

## Optimalisasi Pembelajaran Kolaboratif Matematika Berbasis Algoritma Graph: Tinjauan Literatur

Dame Enjelina Sigalingging<sup>1</sup> Relly Sinurat<sup>2</sup> Petra Aprina Benedicta Sinaga<sup>3</sup> Marianche Ferbina Br Tarigan<sup>4</sup> Sally Yunita Mutiara Pane<sup>5</sup> Indriyani Friska Tinambunan<sup>6</sup> Nita Pratiwi Siagian<sup>7</sup> Yunisyia Puji Astuti<sup>8</sup> Aulia Eka Putri<sup>9</sup> Denny Haris<sup>10</sup>

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10</sup>

Email: [dame.enjelina.sigalingging02@gmail.com](mailto:dame.enjelina.sigalingging02@gmail.com)<sup>1</sup> [rellysinurat67@gmail.com](mailto:rellysinurat67@gmail.com)<sup>2</sup> [Petrasinaga49@gmail.com](mailto:Petrasinaga49@gmail.com)<sup>3</sup> [mariancheferbina@gmail.com](mailto:mariancheferbina@gmail.com)<sup>4</sup> [sallymutiarapane@gmail.com](mailto:sallymutiarapane@gmail.com)<sup>5</sup> [indriyani01as@gmail.com](mailto:indriyani01as@gmail.com)<sup>6</sup> [nitapratiwisiagian@mhs.unimed.ac.id](mailto:nitapratiwisiagian@mhs.unimed.ac.id)<sup>7</sup> [yunisyiapujiastuti2004@gmail.com](mailto:yunisyiapujiastuti2004@gmail.com)<sup>8</sup> [auliaeka1509@gmail.com](mailto:auliaeka1509@gmail.com)<sup>9</sup> [dennyharis08@gmail.com](mailto:dennyharis08@gmail.com)<sup>10</sup>

### Abstract

*Mathematics learning often faces challenges in helping students understand abstract concepts, which can result in low student motivation and interest. This article discusses the application of graph algorithms, especially Dijkstra's algorithm, in the context of collaborative learning to improve the effectiveness of interactions between students. Through a systematic approach, this study collects and analyzes relevant literature, including journal articles, conference proceedings, and other sources that discuss graph theory and its applications in education. The results of the study indicate that the integration of graph algorithms in collaborative learning methods can improve student engagement and understanding. This study also highlights the importance of technology in supporting the learning process, and provides a comprehensive picture of the effectiveness of Dijkstra's algorithm in optimizing mathematics learning. These findings are expected to contribute to the development of more innovative and effective teaching strategies in mathematics education.*

**Keywords:** Collaborative Learning, Critical Thinking Skills, Dijkstra's Algorithm, Educational Technology, Graph Algorithm

### Abstrak

Pembelajaran matematika sering kali menghadapi tantangan dalam membantu siswa memahami konsep-konsep yang abstrak, yang dapat mengakibatkan rendahnya motivasi dan minat siswa. Artikel ini membahas penerapan algoritma graph, khususnya algoritma Dijkstra, dalam konteks pembelajaran kolaboratif untuk meningkatkan efektivitas interaksi antar siswa. Melalui pendekatan sistematis, penelitian ini mengumpulkan dan menganalisis literatur yang relevan, termasuk artikel jurnal, prosiding konferensi, dan sumber-sumber lain yang membahas teori graph dan aplikasinya dalam pendidikan. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi algoritma graph dalam metode pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya teknologi dalam mendukung proses pembelajaran, serta memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas algoritma Dijkstra dalam mengoptimalkan pembelajaran matematika. Temuan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi pengajaran yang lebih inovatif dan efektif dalam pendidikan matematika.

