



ANALISIS ALGORITMA PENCARIAN SOLUSI PADA PERMAINAN RUBIK DAN APLIKASINYA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Abigeil Febriola Sabatini¹, Siti Napfiah^{2✉}

Info Artikel

Article History:

Received August 2024

Revised November 2024

Accepted December 2024

Keywords:

Solution search algorithms, Rubik's cube, Mathematics education, Permutations, Problem-solving skills

How to Cite:

Sabatini, A. F., & Napfiah, S. (2024). Analisis Algoritma Pencarian Solusi pada Permainan Rubik dan Aplikasinya dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 9 (2), halaman (114-122).

Abstrak

Penelitian ini menganalisis algoritma pencarian solusi pada permainan Rubik dan aplikasinya dalam pembelajaran matematika. *Rubik's cube*, yang diciptakan oleh Ernő Rubik pada tahun 1974, merupakan teka-teki mekanis populer yang menawarkan tantangan dalam pemecahan masalah melalui kombinasi yang sangat kompleks. Dengan sekitar 88 Juta kemungkinan kombinasi, penyelesaian permainan ini memerlukan pemahaman mendalam tentang algoritma pencarian solusi yang efisien. Penelitian ini berfokus pada analisis berbagai algoritma pencarian solusi *Rubik's cube* dan mengeksplorasi aplikasinya dalam pembelajaran matematika, khususnya pada konsep permutasi. Subjek penelitian terdiri dari mahasiswa jurusan Teknik Informatika di Institut Teknologi Nasional Malang. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi dengan tiga subjek penelitian yang memiliki tingkat pemahaman dan keterampilan yang berbeda dalam menyelesaikan *Rubik's cube*. Menggunakan metode Analisis Deskriptif Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran algoritma pencarian solusi pada *Rubik's cube* dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika seperti pemrograman dinamis dan strategi pencarian. Selain itu, penggunaan *Rubik's cube* sebagai alat bantu pembelajaran interaktif membantu siswa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, berpikir logis, dan analisis kritis. Metode ini juga meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam pembelajaran matematika, Siswa merasa terlibat dalam proses pembelajaran dikarenakan siswa dapat melihat langsung hubungan matematika dengan Rubik. Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dan praktis yang signifikan terhadap pendidikan matematika. Dari segi teoritis, penelitian ini memperkaya literatur tentang penggunaan permainan dan algoritma dalam pendidikan. Secara praktis, penelitian ini menawarkan metode pembelajaran alternatif yang kreatif dan efektif, yang dapat diimplementasikan dalam kurikulum pendidikan matematika. Rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut mencakup peningkatan variasi algoritma yang diajarkan dan integrasi kompetisi untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.

Abstract

This research analyzes solution search algorithms in solving Rubik's cube and their application in mathematics education. The Rubik's cube, invented by Ernő Rubik in 1974, is a popular mechanical puzzle that presents a challenge in problem-solving due to its highly complex combinations. With approximately 88 million possible combinations, solving this puzzle requires a deep understanding of efficient solution search algorithms. The study focuses on analyzing various Rubik's cube solution search algorithms and exploring their applications in teaching mathematics, particularly in permutation concepts. The subjects of the research consist of students majoring in Informatics Engineering at the National Institute of Technology Malang. Data collection was conducted through interviews and observations with three research subjects who had different levels of understanding and skills in solving Rubik's cube. Using descriptive analysis methods, The results show that learning Rubik's cube solution search algorithms can enhance students' understanding of mathematical

concepts such as dynamic programming and search strategies. Additionally, using the Rubik's cube as an interactive learning tool helps students develop problem-solving skills, logical thinking, and critical analysis. This method also increases student engagement and motivation in learning mathematics, Students feel engaged in the learning process because they can directly see the connection between mathematics and the Rubik's Cube. This research provides significant theoretical and practical contributions to mathematics education. Theoretically, it enriches the literature on the use of games and algorithms in education. Practically, it offers a creative and effective alternative learning method that can be implemented in the mathematics education curriculum. Recommendations for further development include increasing the variety of algorithms taught and integrating competitions to enhance students' learning motivation.

