif pada anak usia 5-6 tahun. Sesuai dengan namanya, Puzzle 8 terdiri dari 8 kotak dan 1 ruang kosong yang bisa digerakkan mengikuti aturan tertentu. Aturan gerakannya hanya mencakup empat arah, yaitu ke atas, bawah, kanan, dan kiri. Pada Puzzle 8, batasannya adalah ukuran 3x3, sehingga 8 kotak yang ada hanya bisa bergerak dalam lingkup ukuran tersebut. Setiap anak diberikan kesempatan untuk bermain permainan 8 Puzzle yang telah diimplementasikan dengan Algoritma A\*. Setiap sesi permainan berlangsung selama 20 menit, dan anak-anak diizinkan untuk bermain beberapa kali dalam periode satu minggu.

Pengukuran dilakukan dalam dua interval waktu:

- Sebelum Bermain: Pengukuran dilakukan sebelum anak-anak memulai permainan untuk mendapatkan data awal mereka.
- Setelah Bermain: Pengukuran dilakukan setelah periode satu minggu bermain secara rutin.

Peneliti mencatat berbagai aspek kognitif dan perilaku anak-anak, seperti waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan permainan, jumlah langkah yang diperlukan, tingkat frustrasi, dan strategi yang digunakan dalam penyelesaian masalah. Selain itu, wawancara dengan guru dan orang tua dilakukan untuk mendapatkan wawasan

tambahan mengenai perubahan dalam kemampuan kognitif dan perilaku anak-anak.

Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup berbagai aspek kognitif yang diukur sebelum dan sesudah bermain. Tabel-tabel berikut memberikan gambaran rinci tentang hasil penelitian. Selain itu persentase penurunan didapatkan menggunakan rumus.

Tabel 1. Waktu yang Dihabiskan untuk Menyelesaikan Permainan

Nama Anak	Sebelum bermain (menit)	Setelah bermain (menit)	Persentase penurunan
Rani	15	8	46.7%
Nara	20	12	40.0%
Andi	18	10	44.4%
Lila	22	14	36.4%
Dika	17	9	47.1%
Rika	19	11	42.1%
Tono	16	8	50.0%
Dea	21	13	38.1%
Sela	20	11	45.0%
Dino	18	10	44.4%

Dari tabel di atas, terlihat bahwa waktu rata-rata yang diperlukan anak-anak untuk menyelesaikan permainan 8 Puzzle berkurang signifikan setelah intervensi. Ini menunjukkan peningkatan dalam efisiensi problem-solving mereka, karena mereka menjadi lebih terampil dan cepat dalam menyelesaikan permainan setelah bermain puzzle secara berulang.

Tabel 2. Jumlah Langkah yang Diperlukan untuk Menyelesaikan Permainan

Nama Anak	Sebelum bermain (langkah)	Setelah bermain (langkah)	Persentase penurunan
Rani	45	8	46.7%
Nara	50	12	40.0%
Andi	48	10	44.4%
Lila	52	14	36.4%
Dika	47	9	47.1%
Rika	49	11	42.1%
Tono	46	8	50.0%
Dea	51	13	38.1%
Sela	50	11	45.0%
Dino	18	10	44.4%

Jumlah langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan permainan menunjukkan penurunan yang signifikan setelah bermain berulang kali. Hal ini menunjukkan bahwa anak-anak belajar untuk membuat keputusan yang lebih efektif dan efisien, mengurangi gerakan yang tidak perlu, dan secara keseluruhan menjadi lebih strategis dalam pendekatan mereka.

Tabel 3. Tingkat Frustrasi Anak

Nama Anak	Sebelum bermain (skala 1-10)	Setelah bermain (skala 1-10)	Persentase penurunan
Rani	8	4	50.0%
Nara	7	3	57.1%
Andi	6	2	66.7%
Lila	9	5	44.4%
Dika	8	3	62.5%
Rika	7	3	57.1%
Tono	8	4	50.0%
Dea	9	5	44.4%
Sela	7	3	57.1%
Dino	6	2	66.7%

Tingkat frustrasi anak-anak berkurang secara signifikan setelah bermain, yang menunjukkan bahwa mereka menjadi lebih percaya diri dan nyaman dalam menghadapi tantangan yang ditawarkan oleh permainan. Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan keterampilan dan pemahaman tentang cara menyelesaikan teka-teki, sehingga mengurangi rasa frustrasi dan meningkatkan kepuasan bermain.