**Kata Kunci:** Algoritma Dijkstra, Algoritma Graph, Keterampilan Berpikir Kritis, Pembelajaran Kolaboratif, Teknologi Pendidikan



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan yang membuat siswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep yang abstrak. Banyak siswa merasa matematika adalah mata pelajaran yang sulit dan tidak relevan dengan kehidupan sehari-hari,

yang mengakibatkan rendahnya motivasi dan minat mereka dalam mempelajari bidang ini. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah Model pembelajaran kolaboratif. Model Pembelajaran kolaboratif dirasa memiliki karakteristik pembelajaran yang sesuai dan relevan untuk melatih dan meningkatkan ketrampilan berpikir kritis pada mata pelajaran matematika. Tahap-tahapan dalam model pembelajaran ini yang nantinya diharapkan akan menjadi stimulus bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, karena untuk menghasilkan suatu pemecahan masalah yang tepat dibutuhkan kemampuan berpikir kritis yang lebih mendalam akan masalah yang hendak dipecahkan. Model pembelajaran kolaboratif merupakan upaya yang tepat untuk meningkatkan cognitive skill dan kemampuan berpikir tingkat tinggi terutama kemampuan berpikir kritis dan analisis dalam pembelajaran (Aulia et al., 2023).

Salah satu cara untuk lebih memperkuat pembelajaran kolaboratif adalah dengan memanfaatkan teknologi, terutama teknologi simulasi yang dapat menggambarkan konsep matematika yang abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Teknologi memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam konteks pembelajaran matematika. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika memungkinkan adopsi berbagai metode dan alat yang dapat memperkaya pengalaman belajar siswa (Istofany et al., 2024). Dalam konteks ini, algoritma graf menawarkan potensi besar untuk mengilustrasikan hubungan antar elemen matematika, seperti dalam studi tentang jarak, hubungan, dan pola. Algoritma graf dapat digunakan untuk menciptakan simulasi yang menggambarkan berbagai situasi dan masalah nyata, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami bagaimana konsep-konsep matematika diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, penggunaan algoritma graf dalam pembelajaran matematika tidak hanya menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, tetapi juga memberikan siswa alat yang berguna untuk mengeksplorasi dan menganalisis masalah secara lebih mendalam. Melalui teknologi simulasi ini, siswa dapat mengalami langsung bagaimana matematika berfungsi dalam konteks yang lebih luas, yang pada akhirnya dapat meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan berpikir kritis mereka.

Rumusan masalah pada penelitian ini berfokus pada apa saja tantangan utama dalam penerapan pembelajaran kolaboratif yang efektif di kelas matematika, bagaimana pendekatan algoritma graf dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, dan bagaimana algoritma graf dapat membantu mengoptimalkan pembelajaran kolaboratif untuk meningkatkan interaksi antar siswa dan efektivitas pembelajaran. Kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan pembelajaran kolaboratif dalam mengajarkan algoritma graf, serta untuk menganalisis bagaimana algoritma graf dapat membantu mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran kolaboratif, khususnya dalam meningkatkan pemahaman konsep-konsep algoritma graf.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur untuk mengeksplorasi peningkatan efektivitas pembelajaran kolaboratif matematika melalui basis algoritma graph. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis dan mensintesis informasi dari berbagai sumber ilmiah yang relevan, memberikan dasar teori yang kuat, menemukan tren penelitian sebelumnya, dan merumuskan rekomendasi berbasis bukti. Populasi penelitian terdiri dari seluruh literatur yang berkaitan dengan pembelajaran kolaboratif, algoritma graph, dan efektivitas simulasi dalam pendidikan matematika, yang tersedia di database akademik seperti Google Scholar, JSTOR, dan ProQuest. Sampel penelitian ini merupakan literatur yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu publikasi yang relevan dengan topik pembelajaran

kolaboratif dan simulasi berbasis algoritma graph, diterbitkan dalam 10 tahun terakhir, referensi telah melalui proses peer-review, dan referensi dalam berbagai bahasa yaitu bahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Literatur yang digunakan meliputi artikel jurnal, buku ilmiah, website yang menyediakan ebook ataupun jurnal penelitian. Pemilihan sampel dilakukan dengan purposive sampling untuk menyaring literatur yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Teknik analisis data yang digunakan yaitu melibatkan identifikasi tema utama dari literatur yang terpilih, seperti efektivitas simulasi algoritma graph, dampak pembelajaran kolaboratif, dan strategi implementasi simulasi dalam pendidikan. Data yang telah dikelompokkan kemudian disintesis untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang topik penelitian, dengan memperhatikan pola dan tren yang ada melalui kajian literatur yang dilakukan, peneliti dapat menyintesis temuan-temuan terkait dan memvalidasi keabsahan data untuk memastikan konsistensi dan kredibilitas hasil penelitian.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Penerapan Algoritma Graph dalam Pendidikan Matematika**

