Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Maze untuk Memvisualisasikan Konsep State Space Search Menggunakan Algoritma Backtracking

Ade Hastuty[1], Nurlinda[2], Muhammad ramdhani[3] Muhammad yusuf[4]
Universitas Muhammadiyah Parepare, Kota Parepare
Email: adehastuty@iainpare.ac.id, nurlindaaanwar2005@gmail.com,
muhramdani528@gmail.com, Muhammadyusuf.tdr3000@gmail.com

Abstrak

Pesatnya kemajuan teknologi informasi telah mendorong pengembangan media pembelajaran inovatif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai konsep-konsep abstrak dalam ilmu komputer. Salah satu topik yang sering dianggap sulit oleh mahasiswa adalah State Space Search, karena topik ini menuntut pemahaman tentang strategi pencarian, representasi keadaan, dan proses pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas media pembelajaran berbasis labirin dalam memvisualisasikan konsep State Space Search dengan menggunakan algoritma Backtracking. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif yang mencakup identifikasi masalah, tinjauan pustaka, perancangan labirin, implementasi algoritma Backtracking, pengujian, serta analisis proses pencarian. Labirin dirancang sebagai kisi dua dimensi yang memuat titik awal, titik tujuan, jalur yang dapat dilalui, dan jalan buntu, guna mendemonstrasikan mekanisme pencarian rekursif dan backtracking. Hasil implementasi menunjukkan bahwa algoritma Backtracking berhasil menemukan jalur solusi dalam semua skenario labirin yang diuji, sekaligus mengilustrasikan transisi keadaan dan eksplorasi rekursif secara jelas. Selain itu, visualisasi yang disajikan melalui labirin memungkinkan mahasiswa untuk mengamati proses pencarian secara langsung, sehingga konsep-konsep algoritmik yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Studi ini menyimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis labirin memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan pemahaman konseptual, mendorong keterlibatan dalam pembelajaran, serta mendukung pengajaran mata kuliah kecerdasan buatan dan perancangan algoritma di perguruan tinggi.

Kata kunci: Kecerdasan Buatan, Algoritma Backtracking, Media Pembelajaran, Labirin, State Space Search

Abstract

The rapid advancement of information technology has encouraged the development of innovative learning media to improve students' understanding of abstract concepts in computer science. One of the topics that students often find challenging is, as it requires an understanding of search strategies, state representation, and decision State Space Search -making processes. This study aims to analyze the effectiveness of maze-based learning media in visualizing the concepts of State Space Search using the Backtracking algorithm. The research employed a descriptive case study approach consisting of problem identification, literature review, maze design, implementation of the Backtracking algorithm, testing, and analysis of the search process. The maze was designed as a two-dimensional grid containing a starting point, a goal point, accessible paths, and dead-end paths to demonstrate recursive search and backtracking mechanisms. The implementation results show that the Backtracking algorithm successfully

finds solution paths in all tested maze scenarios while clearly illustrating state transitions and recursive exploration. Furthermore, the visualization provided by the maze enables students to observe the search process directly, making abstract algorithmic concepts easier to understand. This study concludes that maze-based learning media have significant potential to improve conceptual understanding, increase learning engagement, and support the teaching of artificial intelligence and algorithm design courses in higher education.

Keywords: Artificial Intelligence, Backtracking Algorithm, Learning Media, Maze, State Space Search

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan tinggi. Pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran menjadi salah satu strategi yang efektif untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar, terutama pada bidang ilmu komputer yang banyak memuat konsep-konsep abstrak. Media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif terbukti mampu membantu mahasiswa memahami materi yang kompleks melalui representasi yang lebih konkret. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi praktis menjadi salah satu fokus dalam inovasi pembelajaran di bidang Teknik Informatika.

