

Metode dan Strategi Mengembangkan Kemampuan Pembuktian Matematis pada Pendidikan Khusus Sekolah Menengah

Alim Nur Khafidh

Pascasarjana Pendidikan MIPA, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta

e-mail: alimnurkhafidh@gmail.com

Abstract. *The ability to perform mathematical proofs at the secondary school level, especially for students with special needs, presents a significant challenge in mathematics education. While fostering critical thinking and logical reasoning is crucial, many traditional teaching methods have proven ineffective in developing these skills. This article explores various strategies for enhancing mathematical proof skills in secondary school students, with a focus on those with special educational needs. Using a qualitative literature review methodology, the study examines relevant research, academic articles, journals, and books. A thematic analysis reveals that constructivist, technological, and contextual teaching approaches are particularly effective in helping students overcome challenges in understanding and demonstrating mathematical concepts. These findings contribute to the theoretical framework of mathematics education by highlighting the importance of inclusive and adaptable teaching methods. Additionally, the research provides practical insights for educators to design more effective instructional strategies for diverse learners. In conclusion, the study stresses the need for personalized, context-based approaches in mathematics education to improve students' mathematical proof skills. Future research could explore the practical application of these methods in special education through controlled field experiments.*

Keyword: *mathematical proofs and constructivism*

Abstrak. *Kemampuan pembuktian matematis di sekolah menengah, terutama dalam pendidikan khusus, menjadi tantangan signifikan dalam pembelajaran matematika. Meskipun penting untuk mengembangkan penalaran kritis dan logis siswa, banyak pendekatan pedagogis terbukti kurang efektif dalam meningkatkan keterampilan ini. Artikel ini mengidentifikasi dan meninjau metodologi serta strategi yang dapat mendorong pengembangan keterampilan pembuktian matematis di tingkat pendidikan menengah, dengan fokus pada siswa yang membutuhkan dukungan pendidikan khusus. Studi ini menggunakan metodologi tinjauan literatur kualitatif, menganalisis berbagai penelitian dan praktik terkait dalam pendidikan matematika. Temuan utama menunjukkan bahwa pendekatan konstruktivisme, teknologi, dan kontekstual sangat membantu siswa dalam mengatasi tantangan dalam memahami dan membuktikan konsep matematika. Hasil penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teori pendidikan matematika dengan menekankan pembelajaran inklusif dan adaptif, serta memberikan panduan praktis bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif. Kesimpulannya, penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan yang lebih personal dan berbasis konteks dalam pendidikan matematika untuk meningkatkan keterampilan pembuktian matematis siswa. Penelitian mendatang dapat mendalami penerapan metode ini dalam pendidikan khusus melalui eksperimen lapangan.*

Kata Kunci: *Pembuktian Matematis dan Konstruktivisme.*

PENDAHULUAN

Dalam era pendidikan modern, pengembangan kemampuan matematis, khususnya dalam hal pembuktian, menjadi semakin penting. Keterampilan membuktikan adalah esensial, tidak hanya dalam kerangka akademis tetapi juga dalam aplikasi praktis. Selama pendidikan menengah mereka, pelajar sering menemukan diri mereka pada titik penting dalam pemahaman matematika, di mana mereka mulai terlibat dengan konsep yang semakin abstrak dan rumit.

Studi empiris menunjukkan bahwa keterampilan klaim dan pembuktian yang kuat sangat diperlukan untuk sukses dalam akademik dan untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di era yang berorientasi pada STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika) dalam lingkungan visual dan interaktif (Nathan & Walkington, 2017). Kemampuan pembuktian matematis ini juga sudah harus diintegrasikan ke dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah dan lebih awal supaya untuk mencegah kesulitan yang dialami oleh siswa ketika berada pada tingkat yang lebih lanjut (Güler, 2016).

Dalam konteks pendidikan khusus, tantangan ini semakin kompleks mengingat adanya keragaman kemampuan dan kebutuhan individu yang beragam. Oleh karena itu, metode dan strategi yang tepat sangat diperlukan untuk mengembangkan kemampuan pembuktian matematis siswa di jenjang sekolah menengah, terutama bagi mereka yang berada dalam pendidikan khusus.

Studi menunjukkan bahwa banyak

siswa, terutama mereka dengan kebutuhan pendidikan khusus, mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep pembuktian matematis. Penelitian oleh (Appavoo et al., 2018) menemukan bahwa sekitar 76% siswa menunjukkan kesulitan dalam mata pelajaran matematika saat memasuki sekolah menengah dan hanya sekitar 42% saja siswa yang mendapatkan tiga nilai teratas, hal ini menunjukkan perlunya diberikan suatu pendekatan pengajaran yang lebih baik.