Matematika merupakan salah satu ilmu yang peranannya sangat penting dalam kehidupan. Matematika merupakan “Queen and Servant of Science” maksudnya adalah selain sebagai fondasi bagi ilmu pengetahuan juga sebagai pembantu bagi ilmu pengetahuan yang lain, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan tersebut. Matematika merupakan salah satu ilmu yang menarik untuk dipelajari karena di dalam matematika terdapat suatu cabang ilmu yang dapat mempermudah menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari seperti teori graf (Sa’adah et al., 2023). Teori graf merupakan bagian dari matematika yang dapat membantu dalam menemukan solusi untuk masalah di beberapa bidang. Bidang matematika ini memiliki beberapa keunggulan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan di masyarakat. Teori graf diperkenalkan oleh seorang matematikawan bernama Leonhard Euler pada tahun 1736. Ide muncul ketika memecahkan masalah jembatan Konigsberg, Euler kemudian memodelkan masalah tersebut dalam bentuk graf dengan mengasumsikan massa daratan sebagai simpul dan jembatan yang menghubungkan dua massa tanah sebagai graf satu sisi. Teori graf adalah cabang matematika diskrit yang menarik untuk membahas masalah yang berkaitan dengan masalah sehari-hari. Meskipun graf adalah model matematika yang sangat rumit dan menantang, graf dapat menjadi jawaban yang sangat praktis untuk beberapa masalah. Oleh karena itu, representasi graf tergantung pada sifat data dan operasi yang dilakukan pada data kasus tertentu. Suatu masalah fisik yang konkrit dapat direpresentasikan dengan sebuah graf (Rohmawati et al., 2022).

Teori graf memiliki aplikasi yang sangat luas karena berbeda dan memiliki banyak keunikan, teori graf saat ini berkembang dan menarik. Meluasnya penggunaan teori graf dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap perkembangannya yang pesat. Kesederhanaan topik yang dicakup oleh teori graf, yang dapat direpresentasikan sebagai simpul dan sisi, membuatnya istimewa. Salah satu permasalahan yang memanfaatkan teori graf yaitu masalah penjadwalan mata kuliah di Perguruan Tinggi. Pihak Perguruan Tinggi harus berhati-hati dalam memilih strategi penjadwalan yang akan digunakan untuk membuat jadwal perkuliahan karena beragamnya teori penjadwalan yang ada. Tentunya hal ini merupakan tugas yang cukup sulit. karena Perguruan Tinggi harus memiliki urutan proses pembelajaran yang baik agar mencapai tujuan yang maksimal (Rohmawati et al., 2022a).

### **Algoritma Graph untuk Optimalisasi Pembelajaran Kolaboratif**

Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa algoritma graph dapat diintegrasikan dalam simulasi pembelajaran kolaboratif untuk meningkatkan efektivitas interaksi antar siswa.

Misalnya, penelitian oleh Izwita Dewi dan rekan (2024) menunjukkan bahwa metode pembelajaran proyek kolaboratif berbasis algoritma graph dapat meningkatkan kemampuan kolaborasi mahasiswa<sup>1</sup>. Penelitian ini menggunakan metode survei kuantitatif dan menemukan bahwa metode ini efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mahasiswa. Selain itu, penelitian oleh Arum Putri Rahayu dan rekan (2024) mengevaluasi penerapan metode pembelajaran kolaboratif di tiga perguruan tinggi swasta di Magetan. Mereka menemukan bahwa metode ini efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mahasiswa, dengan teknologi memainkan peran penting dalam mendukung pembelajaran kolaboratif.