Salah satu materi yang menjadi dasar dalam bidang Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) adalah *State Space Search*. Konsep ini digunakan dalam berbagai permasalahan komputasi, seperti pencarian jalur (*pathfinding*), optimasi, robotika, sistem pakar, permainan komputer, serta pengambilan keputusan. *State Space Search* menggambarkan proses pencarian solusi melalui sekumpulan keadaan (*state*) yang saling terhubung hingga diperoleh keadaan tujuan (*goal state*). Dalam proses tersebut, algoritma harus menentukan langkah yang akan dipilih, mengevaluasi setiap kemungkinan solusi, serta kembali ke keadaan sebelumnya apabila jalur yang dipilih tidak menghasilkan solusi.

Meskipun memiliki peran yang penting, konsep *State Space Search* sering dianggap sulit dipahami oleh mahasiswa. Kesulitan tersebut disebabkan oleh sifat materi yang abstrak dan proses pencarian yang umumnya hanya dijelaskan melalui kode program, pseudocode, atau ilustrasi sederhana. Pendekatan tersebut belum sepenuhnya mampu memberikan gambaran mengenai bagaimana suatu algoritma mengeksplorasi ruang pencarian, melakukan percabangan, maupun kembali (*backtracking*) ketika menemukan jalan buntu. Akibatnya, mahasiswa cenderung mengalami kesulitan dalam menghubungkan teori dengan implementasi algoritma pada kasus nyata.

Salah satu algoritma pencarian yang banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pencarian adalah algoritma *Backtracking*. Algoritma ini bekerja secara rekursif dengan mengeksplorasi setiap kemungkinan solusi hingga menemukan tujuan. Apabila suatu jalur tidak menghasilkan solusi, algoritma akan kembali ke titik percabangan sebelumnya untuk mencoba alternatif jalur yang lain. Mekanisme tersebut menjadikan *Backtracking* sebagai algoritma yang tepat untuk menyelesaikan berbagai permasalahan kombinatorial, seperti *N-Queens Problem*, Sudoku, Knight Tour, penyusunan jadwal, dan penyelesaian labirin (*maze*). Selain memiliki implementasi yang luas, algoritma ini juga sangat sesuai digunakan sebagai media pembelajaran karena mampu memperlihatkan proses pengambilan keputusan secara bertahap.

Salah satu media yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan proses

pencarian tersebut adalah *maze* atau labirin. Dalam representasi *maze*, setiap posisi dapat dianggap sebagai sebuah *state*, sedangkan perpindahan antarposisi merepresentasikan operator atau aksi yang dilakukan algoritma. Titik awal (*Start*) berfungsi sebagai *initial state*, sedangkan titik tujuan (*Goal*) merupakan *goal state*. Keberadaan jalur alternatif dan jalan buntu memungkinkan mahasiswa mengamati secara langsung bagaimana algoritma melakukan eksplorasi, memilih jalur, serta melakukan proses *backtracking* ketika solusi belum ditemukan. Dengan demikian, *maze* menjadi media yang mampu mengubah konsep *State Space Search* yang abstrak menjadi representasi visual yang lebih mudah dipahami.

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan *maze* sebagai objek implementasi berbagai algoritma pencarian, seperti *Depth First Search* (DFS), *Breadth First Search* (BFS), Dijkstra, maupun A*. Sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada pencarian jalur tercepat, optimasi lintasan, atau perbandingan performa algoritma. Di sisi lain, penelitian mengenai pemanfaatan *maze* sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan hubungan antara konsep *State Space Search* dan algoritma *Backtracking* masih relatif terbatas. Sebagian besar studi lebih menekankan pada aspek teknis algoritma dibandingkan proses pembelajaran yang membantu mahasiswa memahami mekanisme pencarian secara konseptual.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat *research gap* berupa masih terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan visualisasi *maze* sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan konsep *State Space Search* secara sistematis melalui implementasi algoritma *Backtracking*. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan yang berorientasi pada proses pembelajaran dengan memanfaatkan *maze* sebagai media visual interaktif sehingga mahasiswa tidak hanya memahami hasil akhir pencarian, tetapi juga mampu mengamati setiap tahapan eksplorasi, perpindahan *state*, proses rekursi, hingga mekanisme *backtracking* yang terjadi selama pencarian solusi.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemanfaatan *maze* sebagai media pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk memvisualisasikan hubungan antara representasi *State Space Search* dengan mekanisme kerja algoritma *Backtracking*. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih menitikberatkan pada evaluasi performa algoritma, penelitian ini berfokus pada bagaimana visualisasi proses pencarian dapat meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa terhadap algoritma pencarian dalam mata kuliah Kecerdasan Buatan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan *maze* sebagai media pembelajaran dalam memvisualisasikan konsep *State Space Search* menggunakan algoritma *Backtracking*. Selain itu, penelitian ini bertujuan menjelaskan mekanisme eksplorasi ruang pencarian, perpindahan *state*, serta proses *backtracking* secara sistematis sehingga lebih mudah dipahami oleh mahasiswa.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran interaktif pada bidang Teknik Informatika, khususnya untuk mata kuliah Kecerdasan Buatan, Struktur Data, dan Analisis Algoritma. Selain memberikan alternatif media pembelajaran yang lebih menarik, penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi bagi dosen dan peneliti dalam mengembangkan model pembelajaran berbasis visual yang mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep dasar algoritma pencarian.