Tabel 4. Keterampilan Problem-Solving yang Diamati

Nama Anak	Sebelum bermain	Setelah bermain
Rani	Acak, tidak terencana	Sistematis, mengikuti pola tertentu
Nara	Kebingungan, sering mencoba ulang	Lebih tenang, menggunakan strategi
Andi	Menggerakkan ubin sembarangan	Berfokus pada urutan yang benar
Lila	Cepat menyerah, mudah frustrasi	Gigih, mencoba hingga berhasil
Dika	Cenderung bingung	Mengidentifikasi langkah-langkah logis
Rika	Bergantung pada bimbingan	Lebih mandiri, percaya diri
Tono	Sulit memahami tujuan	Memahami tujuan dan bergerak menuju itu
Dea	Tidak fokus, mudah teralihkan	Lebih fokus, mengurangi gangguan
Sela	Menggunakan banyak trial and error	Mengurangi trial and error, lebih efisien
Dino	Tidak terstruktur	Menggunakan pendekatan terstruktur



Tabel 4 menunjukkan perubahan yang signifikan dalam pendekatan anak-anak terhadap penyelesaian masalah. Sebelum bermain, banyak anak yang menunjukkan tanda-tanda kebingungan dan kurangnya strategi dalam bermain. Setelah bermain, terlihat bahwa anak-anak menjadi lebih sistematis dan strategis, mampu mengidentifikasi pola, dan lebih percaya diri dalam menghadapi tantangan.

Berdasarkan uji coba yang dilakukan pada 10 anak usia 5-6 tahun di lingkungan PAUD XYZ, ditemukan bahwa penggunaan permainan 8 Puzzle dengan Algoritma A\* memberikan beberapa manfaat kognitif, antara lain:

- Peningkatan Kemampuan Problem-Solving: Anak-anak menunjukkan peningkatan dalam menyelesaikan masalah secara sistematis.
- Peningkatan Fokus dan Konsentrasi: Mereka lebih mampu mempertahankan perhatian mereka dalam jangka waktu yang lebih lama.
- Pemahaman Spasial yang Lebih Baik: Anak-anak belajar untuk mengenali pola dan memahami hubungan spasial antar objek.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

Implementasi Algoritma A untuk stimulasi kognitif anak usia 5-6 tahun melalui permainan 8 Puzzle menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir dan pemecahan masalah.

Algoritma ini dirancang untuk menyesuaikan tingkat kesulitan permainan berdasarkan respons anak, sehingga setiap tantangan yang dihadapi anak tetap dalam batas kemampuan mereka namun cukup menantang untuk mendorong perkembangan kognitif. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan permainan edukatif seperti 8 Puzzle dapat meningkatkan keterampilan logika dan konsentrasi anak.

Penggunaan algoritma adaptif memastikan bahwa anak-anak tetap termotivasi dan terlibat, memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus efektif. Hasil ini menegaskan pentingnya teknologi adaptif dalam pendidikan anak usia dini.

##### 4.2. Saran

Implementasi Algoritma A untuk stimulasi kognitif anak usia 5-6 tahun melalui permainan 8 puzzle dapat menjadi pendekatan inovatif dalam pendidikan anak usia dini. Algoritma A digunakan

untuk mengatur dan menyelesaikan permainan 8 puzzle yang dirancang khusus untuk anak-anak.

Permainan ini tidak hanya melatih kemampuan pemecahan masalah, tetapi juga mengembangkan logika dan daya ingat anak. Anak-anak diajak untuk mengatur ulang potongan-potongan puzzle hingga membentuk gambar yang utuh.