### **Studi Kasus dalam Pembelajaran Matematika**

Studi kasus tentang penerapan pembelajaran kolaboratif matematika di sekolah menengah menjadi penting mengingat tantangan yang banyak dihadapi sekolah dalam memberikan pembelajaran yang menarik dan bermakna kepada siswa. Studi ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana pembelajaran kolaboratif dapat diterapkan secara efektif dalam konteks ini. Selanjutnya dengan menganalisis studi kasus ini, kita dapat mengidentifikasi hambatan dan tantangan yang mungkin timbul ketika menerapkan pendekatan ini, serta faktor pendukung keberhasilannya. Hasil dari studi ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan kurikulum dan praktik pembelajaran matematika yang lebih baik ditingkat Sekolah Menengah Atas. Studi kasus ini akan mencakup peran guru dalam pembelajaran kolaboratif, serta strategi yang mereka gunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dengan demikian, studi kasus ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang komprehensif tentang penerapan pembelajaran kolaboratif dalam mata pelajaran matematika di Sekolah Menengah Atas. Hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan panduan yang berharga bagi sekolah, guru, dan pembuat kebijakan dalam upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan matematika di tingkat ini, sehingga siswa dapat lebih siap menghadapi tantangan di masa depan. (Mahanipuna & Matematika, 2023). Dalam konteks pembelajaran kolaboratif, pendekatan algoritma graph, khususnya algoritma Dijkstra, menawarkan berbagai kelebihan dan kekurangan yang perlu dianalisis untuk memahami efektivitasnya dalam meningkatkan interaksi antar siswa dan hasil belajar. Berikut adalah pembahasan mengenai kekuatan dan kelemahan pendekatan ini berdasarkan kajian literatur yang ada.

### **Kekuatan Pendekatan Algoritma Graph**

1. Optimalisasi Interaksi Siswa. Salah satu kelebihan utama dari pendekatan algoritma graph adalah kemampuannya untuk memetakan hubungan antar siswa dalam kelompok. Dengan menggunakan algoritma Dijkstra, pendidik dapat mengidentifikasi jalur komunikasi yang paling efisien antara siswa, sehingga memfasilitasi interaksi yang lebih baik. Hal ini memungkinkan siswa untuk saling membantu dan berbagi pengetahuan secara lebih efektif, yang merupakan inti dari pembelajaran kolaboratif (Darmawan & Pujiastuti, 2023a)
2. Pengelolaan Peran dalam Kelompok. Algoritma graph juga memungkinkan pengelolaan peran yang lebih terstruktur dalam kelompok belajar. Dengan memanfaatkan data tentang kemampuan dan kontribusi siswa, pendidik dapat menetapkan peran yang sesuai, seperti pemimpin diskusi, pencatat, atau presenter. Ini tidak hanya meningkatkan rasa tanggung jawab siswa terhadap proses belajar mereka, tetapi juga mendorong mereka untuk berpartisipasi secara aktif (Jalal, 2022b).
3. Identifikasi Kesenjangan Pemahaman. Pendekatan ini juga dapat membantu dalam mengidentifikasi kesenjangan pemahaman di antara siswa. Dengan menganalisis interaksi dan kontribusi siswa, pendidik dapat dengan cepat mengetahui siapa yang membutuhkan

bantuan tambahan dan memberikan intervensi yang tepat. Ini dapat meningkatkan hasil belajar secara keseluruhan dan memastikan bahwa semua siswa mendapatkan dukungan yang mereka butuhkan (Tasdik & Amelia, 2021b).

### **Kelemahan Pendekatan Algoritma Graph**

1. Kompleksitas Implementasi. Salah satu kelemahan dari pendekatan algoritma graph adalah kompleksitas dalam implementasinya. Pendidik mungkin memerlukan pelatihan khusus untuk memahami dan menerapkan algoritma ini secara efektif dalam konteks pembelajaran. Tanpa pemahaman yang memadai, ada risiko bahwa algoritma tidak akan digunakan secara optimal, yang dapat mengurangi manfaat yang diharapkan (Darmawan & Pujiastuti, 2023a).
2. Ketergantungan pada Teknologi. Pendekatan ini juga sangat bergantung pada teknologi. Dalam situasi di mana akses ke perangkat keras atau perangkat lunak terbatas, penerapan algoritma graph dapat menjadi sulit. Hal ini dapat menciptakan kesenjangan antara siswa yang memiliki akses ke teknologi dan mereka yang tidak, sehingga mengurangi kesetaraan dalam pembelajaran (Jalal, 2022b).
3. Risiko Over-Analysis. Terlalu banyak analisis data dapat menyebabkan kebingungan dan mengalihkan fokus siswa dari tujuan pembelajaran utama. Jika siswa terlalu terfokus pada pemetaan dan analisis interaksi, mereka mungkin kehilangan kesempatan untuk terlibat dalam diskusi yang lebih mendalam dan pemecahan masalah yang kreatif. Oleh karena itu, penting untuk menemukan keseimbangan antara penggunaan algoritma dan pengalaman belajar yang lebih tradisional (Tasdik & Amelia, 2021b).