© 2024 Universitas Muhammadiyah Ponorogo

✉ **Alamat korespondensi:**

Universitas Insan Budi Utomo^{1,2}

E-mail: napfiahsiti@gmail.com²

ISSN 2548-7809 (Online)

ISSN 2527-6182 (Print)

PENDAHULUAN

Analisis algoritma pencarian solusi pada permainan Rubik dan aplikasinya dalam pembelajaran matematika membuka pintu untuk pendekatan pembelajaran yang inovatif dan menarik dalam mengajar matematika. Peningkatan pemahaman konsep matematika yang mendalam untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dalam berbagai konteks membutuhkan analisis algoritma pencarian solusi pada permainan Rubik (Sayoga & Herdiansyah, 2024). Rubik, yang diciptakan oleh Ernő Rubik pada tahun 1974, adalah salah satu teka-teki mekanik paling terkenal di dunia, terdiri dari segmen-segmen yang dapat diputar dengan tujuan mengembalikan setiap sisi kubus ke warna yang sama (Pekonen, 2021). Pentingnya algoritma pencarian solusi dalam permainan Rubik terkait dengan kompleksitasnya yang luar biasa; terdapat sekitar 88 juta kombinasi yang mungkin dari kubus 2x2 ini, sehingga memerlukan pemahaman yang kuat tentang algoritma pencarian solusi yang efisien untuk menyelesaikannya (Abdurahim et al., 2011). Analisis algoritma ini melibatkan berbagai pendekatan, seperti algoritma pencarian heuristik, algoritma genetika, atau pemrograman dinamis, untuk mengidentifikasi langkah-langkah optimal dalam menyelesaikan kubus. Aplikasi analisis ini dalam pembelajaran matematika sangat bermanfaat, karena mempelajari algoritma pencarian solusi Rubik's Cube dapat membantu siswa memahami konsep-konsep seperti pemrograman dinamis, optimisasi, dan strategi pencarian, yang menggabungkan pemecahan masalah nyata dengan konsep matematika mendasar.

Permainan Rubik juga berfungsi sebagai alat pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan konsep-konsep geometri, permutasi, dan kombinatorik secara visual dan praktis. Penggunaan Rubik's Cube dalam pembelajaran memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep-konsep matematika tersebut secara langsung melalui pengalaman praktis. Sebagai contoh, siswa dapat mempelajari permutasi dengan memanipulasi sisi-sisi Rubik's Cube dan memperhatikan bagaimana setiap langkah memengaruhi hasil akhir, sehingga mereka dapat melihat hubungan antara teori dan aplikasi matematika secara nyata. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan menantang, yang meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa.

Di lapangan, penerapan metode ini dapat dilihat dalam berbagai kegiatan pembelajaran aktif. Siswa yang belajar menggunakan Rubik's Cube dapat lebih mudah memahami konsep permutasi karena mereka dapat melihat perubahan-perubahan yang terjadi di setiap sisi kubus sesuai dengan langkah-langkah yang mereka ambil. Pengalaman praktis ini memperkuat teori-teori yang mereka pelajari di kelas, menjadikan matematika lebih relevan dan mudah dipahami. Selain itu, pembelajaran algoritma pencarian solusi Rubik juga mengajarkan siswa pentingnya kesabaran, ketelitian, dan ketekunan dalam menghadapi tugas yang kompleks, keterampilan yang sangat berharga dalam konteks pendidikan dan kehidupan sehari-hari.