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus (case study) dengan pendekatan deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada analisis penggunaan *maze* sebagai media

pembelajaran untuk memvisualisasikan konsep *State Space Search* menggunakan algoritma *Backtracking*. Penelitian tidak hanya mengevaluasi keberhasilan algoritma dalam menemukan jalur menuju tujuan, tetapi juga menganalisis bagaimana proses eksplorasi ruang pencarian (*search space*) dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang membantu mahasiswa memahami konsep pencarian secara lebih konkret.

Objek penelitian berupa sebuah *maze* dua dimensi yang dirancang sebagai representasi ruang keadaan (*state space*). Setiap sel pada *maze* merepresentasikan sebuah *state*, sedangkan perpindahan antar sel menggambarkan operator atau aksi yang dilakukan algoritma. Implementasi algoritma *Backtracking* dilakukan untuk memperlihatkan proses pencarian solusi mulai dari titik awal (*Start*) hingga mencapai titik tujuan (*Goal*).

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui enam tahapan utama yang disusun secara sistematis agar tujuan penelitian dapat dicapai. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan pembelajaran pada materi *State Space Search*. Berdasarkan observasi terhadap proses pembelajaran, mahasiswa mengalami kesulitan memahami mekanisme pencarian karena materi umumnya disampaikan dalam bentuk teori, pseudocode, atau implementasi program tanpa visualisasi proses pencarian.

2. Studi Literatur

Tahap berikutnya adalah melakukan kajian pustaka terhadap berbagai jurnal ilmiah, buku, dan prosiding yang membahas *State Space Search*, algoritma *Backtracking*, media pembelajaran interaktif, dan visualisasi algoritma. Studi literatur digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kerangka penelitian dan perancangan media pembelajaran.

3. Perancangan Maze

Maze dirancang dalam bentuk grid dua dimensi yang terdiri atas titik awal (*Start*), titik tujuan (*Goal*), jalur yang dapat dilalui (*Path*), dan dinding (*Wall*). Perancangan dilakukan dengan menyediakan beberapa percabangan dan jalan buntu sehingga proses eksplorasi algoritma dapat diamati secara jelas.

4. Implementasi Algoritma Backtracking

Algoritma *Backtracking* diimplementasikan untuk melakukan pencarian jalur dari titik awal menuju titik tujuan. Algoritma bekerja secara rekursif dengan mengeksplorasi setiap kemungkinan jalur. Apabila jalur yang dipilih tidak menghasilkan solusi, algoritma akan kembali ke titik percabangan sebelumnya (*backtracking*) hingga seluruh kemungkinan diperiksa atau solusi ditemukan.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan beberapa ukuran *maze* dengan tingkat kompleksitas yang berbeda, yaitu 5×5, 10×10, 15×15, dan 20×20. Tujuan pengujian adalah mengevaluasi keberhasilan algoritma dalam menemukan solusi sekaligus mengamati perubahan jumlah langkah pencarian, proses *backtracking*, dan waktu eksekusi.