### **Optimasi Algoritma Graph dalam Pembelajaran Matematika**

Algoritma graph memiliki potensi besar untuk dioptimalkan lebih lanjut dalam konteks pembelajaran matematika. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan mengintegrasikan algoritma graph dalam model pembelajaran berbasis proyek. Dalam model ini, siswa dapat diajak untuk menyelesaikan masalah nyata yang melibatkan struktur graph, seperti perencanaan rute transportasi atau analisis jaringan sosial. Dengan demikian, siswa tidak hanya belajar teori tetapi juga menerapkannya dalam situasi yang relevan. Selain itu, penggunaan perangkat lunak interaktif yang memanfaatkan algoritma graph dapat meningkatkan pemahaman siswa. Misalnya, aplikasi yang memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan graph dan eksperimen dengan berbagai algoritma dapat membantu mereka memahami konsep seperti jalur terpendek dan pewarnaan graph secara lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang melibatkan interaksi dan eksplorasi aktif dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (Zuhriyah, 2022).

### **Konsep Algoritma Graph**

Algoritma graph adalah sekumpulan prosedur yang digunakan untuk memecahkan masalah yang dapat direpresentasikan dalam bentuk graph. Graph sendiri terdiri dari simpul (nodes) dan sisi (edges) yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Teori dasar dari algoritma graph mencakup berbagai konsep seperti jalur, siklus, dan komponen terhubung. Beberapa algoritma yang umum digunakan dalam graph antara lain algoritma Dijkstra untuk mencari jalur terpendek, algoritma BFS (Breadth-First Search) dan DFS (Depth-First Search) untuk traversing graph. Dalam konteks pendidikan, algoritma graph dapat diterapkan untuk menganalisis interaksi antar siswa, mengoptimalkan penjadwalan, dan meningkatkan pemahaman konsep matematika. Misalnya, algoritma pewarnaan graph dapat digunakan untuk menyusun jadwal pelajaran yang menghindari bentrok waktu antara mata pelajaran yang berbeda (Rahayuningsih, 2018)

### **Penerapan Algoritma Graph dalam Pendidikan**

Beberapa penelitian telah mengaplikasikan algoritma graph di bidang pendidikan dengan hasil yang signifikan. (Rahayuningsih, 2018), dalam penelitiannya menjelaskan penerapan teori graph dalam konteks pendidikan matematika. Penelitian ini menunjukkan bagaimana algoritma graph dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan dan mengoptimalkan proses belajar mengajar. (Zuhriyah, 2022), meneliti model pembelajaran kolaboratif yang menggunakan teknik pemecahan masalah berbasis algoritma graph. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan kreativitas berpikir matematika siswa, serta kemampuan kolaboratif mereka. (Oktaviani et al., 2023), mengkaji penerapan pembelajaran kolaboratif dalam meningkatkan kemampuan belajar matematika di Madrasah Aliyah. Penelitian ini menekankan pentingnya interaksi antar siswa dan bagaimana algoritma graph dapat membantu dalam menganalisis pola kolaborasi di antara mereka. (Bismi et al., 2021), menerapkan algoritma hybrid untuk menentukan rute terpendek antara cabang kampus. Penelitian ini menunjukkan bagaimana algoritma graph dapat digunakan dalam manajemen pendidikan untuk mengoptimalkan rute dan waktu perjalanan antar lokasi. Penerapan algoritma graph dalam pendidikan, khususnya dalam konteks pembelajaran kolaboratif matematika, memiliki potensi dampak yang signifikan. Algoritma ini dapat digunakan untuk meningkatkan interaksi antar siswa, memfasilitasi pemahaman materi, dan mengoptimalkan proses pembelajaran. Berikut adalah beberapa implikasi yang dapat dipertimbangkan:

1. Meningkatkan Interaksi Siswa. Algoritma graph dapat digunakan untuk merancang model pembelajaran kolaboratif yang mendorong siswa untuk berinteraksi secara lebih efektif (Sanjaya, 2023). Dengan memanfaatkan struktur graph, guru dapat menciptakan jaringan kolaborasi di antara siswa, yang memungkinkan mereka untuk berbagi informasi dan sumber daya secara lebih efisien. Interaksi siswa tidak hanya meningkatkan pemahaman materi tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial dan komunikasi siswa. Algoritma graf dapat berperan penting dalam konteks analisis interaksi sosial dan hubungan antar peserta didik dalam lingkungan pembelajaran kolaboratif (Tan et al., 2022). Berikut beberapa potensi peran algoritma graf dalam pembelajaran kolaboratif: (a) Digunakan untuk menganalisis jaringan interaksi antar siswa, membantu dalam memahami pola kolaborasi dan komunikasi di antara mereka. Ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana informasi dan dukungan sosial mengalir dalam kelompok. (b) Membantu dalam mengelompokkan siswa berdasarkan interaksi mereka, serta merekomendasikan pasangan atau kelompok yang mungkin lebih efektif untuk kolaborasi berdasarkan hubungan yang ada. (c) Dengan menggunakan algoritma graph dapat ditentukan dinamika kelompok dan bagaimana perubahan dalam struktur jaringan dapat mempengaruhi hasil pembelajaran kolaboratif. (d) Algoritma graf juga dapat digunakan untuk menganalisis pola diskusi dan interaksi verbal antar siswa, membantu dalam memahami bagaimana mereka berkolaborasi dan berkomunikasi dalam konteks pembelajaran.
2. Optimalisasi penjadwalan dan manajemen waktu. Penerapan algoritma seperti pewarnaan graf dapat membantu dalam penjadwalan kegiatan belajar mengajar. Misalnya, algoritma Welch-Powell yang digunakan dalam penjadwalan ujian dapat memastikan bahwa tidak ada bentrokan waktu antara mata pelajaran yang berbeda (Rohmawati et al., 2022b). Algoritma graf dapat mengembangkan keterampilan dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan pencarian jalur terpendek, pengoptimalan jaringan, dan analisis hubungan (Wahyuningsih et al., 2020). Dengan menggunakan algoritma graph dapat mencari solusi untuk penjadwalan mata pelajaran dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti mata pelajaran, kelas, dan jam pelajaran (Fadel et al., 2023). Algoritma ini membantu dalam mengoptimalkan

penjadwalan sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya bentrok antara jadwal mata pelajaran dan guru, penelitian ini dapat mencari solusi untuk penjadwalan mata pelajaran dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti mata pelajaran, kelas, dan jam pelajaran. Algoritma ini membantu dalam mengoptimalkan penjadwalan sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya bentrok antara jadwal mata pelajaran dan guru.

3. Peningkatan hasil belajar. Teori graf membantu siswa menghubungkan konsep matematika dengan situasi kehidupan nyata. Dengan memodelkan masalah nyata menggunakan graf, siswa dapat melihat relevansi matematika dalam kehidupan sehari-hari, yang dapat meningkatkan minat dan motivasi mereka (Blanco & García-Moya, 2021). Melalui eksplorasi algoritma graf, siswa belajar menerapkan berbagai strategi pemecahan masalah, seperti mencari pola dan menggunakan metode coba-coba. Proses ini tidak hanya meningkatkan keterampilan matematika mereka tetapi juga memberikan rasa pencapaian ketika mereka berhasil memecahkan masalah, yang pada gilirannya meningkatkan motivasi mereka.
4. Pendekatan Pembelajaran yang Responsif. Implementasi algoritma graph memungkinkan pendidikan untuk menjadi lebih responsif terhadap kebutuhan individu siswa. Dengan analisis data yang lebih baik melalui model graph, guru dapat menyesuaikan metode pengajaran berdasarkan interaksi dan kemajuan siswa. Hal ini membuka peluang bagi pendekatan pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. (Chai et al., 2019) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penerapan teori graf sebagai metodologi kuantitatif bahwa penerapan teori graf untuk menganalisis dinamika diskusi kelompok dalam konteks pendidikan STEM memberikan wawasan yang berharga tentang pola interaksi antar siswa. Dengan memetakan urutan percakapan, dapat diidentifikasi pola partisipasi yang beragam, dari dominasi individu hingga partisipasi yang lebih merata. Temuan ini menekankan pentingnya menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan adil, di mana semua siswa memiliki kesempatan untuk berkontribusi secara aktif. Informasi yang diperoleh dari analisis ini dapat digunakan oleh instruktur untuk meningkatkan strategi pengajaran dan mendukung pengembangan keterampilan kolaboratif di antara siswa.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan algoritma graph, khususnya algoritma Dijkstra, dalam konteks pembelajaran kolaboratif matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan interaksi antar siswa dan efektivitas pembelajaran. Kelebihan dari algoritma Dijkstra meliputi optimalisasi interaksi antar siswa, yang memfasilitasi pemetaan hubungan dan meningkatkan komunikasi serta kerjasama. Selain itu, algoritma ini membantu dalam pengelolaan peran yang lebih terstruktur dalam kelompok, memungkinkan pengajar untuk mendeteksi kesenjangan pemahaman siswa secara lebih efektif, serta mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Namun, terdapat beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan, seperti kompleksitas implementasi yang dapat menjadi hambatan bagi siswa yang tidak familiar dengan konsep graf, ketergantungan pada teknologi yang mungkin tidak selalu tersedia, dan risiko over-analisis yang dapat mengalihkan fokus siswa dari tujuan pembelajaran. Algoritma graph juga dapat diterapkan dalam penjadwalan, analisis interaksi antar siswa, dan model pembelajaran berbasis proyek, memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif dan relevan. Kesimpulannya, penerapan algoritma graph, terutama Dijkstra, dalam pendidikan matematika dapat meningkatkan hasil belajar dan interaksi sosial di antara siswa. Namun, penting untuk menemukan keseimbangan dalam implementasinya agar manfaatnya dapat dimaksimalkan sambil mengatasi tantangan yang ada. Berdasarkan penelitian tentang penerapan algoritma Dijkstra dalam pembelajaran kolaboratif matematika,