Pentingnya pendekatan pembelajaran yang dapat menarik minat dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika yang lebih abstrak. Permainan Rubik yang memiliki kompleksitas tinggi menawarkan tantangan yang relevan dengan pembelajaran matematika tingkat lanjut, seperti pemrograman dinamis dan algoritma pencarian solusi yang efisien. Dengan menggunakan Rubik's Cube dalam pembelajaran, siswa tidak hanya belajar tentang teori matematika, tetapi juga mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang dapat diterapkan di luar ruang kelas. Ini adalah bagian penting dari pendidikan yang menekankan keterampilan berpikir kritis, kesabaran, ketekunan, dan kemampuan untuk mengatasi masalah yang rumit. Penelitian ini juga penting dalam rangka memperkenalkan metode baru yang lebih menarik dan aplikatif dalam pendidikan matematika. Dengan menekankan pada aplikasi praktis melalui permainan, penelitian ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan kurikulum yang lebih interaktif, di mana siswa tidak hanya belajar teori secara pasif, tetapi juga aktif terlibat dalam proses pembelajaran yang lebih kontekstual dan menyenangkan.

METODE

Metode penelitian adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data dalam rangka melakukan penelitian ilmiah, yang penting untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil penelitian serta kontribusinya terhadap pengetahuan dalam bidang tertentu (Flick, 2022; Jones, 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, metode penelitian telah berkembang pesat, termasuk penerapan metode campuran yang menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih holistik mengenai fenomena yang diteliti (Garcia & Ramirez, 2021). Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi juga telah berperan penting dalam mempermudah pengumpulan data yang lebih efisien dan analisis yang lebih mendalam dalam penelitian modern (Rose & Johnson, 2020). Dalam konteks pendidikan, penerapan metode penelitian yang tepat sangat penting untuk memahami keterlibatan dan motivasi siswa dalam proses pembelajaran. Penelitian yang menggunakan pendekatan campuran memungkinkan peneliti untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi motivasi siswa, baik dari segi kuantitatif (misalnya, survei atau pengukuran tingkat motivasi siswa) maupun kualitatif (misalnya, wawancara atau observasi mengenai pengalaman siswa dalam pembelajaran). Sebagai contoh, studi yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif mengenai penggunaan Rubik's Cube dalam pembelajaran matematika dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang bagaimana alat pembelajaran ini meningkatkan keterlibatan siswa secara emosional dan intelektual. Penelitian semacam ini dapat mengidentifikasi hubungan antara metode pembelajaran interaktif dengan peningkatan motivasi siswa untuk lebih terlibat dalam pelajaran, serta dampaknya terhadap pencapaian hasil belajar yang lebih baik. Dengan demikian, penerapan metode penelitian yang sistematis dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam merancang strategi pengajaran yang lebih efektif dan menarik bagi siswa.

Lokasi penelitian, yang merupakan tempat di mana penelitian dilakukan, dapat bervariasi dari laboratorium, lapangan, sekolah, komunitas, hingga tempat-tempat lain yang sesuai dengan tujuan penelitian (Creswell, 2014). Pemilihan lokasi harus mempertimbangkan aksesibilitas, keamanan, dan ketersediaan sumber daya, serta konteks sosial, budaya, dan ekonomi yang relevan (Yin, 2017). Dalam penelitian ini, lokasi pengumpulan data dilakukan secara luring, sebuah tempat yang dipilih untuk memberikan suasana yang nyaman dan relevan bagi interaksi dengan mahasiswa. Ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih valid dan akurat dengan mempertimbangkan dinamika sosial dan budaya setempat (Silverman, 2010).

Subjek penelitian, yang merupakan individu, kelompok, atau objek fokus penelitian, memainkan peran krusial dalam menentukan validitas dan reliabilitas hasil penelitian (Babbie, 2016). Dalam penelitian ini, subjek adalah mahasiswa jurusan Teknik Informatika dari Institut Teknologi Nasional Malang yang berinteraksi dengan Matematika dalam keseharian mereka. Peneliti melibatkan tiga subjek mahasiswa, yaitu Subjek ZF, Subjek B, dan Subjek A, yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu. Proses pemilihan subjek dimulai dengan identifikasi populasi target, yaitu mahasiswa yang memiliki pengalaman dan pemahaman tentang permainan Rubik dan konsep-konsep matematika yang terkait.