6. Analisis Hasil

Tahap terakhir dilakukan dengan menganalisis hasil implementasi algoritma berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Analisis difokuskan pada efektivitas visualisasi *maze* sebagai media pembelajaran serta hubungan antara ukuran *maze*, jumlah *state*, dan proses pencarian yang dilakukan algoritma.

2.3 Perancangan Maze

Maze yang digunakan dalam penelitian berbentuk grid dua dimensi yang terdiri atas beberapa sel. Setiap sel memiliki fungsi tertentu sesuai dengan simbol yang digunakan. Representasi simbol ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Representasi Simbol Maze

Simbol	Keterangan
S	Titik Awal (*Start*)
G	Titik Tujuan (*Goal*)
.	Jalur yang dapat dilalui
#	Dinding (*Wall*)

Contoh representasi *maze* ditunjukkan sebagai berikut.

```
##########
#S...#...#
#.#.#.#..#
#.#...#..#
#.#####..#
#.....#..#
###.#.#..#
#...#...G#
##########
```

Pada representasi tersebut algoritma akan melakukan pencarian dari posisi S menuju G dengan mengeksplorasi setiap jalur yang tersedia. Jalur buntu akan menyebabkan algoritma melakukan proses *backtracking* hingga ditemukan jalur alternatif yang mengarah ke tujuan.

2.4 Implementasi Algoritma Backtracking

Algoritma *Backtracking* digunakan sebagai metode pencarian solusi dalam *maze*. Algoritma bekerja secara rekursif dengan menelusuri setiap kemungkinan jalur dan kembali ke posisi sebelumnya apabila jalur yang sedang dieksplorasi tidak menghasilkan solusi.

Pseudocode algoritma yang digunakan ditunjukkan sebagai berikut.

```
Backtracking(posisi)

Jika posisi = Goal
    return TRUE

Tandai posisi sebagai telah dikunjungi

Untuk setiap tetangga (atas, bawah, kiri, kanan)
  Jika masih dapat dilalui dan belum dikunjungi
      Jika Backtracking(tetangga) = TRUE
          return TRUE

Kembali ke posisi sebelumnya
return FALSE
```

Implementasi tersebut memperlihatkan bahwa setiap perpindahan posisi merupakan representasi perpindahan *state* dalam ruang pencarian. Ketika algoritma kembali ke posisi sebelumnya, proses tersebut menunjukkan mekanisme *backtracking* yang menjadi karakteristik utama algoritma.

2.5 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan empat ukuran *maze* yang berbeda untuk mengetahui pengaruh kompleksitas terhadap proses pencarian. Setiap *maze* memiliki satu titik awal dan satu titik tujuan.

Parameter yang diamati meliputi:

1. Keberhasilan algoritma menemukan solusi.
2. Jumlah node yang dieksplorasi.
3. Jumlah proses *backtracking*.
4. Jumlah langkah pencarian.
5. Waktu eksekusi.
6. Kemampuan visualisasi dalam menjelaskan konsep *State Space Search*.

Pengujian dilakukan pada perangkat dengan spesifikasi yang sama sehingga hasil pengukuran dapat dibandingkan secara konsisten.

2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menginterpretasikan hasil implementasi algoritma pada setiap skenario pengujian. Data kuantitatif berupa jumlah node yang dikunjungi, jumlah langkah pencarian, jumlah proses *backtracking*, dan waktu eksekusi disajikan

dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisis.

Selanjutnya dilakukan analisis kualitatif terhadap kemampuan *maze* dalam memvisualisasikan konsep *State Space Search*, meliputi representasi *state*, proses eksplorasi, percabangan, mekanisme rekursi, dan proses *backtracking*. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi efektivitas *maze* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Kecerdasan Buatan serta memberikan rekomendasi pengembangan media pembelajaran berbasis visual pada penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Maze

Media pembelajaran yang dikembangkan pada penelitian ini berupa *maze* dua dimensi yang dirancang sebagai representasi visual dari konsep *State Space Search*. Setiap sel (*cell*) pada *maze* dipandang sebagai sebuah *state*, sedangkan perpindahan antar sel menggambarkan transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya. Dengan representasi tersebut, mahasiswa dapat memahami bahwa proses pencarian solusi merupakan rangkaian perpindahan *state* yang dilakukan secara sistematis hingga mencapai *goal state*.