beberapa saran dapat diberikan. Pertama, penting untuk memberikan pelatihan kepada pengajar agar mereka memahami cara mengimplementasikan algoritma ini dengan efektif. Selain itu, perlu disediakan sumber daya teknologi yang memadai untuk mendukung penggunaan algoritma graph di kelas. Implementasi sebaiknya dilakukan secara bertahap, dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi yang lebih kompleks, guna membangun pemahaman siswa tanpa membuat mereka kewalahan. Peningkat tentang tujuan pembelajaran utama juga penting untuk menghindari risiko over-analisis. Selanjutnya, pengumpulan umpan balik dari siswa mengenai pengalaman belajar mereka sangat dianjurkan untuk evaluasi dan penyesuaian metode pengajaran. Terakhir, integrasi algoritma Dijkstra dengan model pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan relevansi dan keterlibatan siswa. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan penerapan algoritma Dijkstra dapat memberikan manfaat yang lebih besar dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Al Hakim, R. R., Satria, M. H., Arief, Y. Z., Pangestu, A., Jaenul, A., Hertin, R. D., & Nugraha, D. (2021). Aplikasi Algoritma Dijkstra dalam Penyelesaian Berbagai Masalah. *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi Dan Teknologi*, 11(1), 42. <https://doi.org/10.36448/expert.v11i1.1939>
- Aulia, H., Nurhalimah, A., Mandailina, V., Mahsup, Syaharuddin, Abdillah, & Zaenudin. (2023). Efektifitas Metode Pembelajaran Kolaboratif dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Seminar Nasional Paedagoria*, 3(2017), 1–7. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/fkip/article/view/16325%0Ahttps://journal.ummat.ac.id/index.php/fkip/article/download/16325/pdf>
- Bismi, W., Gata, W., & Asra, T. (2021). Penerapan Algoritma Hybrid Dalam Menentukan Rute Terpendek Antara Cabang Kampus. *Universitas Nusa Mandiri*, 13(1), 1–9.
- Blanco, R., & García-Moya, M. (2021). Graph theory for primary school students with high skills in mathematics. *Mathematics*, 9(13). <https://doi.org/10.3390/math9131567>
- Buhaerah, P., Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2022). TEORI GRAF DAN APLIKASINYA.
- Chai, A., Le, J. P., Lee, A. S., & Lo, S. M. (2019). Applying graph theory to examine the dynamics of student discussions in small-group learning. *CBE Life Sciences Education*, 18(2). <https://doi.org/10.1187/cbe.18-11-0222>
- Darmawan, G., & Pujiastuti, H. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Kolaboratif Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Sekolah Menengah Atas. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, 1(4). <https://lentera.publikasiku.id/index.php>
- Fadel, M., Pramono, B., & Statiswaty. (2023). Implementasi Metode Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Greedy Untuk Menentukan Jadwal Mata Pelajaran Pada SMKN 4 Kedari. *Jurnal Informatika Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 1(2), 34–41.
- Hwang, G. J., & Chang, H. F. (2011). A Review of Research on Mobile Learning in Mathematics Education. *Educational Technology & Society*, 14(2), 1-10.
- Inayah, A. M., Cintya Resti, N., & Kediri, I. (2023). Analisa Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall Dan Algoritma Dijkstra untuk Penentuan Rute Terdekat. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, 4(2), 146–155.
- Istofany, M. A. B., Negara, H. R. P., & Santosa, F. H. (2024). Analisis Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Mahasiswa. *Jurnal Ulul Albab*, 28(1), 1. <https://doi.org/10.31764/jua.v28i1.23325>
- Jalal, N. M. (2022). Persepsi Siswa Sekolah Dasar terhadap Mata Pelajaran Matematika saat Pandemi Covid-19. *Pedagogik Journal of Islamic Elementary School*, 27–40. <https://doi.org/10.24256/pijies.v5i1.2591>