Langkah pertama adalah menyebarkan kuesioner awal kepada mahasiswa Teknik Informatika untuk mengidentifikasi tingkat keterampilan mereka dalam menyelesaikan Rubik's Cube serta pemahaman mereka terhadap konsep-konsep matematika seperti permutasi, kombinatorik, dan algoritma. Berdasarkan hasil kuesioner ini, peneliti mengelompokkan mahasiswa ke dalam tiga kategori: pemula, menengah, dan mahir. Selanjutnya, satu subjek dari setiap kategori dipilih untuk memberikan representasi yang beragam mengenai kemampuan dan pengalaman dalam penelitian ini.

Pemilihan subjek juga mempertimbangkan kesiapan mereka untuk terlibat dalam proses penelitian, termasuk ketersediaan waktu dan kesediaan untuk berpartisipasi. Peneliti memastikan bahwa semua subjek telah memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*) setelah mendapat penjelasan lengkap mengenai tujuan, metode, dan potensi dampak penelitian. Selain itu, etika penelitian dijunjung

tinggi dengan menjaga kerahasiaan identitas subjek, hanya menggunakan inisial (ZF, B, dan A) untuk menggantikan nama asli, serta melindungi hak-hak mereka selama proses penelitian berlangsung (Babbie, 2016).

Populasi penelitian adalah keseluruhan objek atau individu dengan karakteristik tertentu yang menjadi sasaran generalisasi hasil penelitian (Fraenkel & Wallen, 2006), sedangkan sampel adalah sebagian dari populasi yang dipilih untuk diukur atau diamati (Creswell, 2014). Pemilihan sampel yang tepat harus dilakukan dengan teknik yang sesuai, baik probabilistik seperti simple random sampling dan stratified sampling, maupun non-probabilistik seperti convenience sampling dan purposive sampling, tergantung pada tujuan dan desain penelitian (Trochim & Donnelly, 2006). Dalam penelitian ini, populasi mencakup seluruh mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Informatika pada semester genap, dengan sampel diambil berdasarkan kriteria tertentu untuk memastikan relevansi dan representativitas data.

Jenis data yang digunakan adalah data primer, yang dikumpulkan langsung dari sumber aslinya melalui metode seperti survei, wawancara, observasi, atau eksperimen (Sekaran & Bougie, 2010; Sugiyono, 2016). Teknik pengumpulan data meliputi wawancara, yang merupakan metode efisien untuk mendapatkan data jika variabel yang diukur jelas dan ekspektasi terhadap responden dapat diprediksi (Sugiyono, 2016). Wawancara dilakukan secara langsung, mulai tanggal 25 Juli 2024, untuk memudahkan interaksi dan memperoleh data yang lebih mendalam dari mahasiswa yang telah ditentukan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mencari nilai persentase atas semua pertanyaan menggunakan metode analisis deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan data sebagaimana adanya tanpa membuat generalisasi (Miles et al., 2013). Proses analisis meliputi pengumpulan data, reduksi data, *display* data, dan penarikan kesimpulan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, sedangkan reduksi data mencakup pemilihan, penggolongan, dan pengorganisasian data untuk memudahkan analisis lebih lanjut (Sugiyono, 2016). *Display* data menyajikan data kualitatif dalam bentuk teks naratif, dan penarikan kesimpulan merangkum data untuk menjawab rumusan masalah penelitian (Sugiyono, 2016). Validasi data dilakukan melalui triangulasi metode, yang membandingkan data yang diperoleh dari berbagai cara untuk memastikan keakuratan dan konsistensi (Sugiyono, 2016). Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang mendalam dan valid mengenai alur pemecahan Rubik oleh mahasiswa Teknik Informatika dari Institut Teknologi Nasional Malang.

HASIL

Hasil penelitian mengungkapkan variasi yang signifikan dalam kemampuan penyelesaian *Rubik's cube* di antara ketiga subjek, yang tercermin dalam ketepatan langkah, efektivitas algoritma, dan waktu penyelesaian. Subjek ZF, yang menunjukkan ketepatan langkah yang cukup baik, berhasil menyelesaikan Rubik dalam waktu 4 menit 27 detik, dengan beberapa kesalahan yang dapat diperbaiki dengan cepat. Observasi ini menunjukkan bahwa Subjek ZF memiliki pemahaman dasar yang baik, tetapi masih menghadapi tantangan dalam penerapan algoritma secara konsisten. Dalam wawancara, ZF mengungkapkan:

P: "Apakah Anda merasa lebih mudah menyelesaikan Rubik setelah mempelajari permutasi? Jika iya mengapa dan jika tidak mengapa?"