Maze dirancang dengan memperhatikan karakteristik algoritma *Backtracking*, yaitu memiliki beberapa jalur alternatif dan sejumlah jalan buntu (*dead end*). Keberadaan jalan buntu memungkinkan algoritma memperlihatkan proses kembali (*backtracking*) menuju titik percabangan sebelumnya sebelum melanjutkan pencarian pada jalur lain. Dengan demikian, visualisasi yang dihasilkan tidak hanya menunjukkan solusi akhir, tetapi juga memperlihatkan seluruh proses eksplorasi yang dilakukan algoritma.

Dari sudut pandang pembelajaran, representasi tersebut membantu mahasiswa memahami hubungan antara konsep teoritis dengan implementasi algoritma. Mahasiswa dapat mengamati secara langsung bagaimana algoritma memilih jalur, mengevaluasi kemungkinan solusi, serta melakukan proses rekursif ketika solusi belum ditemukan. Pendekatan ini menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif dibandingkan penyampaian materi yang hanya menggunakan teori maupun pseudocode.

3.2 Implementasi Algoritma Backtracking pada Maze

Implementasi algoritma *Backtracking* diawali dari titik awal (*Start*) yang berfungsi sebagai *initial state*. Algoritma kemudian melakukan pencarian dengan mengevaluasi setiap kemungkinan perpindahan ke empat arah, yaitu atas, bawah, kiri, dan kanan. Setiap posisi yang telah dikunjungi diberi penanda sehingga tidak dieksplorasi kembali dan tidak menyebabkan terjadinya perulangan (*loop*).

Apabila jalur yang sedang dieksplorasi mengarah pada jalan buntu, algoritma secara otomatis kembali menuju titik percabangan sebelumnya untuk mencoba jalur alternatif. Mekanisme ini berlangsung secara rekursif hingga ditemukan titik tujuan (*Goal*) atau seluruh kemungkinan telah diperiksa.

Selama proses implementasi, setiap perpindahan posisi dapat diamati sebagai perubahan *state* dalam ruang pencarian. Visualisasi tersebut memberikan gambaran yang jelas mengenai mekanisme kerja algoritma *Backtracking*, mulai dari proses eksplorasi, pengambilan keputusan, evaluasi jalur, hingga proses kembali (*backtracking*). Oleh karena itu, mahasiswa tidak hanya mengetahui hasil pencarian, tetapi juga memahami alasan mengapa suatu jalur dipilih atau ditinggalkan.

3.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan empat skenario *maze* dengan ukuran yang berbeda untuk mengetahui kemampuan algoritma dalam menyelesaikan permasalahan pencarian jalur sekaligus mengevaluasi efektivitas visualisasi sebagai media pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Pengujian Algoritma Backtracking

Ukuran Maze	Jumlah Node	Status	Waktu Eksekusi (detik)
5 × 5	25	Berhasil	0,001
10 × 10	100	Berhasil	0,003
15 × 15	225	Berhasil	0,008
20 × 20	400	Berhasil	0,015

Berdasarkan hasil pengujian, algoritma *Backtracking* berhasil menemukan jalur menuju titik tujuan pada seluruh ukuran *maze* yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma mampu melakukan eksplorasi ruang pencarian secara sistematis hingga menemukan solusi yang valid.

Selain tingkat keberhasilan yang mencapai 100%, hasil pengujian juga memperlihatkan bahwa waktu eksekusi meningkat seiring bertambahnya ukuran *maze*. Pada *maze* berukuran 5 × 5 waktu yang dibutuhkan hanya sebesar 0,001 detik, sedangkan pada ukuran 20 × 20 meningkat menjadi 0,015 detik. Peningkatan tersebut terjadi karena jumlah *state* dan kemungkinan percabangan yang harus dieksplorasi menjadi lebih banyak.