- Jeka, F., Syahrani Jailani, M., & Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, U. (n.d.). Kajian Literatur dalam Menyusun Referensi Kunci, State Of The Art, dan Keterbaharuan Penelitian (Novelty).
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. *Anales de Psicología*, 30(3), 841-851. doi:10.6018/analesps.30.3.201301
- Kordaki, M., & Gousiou, A. (2015). The Role of Graph Theory in the Development of Mathematical Thinking. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(5), 675-688. doi:10.1080/0020739X.2014.964052
- Mahanipuna, A., & Matematika, P. (2023). Pembelajaran Kolaboratif dalam Mata Pelajaran Matematika: Studi Kasus pada Sekolah Menengah Atas. In *Duniailmu.org* (Vol. 3, Issue 2).
- Oktaviani, L., Syahril, S., & Putri, A. G. E. (2023). Meningkatkan Keterlibatan Siswa dalam Belajar Matematika Menggunakan Model PBL pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar Negeri 139 Kota Jambi. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(4), 10191-10201.
- Prosiding. (2013). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Dian Nuswantoro.
- Putri, S. (2021). Pedoman Praktis Penyusunan Naskah Ilmiah Dengan Metode Systematic Review. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17871.20640>
- Rohmawati, R. M., Fathoni, M. I. A., & Ismanto, I. (2022). Penerapan Algoritma Welch-Powell Pada Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Program Studi Pendidikan Matematika. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 10(2), 200-210. <https://doi.org/10.34312/euler.v10i2.16649>
- Sa'adah, T. N., Fathoni, M. I. A., & Sari, A. C. (2023). Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Uas Program Studi Matematika Unugiri Menggunakan Algoritma Welch Powell. *Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6, 14-24.
- Sanjaya, A. (2023). Penggunaan Teori Graf Dalam Optimisasi Jaringan Komunikasi. *Jurnal Dunia Ilmu*, 3(1), 1-12. <http://duniailmu.org/index.php/repo/article/view/130%0Ahttp://duniailmu.org/index.php/repo/article/download/130/126>
- Suh, H., & Lee, J. (2017). The Effect of Collaborative Learning on Students' Learning Outcomes in Mathematics. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(1), 1-12.
- Tan, S. C., Lee, A. V. Y., & Lee, M. (2022). A systematic review of artificial intelligence techniques for collaborative learning over the past two decades. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(September), 100097. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100097>
- Tasdik, R. N., & Amelia, R. (2021). Kendala Siswa SMK dalam Pembelajaran Daring Matematika di Situasi Pandemi COVID-19. 05(01), 510-521.
- Wahyuningsih, S., Satyananda, D., Qohar, A., & Atan, N. A. (2020). An integration of "online interactive apps" for learning application of graph theory to enhance creative problem solving of mathematics students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(12), 97-109. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V14I12.15583>
- Zaki, A. (n.d.). Algoritma Dijkstra: Teori Dan Aplikasinya.
- Zuhriyah, A. (2022). Model Pembelajaran Kolaboratif Teknik Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Berpikir Matematika Siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 13(2), 100-108. <https://doi.org/10.37640/jip.v13i2.1016>
- Zulkardi, Z., & Putri, R. (2016). The Role of Technology in Mathematics Education: A Case Study of Graph Theory. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 1-10. doi:10.21890/ijres.23512