ZF: "Iya, karena kaya mikir ohh main rubik itu nggak asal puter gitu ada rumusnya,"

Pernyataan subjek ZF mengindikasikan bahwa subjek menganggap materi permutasi relevan namun mungkin belum sepenuhnya terintegrasi dalam praktiknya.

Subjek B menunjukkan ketepatan langkah yang sangat baik, dengan waktu penyelesaian hanya 2 menit 23 detik dan hanya melakukan dua kesalahan kecil yang segera diperbaiki. Dalam wawancara, Subjek B menyatakan:

P: "Adakah hal lain yang ingin Anda sampaikan mengenai pengalaman Anda dalam kegiatan ini?"

B: "Semua didunia ini adalah matematika,"

Pernyataan tersebut menunjukkan pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara matematika dan permainan. Kemampuan B untuk memprediksi langkah-langkah selanjutnya dan menyelesaikan Rubik dengan efisien menunjukkan bahwa ia mampu mengintegrasikan konsep permutasi dengan efektif dalam praktik penyelesaian Rubik, memungkinkan untuk penyelesaian yang lebih cepat dan lebih akurat.

Subjek A menunjukkan performa terbaik di antara ketiga subjek dengan ketepatan langkah yang sangat baik dan penyelesaian tanpa kesalahan sama sekali, dalam waktu 2 menit 4 detik. A menambahkan:

P: "Adakah hal lain yang ingin Anda sampaikan mengenai pengalaman Anda dalam kegiatan ini?"

A: "Mungkin untuk variasi rumusnya mungkin biar lebih banyak lagi" yang menunjukkan keinginan untuk mengeksplorasi lebih lanjut variasi dalam algoritma. Keberhasilan A dalam menyelesaikan Rubik tanpa kesalahan menunjukkan pemahaman dan penerapan algoritma yang sangat baik. Kemampuan untuk tetap tenang dan tidak tergesa-gesa selama proses penyelesaian mencerminkan tingkat keahlian yang tinggi dan pemahaman mendalam tentang cara kerja algoritma permutasi.



Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan konsep permutasi dalam permainan *Rubik's cube* dapat mempengaruhi keterampilan pemecahan masalah dan efisiensi penyelesaian secara signifikan. Variasi dalam hasil di antara subjek menggambarkan perbedaan tingkat pemahaman dan keterampilan, menyoroti pentingnya praktik yang konsisten dan pemahaman yang mendalam dalam penggunaan algoritma. Temuan ini juga menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang melibatkan permainan seperti *Rubik's cube* dapat efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika dan keterampilan pemecahan masalah siswa.





PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peneliti mengeksplorasi bagaimana pemahaman tentang konsep permutasi dapat membantu dalam menyelesaikan *Rubik's cube* 2×2 dan dampaknya terhadap keterampilan matematika siswa. Berdasarkan teori permutasi, penyelesaian *Rubik's cube* 2×2 melibatkan dua aspek utama: permutasi dan orientasi *corner pieces* (Sayoga & Herdiansyah, 2024). Permutasi mengacu pada penempatan *corner pieces* pada posisi yang benar tanpa memperhatikan orientasi, sementara orientasi memastikan setiap *corner piece* berada pada orientasi yang benar setelah diposisikan dengan benar. Pada *Rubik's cube* 2×2 , terdapat 4 *corner pieces* yang dapat dipermutasi dalam $4!$ (24) cara, namun karena adanya sifat paritas, hanya 12 dari permutasi ini yang valid. Selain itu, setiap *corner piece* memiliki tiga orientasi yang mungkin, sehingga total kombinasi orientasi yang mungkin adalah $3^3=27$. Menggabungkan kedua aspek ini, terdapat total 324 kemungkinan konfigurasi untuk menyelesaikan lapisan terakhir dari *Rubik's cube* 2×2 .