Kesenjangan ini semakin mendalam ketika mempertimbangkan bahwa siswa dengan kebutuhan khusus sering kali memiliki dukungan yang tidak memadai untuk mengembangkan kemampuan matematis mereka (Ediyanto et al., 2023). Berbagai dukungan juga perlu diperhatikan untuk memenuhi kebutuhan individu siswa yang dalam hal ini adalah pada pendidikan khusus, mempersiapkan guru pengajar yang memiliki kemampuan untuk memilah serta memilih tugas yang bermanfaat dalam proses pembelajaran sehingga mampu meningkatkan hasil pengajaran mereka (Alghazo & Alghazo, 2020).

Banyak siswa yang kesulitan memahami konsep-konsep abstrak matematika karena kurangnya keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran (Siregar, 2019). Kesenjangan ini lebih terasa pada siswa dengan kebutuhan khusus yang sering kali membutuhkan pendekatan yang lebih terstruktur dan dipersonalisasi (Prudnikova, 2019). Di sinilah peran metode yang tepat dalam mengembangkan kemampuan pembuktian matematis menjadi sangat penting.

Metode yang adaptif dan inklusif dapat membantu siswa dengan berbagai latar belakang kemampuan untuk lebih memahami dan menguasai konsep-konsep matematika, termasuk pembuktian. Oleh karena itu, ada urgensi untuk merumuskan metode dan strategi yang efektif guna meningkatkan kemampuan pembuktian matematis di kalangan siswa tersebut.

Konteks ini semakin relevan ketika mempertimbangkan perkembangan teknologi yang dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran matematika. Misalnya, penggunaan alat digital untuk mendukung pembelajaran dapat memberikan siswa cara yang lebih interaktif dan menarik untuk memahami pembuktian dengan membantu membuat kerangka pembuktian sebelum langsung membuktikan (Weber, 2015). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dapat membantu siswa "bermain" dengan matematika dan menjelajahi ide-ide pembuktian dengan cara yang visual dan interaktif, menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif dan menarik dengan membuat empat tahapan permainan sampai akhirnya dapat membuktikan secara utuh (Syamsuri et al., 2018).

Namun, masalahnya bukan hanya terletak pada ketidakmampuan siswa. Ada juga kekurangan dalam metode pengajaran yang diterapkan di kelas. Güler, (2016) mencatat bahwa banyak calon guru matematika tidak merasa siap untuk mengajarkan pembuktian, dan mereka sering kali menganggap proses pengajaran ini sebagai tantangan. Ini

menunjukkan perlunya upaya dalam meningkatkan pelatihan guru, sehingga mereka dapat mengajarkan konsep-konsep ini dengan lebih efektif dan percaya diri. Menurut sudut pandang pedagogis, penting juga untuk mempertimbangkan metode pengajaran yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang pembuktian. Misalnya, strategi seperti penggunaan kerangka pembuktian yang jelas dan perbandingan antara berbagai pendekatan pembuktian dapat meningkatkan pemahaman siswa (Weber, 2015).

Dengan sebuah pendekatan baru terbukti menghasilkan skor yang dapat diandalkan dan valid ketika menilai konstruk matematika lainnya dapat menghasilkan penilaian yang valid dan dapat diandalkan terhadap kualitas ringkasan pembuktian yang dibuat oleh siswa (Davies et al., 2020). Dengan menciptakan pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep ini di kalangan guru dan siswa, diharapkan kesulitan yang dihadapi dapat ditanggulangi dengan lebih efektif.

Artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkaji berbagai metode serta strategi pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pengajaran pembuktian matematis di tingkat sekolah menengah, dengan penekanan khusus pada siswa berkebutuhan khusus. Dengan mengintegrasikan temuan teoritis dan praktik empiris dari berbagai literatur, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kebijakan pendidikan dan kurikulum yang lebih inklusif.

Studi menunjukkan bahwa perspektif dan pendekatan guru terhadap suatu mata pelajaran berpengaruh signifikan terhadap pencapaian akademik siswa, termasuk dalam hal kemampuan pembuktian matematis (Morali & Filiz, 2023). Temuan dalam artikel ini diharapkan dapat digunakan sebagai kerangka konseptual bagi para pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih adaptif dan efektif, sehingga mendorong peningkatan kepercayaan diri dan kompetensi siswa dalam memahami serta membuktikan konsep-konsep matematika.

Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas, artikel ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi metode dan strategi yang efektif dalam mengembangkan kemampuan pembuktian matematis pada siswa sekolah menengah dalam konteks pendidikan khusus, dan (2) menganalisis bagaimana pendekatan konstruktivisme, teknologi pembelajaran, serta pembelajaran berbasis konteks dapat diintegrasikan untuk mendukung pengembangan kemampuan tersebut. Dengan mengkaji berbagai literatur terkini, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pembelajaran yang lebih inklusif, adaptif, dan berbasis kebutuhan siswa berkebutuhan khusus.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi literatur. Pendekatan ini dipilih untuk memungkinkan eksplorasi yang mendalam dan holistik terhadap aspek-aspek kompleks dalam pengembangan kemampuan pembuktian

matematis di lingkungan pendidikan khusus (Fadli, 2021). Data dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk artikel ilmiah, jurnal terindeks, dan penelitian terdahulu yang relevan, dengan rentang publikasi antara tahun 2015 hingga 2024.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka sistematis (Assyakurrohim et al., 2022). Analisis data dilakukan secara tematik, dengan mengidentifikasi, mengkategorikan, dan mensintesis temuan dari berbagai studi untuk membangun pemahaman komprehensif mengenai strategi efektif dalam pengembangan kemampuan pembuktian matematis (Suparyati & Habsya, 2024). Penelitian ini tidak melibatkan subjek atau sampel langsung, melainkan bertumpu pada kajian literatur terpilih dengan kriteria inklusi yang relevan, untuk menghasilkan sintesis yang valid dan dapat diandalkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa metodologi yang inklusif dan fleksibel memainkan peranan krusial dalam memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika yang kompleks, terutama yang berkaitan dengan pembuktian.

Ada 10 sumber pustaka yang peneliti analisis untuk mengeksplorasi tentang aspek-aspek kompleks dalam pengembangan kemampuan pembuktian matematis. Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan pendekatan berbasis konstruktivisme serta pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah

terbukti sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan pembuktian matematis. Berikut matriks Sintesis Strategi Pengembangan Kemampuan Pembuktian Matematis dalam Pendidikan Khusus.

Tabel 1. Matriks Tematik Sintesis Strategi Pengembangan Kemampuan Pembuktian Matematis dalam Pendidikan Khusus

Penulis & Tahun	Metode Pendekatan	Temuan Utama
Khoirunnisa (2022)	<i>Realistic Mathematics Education (RME)</i>	RME membantu siswa menyusun pembuktian dari konteks nyata secara mandiri dan kolaboratif.
Waluyo & Bima (2023)	<i>Inquiry-Based Learning</i>	Meningkatkan penalaran dan pembuktian melalui LKPD berbasis penyelidikan dan pertanyaan terbuka.
Hodiyanto & Susiaty (2018)	<i>Problem Posing</i>	Memfasilitasi peningkatan kompetensi pembuktian dengan memberi ruang bagi eksplorasi masalah baru.
Afriyanti (2018)	Teknologi Interaktif	Penggunaan software matematika meningkatkan visualisasi dan pemahaman logika dalam pembuktian.
Ristanty & Pratama (2022)	Pemecahan Masalah + Pembuktian	Strategi bertahap dalam pemecahan masalah membantu siswa membangun argumen pembuktian secara logis.
Hwang & Riccomini (2016)	Heuristik, Semantik, Autentik	Strategi pemecahan masalah berbasis nyata mendukung generalisasi dan aplikasi logika matematis.
Tetzlaff (2023)	Instruksi Individual	Diferensiasi pembelajaran

		berbasis kebutuhan individu meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi siswa.
Roebianto & Rahdiani (2021)	Kolaborasi Orang Tua-Guru	Dukungan konsisten antara rumah dan sekolah meningkatkan keberhasilan belajar siswa berkebutuhan khusus.
Melnyk (2022)	Teknologi Pendidikan Interaktif	Aplikasi dan perangkat lunak pendidikan memperkuat keterlibatan dan pemahaman konsep abstrak.
Hakeu et al. (2023)	Pendidikan Inklusif Adaptif	Lingkungan belajar yang inklusif dan suportif meningkatkan efikasi diri dan partisipasi aktif siswa.
Mulyadi et al. (2024)	<i>Self-Efficacy</i> (Psikologi Pendidikan)	Kepercayaan diri siswa berperan besar dalam keberhasilan pembuktian konsep matematika.