Proses ini melibatkan aktivitas kognitif yang intens, seperti pengenalan pola dan strategi penyelesaian masalah. Selain itu, interaksi dengan permainan ini dapat meningkatkan konsentrasi dan ketekunan anak. Penggunaan teknologi dalam pendidikan anak usia dini, seperti penerapan algoritma A dalam permainan, berpotensi memberikan dampak positif yang signifikan pada perkembangan kognitif mereka

#### DAFTAR PUSTAKA

- N. Veronica, "PERMAINAN EDUKATIF DAN PERKEMBANGAN KOGNITIF," *Jurnal Anak Usia Dini dan Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 4, no. 2, 2018.
- I. K. I. J. P. W. K. S. Muh. Adnan Hudain, "Media Pembelajaran Berbasis Video: Apakah berpengaruh terhadap peningkatan motivasi belajar pada Anak?," *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 7, no. 4, pp. 4881-4891, 2023.
- R. K. S. Wong, "Do Hong Kong Parents Engage in Learning Activities Conducive to Preschool Children's Mathematics Development?," *Early mathematics learning and development*, vol. 2, pp. 165-178, 2017.
- Permata, "Pengaruh Permainan Puzzle Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Anak Usia 4-5 Tahun," *Jurnal Pendidikan Inovasi Pembelajaran*, 2020.
- E. M. Beny Hakim Halimsah, "PROBLEM SOLVING PERMAINAN PUZZLE 8 MENGGUNAKAN ALGORITMA A\*," *Sisfotenika*, pp. 64-73, 2014.
- D. E. D. M. K. A. D. S. F. M. Rosmalina, "PENERAPAN MEDIA PUZZLE RAKSASA TERKAIT DENGAN PEKERJAAN, UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MOTORIK HALUS ANAK USIA 5-6 TAHUN DI RA INSANI TAQWIM PALEMBANG," *PERNIK Jurnal PAUD*, vol. 3, no. 1, 2020.
- T. Gunardi, "PENGUNAAN ALGORITMA A\* PADA 8 PUZZLE PROBLEM," 2008.

- [8] A. K. Adisusilo, "Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis Serious Game," *JURNAL MATRIX*, vol. 10, no. 3, pp. 123-132, 2020.
- [9] A. K. Adisusilo, "PEMBELAJARAN TEMATIK SEKOLAH DASAR BERBASIS SERIOUS GAME," *Prosiding Seminar Nasional*, pp. 236-238, 2019.
- [10] B. N. Hindayati Mustafidah, "Rancang Bangun Aplikasi Penyelesaian Puzzle 8 Angka Menggunakan Metode Hill Climbing," *SAINTEKS*, vol. 16, no. 1, pp. 55-69, 2019.
- [11] A. d. I. S. Yuliana, "Implementasi Algoritma A Star pada Pemecahan Puzzle 8," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 1, 2012.
- [12] S. Suryadi, "PERANCANGAN APLIKASI PENCARIAN FILE DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEST FIRST SEARCH," *Jurnal Ilmiah AMIK Labuhan Batu*, vol. 2, no. 2, pp. 79-43, 2014.
- [13] K. C. Maaruf, "KECERDASAN BUATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA A STAR (A\*) DALAM PERMAINAN ULAR TANGGA (SNAKE 3D)," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, pp. 19-24, 2016.
- [14] V. R. B. Diana Y.A. Falloa, "PENERAPAN ALGORITMA A STAR (A\*) PADA GAME LABIRIN," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 5, no. 1, pp. 118-124, 2022.
- [15] W. W. Imam Ahmad, "Penerapan Algoritma A Star (A\*) pada Game," *Petualangan Labirin Berbasis Android*, vol. 3, no. 2, pp. 57-63, 2017.
- [16] R. Kurniawan, "Penerapan Algoritma A \* (A Star) Sebagai Solusi Pencarian Rute Terpendek Pada Maze," in *Konferensi Nasional Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2016.
- [17] R. K. J. B. Latius Hermawan, "Penerapan Algoritma A\* pada Aplikasi Puzzle," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2013.
- [18] S. A. A. G. Bagus Tegar Dwi Irianto, "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, 2021.
- [19] W. APRIANTI, "PENERAPAN PERMAINAN PUZZLE DALAM MENGEMBANGKAN KOGNITIF ANAK USIA 5-6 TAHUN DI RA PERWANIDA II," Bandar Lampung, 2021.
- [20] T. S. A. N. R. Muhaimin Hasanudin, "RANCANG BANGUN APLIKASI GAME PUZZLE BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA DECISION TREE," *Journal CERITA*, vol. 3, no. 2, pp. 171-180, 2017.