Sifat paritas dalam *Rubik's cube* 2×2 mengacu pada apakah permutasi dari *corner pieces* adalah genap atau ganjil. Semua konfigurasi yang valid memiliki paritas genap, sehingga permutasi *corner pieces* harus selalu mengikuti aturan ini untuk mencapai solusi yang benar. Konsep ini membantu dalam menentukan apakah suatu konfigurasi dapat dicapai dengan langkah-langkah yang valid.

Notasi algoritma yang digunakan dalam menyelesaikan *Rubik's cube* 2×2 mencakup pergerakan dasar seperti:

R (memutar sisi kanan searah jarum jam) ,
R' (memutar sisi kanan berlawanan arah jarum jam) ,

- U (memutar sisi atas searah jarum jam)  ,
- U' (memutar sisi atas berlawanan arah jarum jam)  ,
- F (memutar sisi depan searah jarum jam)  ,
- dan F' (memutar sisi depan berlawanan arah jarum jam)  .

Contoh algoritma permutasi untuk menempatkan *corner pieces* pada posisi yang benar adalah: $RUR'U'R'FRF'RUR'U'R'FRF'R U R' U' R' F R F' R U R' U' R' F R F'RUR'U'R'FRF'RUR'U'R'FRF'$. Langkah-langkah ini mengatur ulang posisi *corner pieces* tanpa mengubah orientasi bagian tersebut. Untuk mengorientasikan *corner pieces* setelah diposisikan dengan benar, algoritma seperti: $URU'L'UR'U'LU'LU'LU R U' L' U R' U' L U R U' L' U R' U' LURU'L'UR'U'LU'LU'LU$ digunakan untuk memastikan setiap *corner piece* berada pada orientasi yang benar.

Dari wawancara, subjek ZF menemukan materi permutasi cukup mudah dipahami, meskipun ada bagian akhir yang terasa sulit karena langkah-langkahnya panjang. Subjek ini merasa bahwa materi tersebut relevan dengan permainan Rubik karena logikanya masuk akal dan langsung dapat diterapkan. Subjek B menyatakan bahwa materi permutasi mudah dicerna, tidak terlalu rumit, dan langsung *to the point*. B juga menemukan materi ini relevan dan bermanfaat saat dipraktikkan dalam permainan Rubik. Subjek A menyatakan bahwa materi permutasi cukup mudah dipahami dan tidak menemukan bagian yang sulit. A merasa materi ini relevan dengan permainan Rubik karena membantu menentukan warna dan lokasi *corner pieces* dengan lebih terstruktur.

Terkait dengan teori permutasi, pemahaman tentang teori permutasi dan orientasinya memiliki peran penting dalam meningkatkan kecepatan subjek dalam menyelesaikan Rubik. Dengan memahami permutasi, subjek dapat mengenali dan mengingat pola serta algoritma yang efisien untuk mengatur ulang elemen-elemen pada Rubik secara cepat dan tepat. Permutasi membantu subjek memahami bahwa penyelesaian Rubik bukanlah proses acak, melainkan serangkaian langkah yang terstruktur dan dapat diprediksi. Adanya notasi – notasi rubik dapat memudahkan subjek dalam menemukan serangkaian Langkah yang terstruktur secara tepat, pemahaman akan pengaruh dari setiap pergerakan rubik juga dapat membantu proses pencarian solusi pada penyelesaian rubik. Melalui wawancara, terlihat bahwa subjek yang mempelajari permutasi aljabar merasa lebih mudah dan cepat dalam menyelesaikan Rubik dibandingkan dengan sebelumnya. Misalnya, subjek ZF mengakui bahwa setelah mempelajari permutasi aljabar, penyelesaian Rubik menjadi lebih menyenangkan dan cepat karena ada rumus yang bisa diikuti. Demikian pula, subjek B mencatat bahwa dengan menggunakan rumus permutasi, mereka bisa menyelesaikan Rubik hanya dalam beberapa menit, jauh lebih cepat dibandingkan saat mereka mencoba tanpa rumus. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman tentang permutasi tidak hanya meningkatkan kecepatan tetapi juga efisiensi dalam menyelesaikan Rubik, menjadikan pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan. Hubungan antara konsep permutasi dan langkah-langkah penyelesaian Rubik dapat dilihat dari bagaimana algoritma permutasi mengatur ulang posisi dan orientasi *corner pieces* untuk mencapai konfigurasi yang benar. Subjek ZF menyatakan bahwa permutasi berperan besar dalam membantu menyelesaikan Rubik karena menyediakan rumus yang menjadi patokan dalam penyelesaian. Subjek B menyebutkan bahwa konsep permutasi sangat membantu dalam mengubah Rubik yang acak menjadi tersusun rapi dengan cepat. Subjek A melihat adanya hubungan antara konsep permutasi dan langkah-langkah penyelesaian Rubik karena lokasi dan warna dari *corner pieces* dapat dirumuskan dan dihafal untuk penyelesaian yang lebih efektif.