Walaupun waktu pencarian meningkat, seluruh proses masih berlangsung dalam waktu yang sangat singkat sehingga visualisasi tetap dapat digunakan secara interaktif dalam proses pembelajaran.

3.4 Analisis Konsep *State Space Search*

Dalam penelitian ini, *maze* berfungsi sebagai representasi sederhana dari *State Space Search*. Setiap posisi pada *maze* dianggap sebagai sebuah *state*, sedangkan perpindahan antar posisi merupakan representasi aksi (*operator*) yang dilakukan algoritma.

Ketika algoritma mulai dijalankan dari titik awal, seluruh jalur yang memungkinkan akan dieksplorasi secara bertahap. Setiap keputusan untuk berpindah menuju *state* berikutnya didasarkan pada ketersediaan jalur yang belum dikunjungi.

Apabila algoritma mencapai jalan buntu, proses *backtracking* dilakukan dengan kembali menuju *state* sebelumnya untuk mengevaluasi alternatif jalur yang lain.

Visualisasi tersebut memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai konsep ruang pencarian dibandingkan pembelajaran berbasis teori. Mahasiswa dapat mengamati bahwa solusi tidak selalu diperoleh melalui jalur pertama yang dipilih, melainkan melalui proses eksplorasi, evaluasi, dan pengambilan keputusan secara berulang.

Representasi ini juga memperlihatkan hubungan antara konsep *state*, *node*, *search tree*, dan mekanisme rekursi yang menjadi dasar berbagai algoritma pencarian dalam bidang Kecerdasan Buatan.

3.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *maze* sebagai media pembelajaran memberikan beberapa manfaat dalam memahami konsep *State Space Search*. Pertama, visualisasi proses pencarian membantu mahasiswa memahami mekanisme eksplorasi yang sebelumnya hanya dijelaskan melalui kode program atau pseudocode. Dengan adanya representasi visual, mahasiswa dapat menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi algoritma secara lebih mudah.

Kedua, implementasi algoritma *Backtracking* memperlihatkan bahwa proses pencarian solusi tidak selalu berlangsung secara linear. Adanya jalan buntu menyebabkan algoritma harus kembali (*backtracking*) menuju titik percabangan sebelumnya untuk mencari alternatif solusi. Proses ini merupakan karakteristik utama algoritma *Backtracking* yang sering kali sulit dipahami apabila hanya dijelaskan melalui teori.

Temuan penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian mengenai visualisasi algoritma yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis visual mampu meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa terhadap materi algoritma dan

pemrograman. Namun demikian, penelitian ini memiliki kontribusi yang berbeda karena tidak hanya menampilkan animasi pencarian jalur, tetapi juga memanfaatkan *maze* sebagai representasi langsung dari konsep *State Space Search*. Dengan demikian, mahasiswa memperoleh pemahaman mengenai hubungan antara ruang pencarian, perpindahan *state*, proses rekursi, dan mekanisme *backtracking* dalam satu media pembelajaran yang terintegrasi.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *maze* efektif digunakan untuk menjelaskan konsep algoritma pencarian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Maze yang digunakan masih memiliki tingkat kompleksitas yang relatif sederhana dan hanya mengimplementasikan algoritma *Backtracking*. Selain itu, penelitian ini belum melibatkan pengukuran peningkatan hasil belajar mahasiswa melalui instrumen seperti pre-test dan post-test atau analisis statistik terhadap efektivitas media pembelajaran.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan *maze* dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi, menambahkan fitur visualisasi secara real-time, serta membandingkan implementasi *Backtracking* dengan algoritma pencarian lainnya seperti *Depth First Search* (DFS), *Breadth First Search* (BFS), Uniform Cost Search (UCS), maupun A*. Selain itu, evaluasi terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa menggunakan metode eksperimen akan memberikan bukti empiris yang lebih kuat mengenai efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan *maze* sebagai media pembelajaran untuk memvisualisasikan konsep *State Space Search* menggunakan algoritma *Backtracking*. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis *maze* mampu merepresentasikan proses pencarian solusi secara sistematis melalui visualisasi perpindahan *state*, eksplorasi jalur, serta mekanisme *backtracking* ketika algoritma menemukan jalan buntu.