Penggunaan konsep matematika dalam permainan seperti Rubik juga dianggap menarik oleh para subjek. Subjek ZF merasa kurang suka dengan konsep matematika yang dimasukkan dalam permainan, namun menyadari bahwa hal tersebut membuat penyelesaian Rubik menjadi lebih cepat. Subjek B menyukai konsep matematika dalam permainan Rubik karena membuat penyelesaian menjadi lebih cepat dan lebih menarik. Subjek A menyatakan bahwa menggunakan konsep matematika dalam konteks permainan seperti Rubik cukup menyenangkan dan menarik karena tidak melulu soal angka.

Metode pembelajaran yang menggabungkan teori dengan praktik, seperti mempelajari permutasi kemudian mempraktikkannya dalam permainan Rubik, dinilai efektif oleh para subjek. Subjek ZF menyatakan bahwa metode pembelajaran ini efektif karena memungkinkan siswa belajar dengan tidak langsung mengerjakan, tetapi dengan pemahaman terlebih dahulu. ZF merasa keterampilan matematika meningkat setelah mempelajari permutasi dan bermain Rubik karena memahami bahwa matematika tidak hanya tentang angka. Subjek B menganggap metode pembelajaran ini efektif karena banyak praktiknya dan tidak kebanyakan teori. B menyatakan keterampilan matematika meningkat secara signifikan setelah mempelajari permutasi dan bermain Rubik. Subjek A menyatakan bahwa metode pembelajaran ini efektif karena melakukan sesuatu dengan pengetahuan yang sudah dimiliki dan mengalami sedikit peningkatan dalam keterampilan matematika setelah mempelajari permutasi dan bermain Rubik.

Saran dan masukan dari para subjek untuk meningkatkan metode pembelajaran ini juga patut diperhatikan. Subjek ZF menyarankan untuk memberikan perlombaan antar peserta dengan reward untuk yang selesai terlebih dahulu. Subjek B menyarankan untuk memperbanyak praktik dalam metode pembelajaran. Subjek A menyarankan untuk menambah variasi rumus untuk penyelesaian Rubik.

Menggabungkan konsep permutasi dengan permainan *Rubik's cube* 2×2 terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika dan keterampilan menyelesaikan Rubik. Metode ini tidak hanya membuat pembelajaran lebih menyenangkan, tetapi juga memberikan aplikasi praktis dari konsep-konsep matematika. Para peserta penelitian menunjukkan peningkatan dalam menyelesaikan Rubik serta minat yang lebih besar terhadap matematika setelah memahami teori permutasi. Selain itu, saran dan masukan dari para peserta dapat digunakan untuk lebih meningkatkan metode pembelajaran ini di masa depan.

SIMPULAN & SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga subjek mengalami peningkatan signifikan dalam kemampuan mereka menyelesaikan *Rubik's cube* setelah mempelajari materi permutasi. Efektivitas algoritma yang diterapkan oleh setiap subjek terbukti sangat baik, dengan waktu penyelesaian yang relatif cepat dan tingkat pemahaman yang meningkat, disertai dengan jumlah kesalahan yang minim dalam langkah-langkah penyelesaian. Subjek menunjukkan kemajuan dalam penerapan algoritma berkat pemahaman yang lebih baik tentang konsep permutasi yang telah dipelajari. Metode pembelajaran yang mengintegrasikan konsep matematika dengan permainan Rubik ini telah diterima dengan baik oleh subjek. Mereka menganggap metode tersebut efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, meskipun ada beberapa saran untuk meningkatkan efektivitas metode ini lebih lanjut.

Saran

Subjek menyarankan agar metode pembelajaran ini dilengkapi dengan perlombaan dan penghargaan sebagai bentuk motivasi tambahan, yang dapat meningkatkan keterlibatan dan antusiasme subjek. Untuk penelitian di masa depan, disarankan agar variasi rumus dalam materi permutasi diperbanyak. Hal ini akan memungkinkan penilaian yang lebih luas terhadap pengaruh berbagai rumus terhadap hasil penyelesaian *Rubik's cube*. Selain itu, penerapan metode ini pada permainan lain dengan



tantangan matematis serupa bisa menjadi langkah selanjutnya untuk mengevaluasi efektivitas metode dalam konteks yang berbeda. Penelitian dengan melibatkan jumlah subjek yang lebih besar juga dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif, memungkinkan analisis yang lebih mendetail mengenai pengaruh variabel-variabel tertentu terhadap hasil pembelajaran. Dengan mempertimbangkan saran-saran ini, diharapkan bahwa penelitian di masa depan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dan kontribusi yang berarti terhadap pengembangan strategi pembelajaran matematika yang lebih inovatif dan efektif, serta dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan subjek dalam konteks pembelajaran yang lebih luas.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdurahim, A., Romdhini, M. U., & Wardhana, I. G. A. W. (2011). Analisis Penyelesaian Rubik 2×2 Menggunakan Grup Permutasi. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 4(2), 151–161.
- Babbie, R. (2016). *The Practice of Social Research*. Cengage Learning. <https://books.google.co.id/books?id=ZsWFCwAAQBAJ>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications. https://books.google.co.id/books?id=4uB76IC_pOQC
- Flick, U. (2022). *An introduction to qualitative research*.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. McGraw-Hill. <https://books.google.co.id/books?id=LbhaAAAAYAAJ>
- Garcia, G. A., & Ramirez, J. J. (2021). Proposing a methodological borderland: Combining Chicana feminist theory with transformative mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 15(2), 240–260.
- Jones, I. (2022). *Research Methods for Sports Studies*. Routledge.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=p0wXBAAAQBAJ>
- Pekonen, O. (2021). Cubed: The Puzzle of Us All by Ernő Rubik. *The Mathematical Intelligencer*, 43(2), 148–149.
- Rose, J., & Johnson, C. W. (2020). Contextualizing Reliability and Validity in Qualitative Research: Toward More Rigorous and Trustworthy Qualitative Social Science in Leisure Research. *Journal of Leisure Research*, 51(4), 432–451.
- Sayoga, V. D., & Herdiansyah, R. (2024). Implementasi Algoritma Bee Colony Optimization Dalam Mencari Langkah Solusi Tercepat Pada Puzzle Rubik's cube. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 2(2), 380–385.
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2010). *Research Methods for Business: A Skill Building Approach*. Wiley & Sons. https://books.google.co.id/books?id=a__YI3TJQuAC
- Silverman, D. (2010). *Doing Qualitative Research*. SAGE Publications. https://books.google.co.id/books?id=es_oEVZew6YC
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Trochim, W., & Donnelly, J. P. (2006). *The Research Methods Knowledge Base*. Cengage Learning. <https://books.google.co.id/books?id=097mAAAACAAJ>
- Yin, R. K. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=6DwmDwAAQBAJ>