Implementasi algoritma *Backtracking* pada berbagai ukuran *maze* menunjukkan bahwa algoritma berhasil menemukan jalur dari titik awal (*Start*) menuju titik tujuan (*Goal*) pada seluruh skenario pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *maze* tidak hanya berfungsi sebagai media simulasi algoritma pencarian, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang membantu mahasiswa memahami konsep-konsep dasar dalam *State Space Search*, seperti *state*, *node*, percabangan, rekursi, dan proses evaluasi solusi.

Dari aspek pembelajaran, visualisasi yang disajikan melalui *maze* memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dibandingkan penyampaian materi secara konvensional yang hanya menggunakan teori atau pseudocode. Mahasiswa dapat mengamati secara langsung bagaimana algoritma mengambil keputusan pada setiap percabangan, melakukan eksplorasi terhadap berbagai alternatif jalur, dan kembali ke jalur sebelumnya apabila solusi belum ditemukan. Dengan demikian, konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.

Kontribusi utama penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran berbasis *maze* yang mengintegrasikan konsep *State Space Search* dengan implementasi algoritma *Backtracking* dalam bentuk visual yang mudah dipahami. Media ini diharapkan dapat menjadi alternatif pembelajaran pada mata kuliah Kecerdasan Buatan, Analisis Algoritma, maupun Struktur Data di perguruan tinggi.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya mengimplementasikan satu algoritma pencarian dan belum mengukur peningkatan hasil belajar mahasiswa secara kuantitatif melalui metode eksperimen.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan algoritma *Backtracking* dengan algoritma pencarian lainnya seperti *Depth First Search* (DFS), *Breadth First Search* (BFS), A*, dan Uniform Cost Search (UCS), serta melakukan evaluasi efektivitas media pembelajaran menggunakan desain eksperimen, seperti *pre-test* dan *post-test*, sehingga diperoleh bukti empiris yang lebih kuat mengenai dampaknya terhadap hasil belajar mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Parepare atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan masukan, saran, serta dukungan dalam penyusunan artikel ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Alakeel, A. M. (2022). Visualization-Based Learning for Computer Science Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(8), 45–58.

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to Algorithms* (4th ed.). MIT Press.

Goodrich, M. T., Tamassia, R., & Goldwasser, M. H. (2014). *Data Structures and Algorithms in Java* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Hidayat, T., & Putri, M. (2024). Interactive Visualization for Artificial Intelligence Learning in Higher Education. *Journal of Computer Education*, 18(1), 1–15.

Kurniawan, A., & Rahmawati, D. (2022). Visualization of Search Algorithms Using Interactive Learning Media. *International Journal of Computer Science Education*, 8(2), 115–124.

Prasetyo, B., & Nugroho, H. (2021). Application of Backtracking Algorithm for Maze Solving Problems. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 12(1), 45–53.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Saputra, R., & Hasanah, N. (2023). Interactive Learning Media for Algorithm Visualization in Higher Education. *Journal of Educational Technology*, 15(3), 210–221.

Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Addison-Wesley.

Setiawan, A., & Wahyuni, S. (2023). Educational Visualization of State Space Search Using Interactive Simulation. *International Journal of Information Systems*, 11(2), 65–78.

Shute, V. J., & Rahimi, S. (2021). Stealth Assessment of Problem Solving Skills in Digital Learning Environments. *Computers in Human Behavior*, 116, 106647.

Suhartono, D., & Prabowo, H. (2024). Maze-Based Learning Media to Improve Students' Understanding of Artificial Intelligence Algorithms. *Journal of Information Technology Education*, 20(2), 133–148.

Wahyuni, S., & Setiawan, A. (2022). Analysis of State Space Search Implementation in Educational Applications. *International Journal of Information Systems*, 10(4), 55–63.

Zhang, Y., Li, X., & Chen, H. (2023). Interactive Visualization for Algorithm Learning: A Systematic Review. *Education and Information Technologies*, 28(9), 11021–11045.