Pembahasan

Salah satu temuan utama dari penelitian ini adalah relevansi penggunaan pendekatan *Realistic Mathematics Education (RME)*, yang mengintegrasikan konteks kehidupan nyata dengan konsep-konsep matematika. Pendekatan RME mempunyai kapasitas untuk mendidik siswa dalam menangani beragam masalah, yang dapat didekati baik secara mandiri maupun kolaboratif, difasilitasi oleh pemanfaatan masalah kontekstual sebagai fase awal dalam proses pedagogis (Khoirunnisa, 2022). Pendekatan ini mendukung pembelajaran aktif di mana siswa diberikan kesempatan untuk

membangun bukti secara mandiri, bukan hanya mempertimbangkan informasi yang diberikan oleh guru. Temuan ini menunjukkan bahwa ketika siswa terlibat aktif dalam proses pembuktian, pemahaman mereka terhadap konsep matematika menjadi lebih mendalam dan bermakna (Riyanto & Siroj, 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2017) menyatakan bahwa ada dua faktor dominan yang menghambat proses pembelajaran, yang dikategorikan menjadi faktor internal dan eksternal, dengan salah satu hambatan yang diidentifikasi dalam faktor internal adalah hambatan kognitif. (Aini & Rofiki, 2021). Hambatan kognitif menurut Tall (1991) Hambatan yang terjadi sepanjang proses pendidikan, di mana siswa tidak mampu mengelola dan menyesuaikan diri secara efektif dengan informasi atau tantangan yang mencakup konsep baru di samping kerangka kognitif yang sudah ada sebelumnya (Aini & Rofiki, 2021).

Nursit (2017) memberikan informasi bahwa hambatan kognitif tertentu untuk perumusan bukti termasuk kekurangan dalam membangun aliran logis dan membangun koneksi, serta melakukan perhitungan matematis, pemahaman sebelumnya yang tidak memadai tentang materi pelajaran, dan ketergantungan yang berlebihan pada penalaran intuitif (Aini & Rofiki, 2021). Sehingga, banyak siswa yang masih mengalami kesulitan dalam proses pembuktian matematis mereka pada saat mereka sudah berada pada tingkat sekolah yang lebih tinggi (Aini & Rofiki, 2021). Hal yang sama juga dinyatakan dalam penelitian oleh Waluyo dan Bima, yang telah

ditetapkan bahwa kerangka pedagogis yang berorientasi pada penyelidikan memiliki potensi untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam penalaran matematika dan kemampuan mereka untuk membangun bukti. (Waluyo & Bima, 2023).

Selain itu, penelitian oleh Hodiyanto dan Susiaty menunjukkan model pembelajaran yang menimbulkan masalah memberikan pengaruh besar pada peningkatan kompetensi siswa dalam bukti matematika, sehingga menunjukkan bahwa pendekatan pedagogis interaktif dapat secara efektif mengatasi keterbatasan yang berlaku dalam kemampuan mereka (Hodiyanto & Susiaty, 2018). Apabila pembelajaran dapat didesain sedemikian rupa untuk menciptakan lingkungan yang inklusif, maka hasil yang diperoleh dapat lebih signifikan untuk siswa berkebutuhan khusus (Hakeu et al., 2023).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa evolusi metodologi pendidikan dalam perumusan kerangka pendidikan inklusif untuk anak dengan kebutuhan khusus sangat manjur dan tepat. Kemanjuran ini dikaitkan dengan premis bahwa dalam pengaturan pendidikan inklusif, anak-anak diberi kesempatan untuk menyadari potensi lengkap mereka, mengalami penerimaan, dan menumbuhkan rasa efikasi diri yang tinggi. (Hakeu et al., 2023).

Di sisi lain, analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan pembuktian matematis menunjukkan bahwa selain dari metodologi yang diterapkan, dukungan psikologis seperti *self-efficacy* juga berperan penting. Herizal dalam penelitiannya menggarisbawahi betapa yakin atau percaya

dirinya seorang siswa dapat sangat mempengaruhi kemampuan mereka dalam membuktikan konsep matematis (Mulyadi et al., 2024). Akibatnya, sangat penting bagi pendidik untuk menumbuhkan lingkungan yang menumbuhkan keterlibatan akademik sambil secara bersamaan menawarkan penguatan afirmatif siswa dengan kebutuhan khusus.

Strategi lain yang ditemukan efektif adalah penggunaan metode berbasis teknologi dalam pembelajaran pembuktian matematika. Penelitian oleh Afriyanti (2018) menyebutkan bahwa teknologi, seperti perangkat lunak matematika interaktif, dapat membantu siswa memahami proses pembuktian dengan lebih visual dan konkrit. Teknologi ini memungkinkan siswa untuk melihat berbagai representasi dari konsep-konsep matematika, yang pada gilirannya meningkatkan pemahaman mereka terhadap struktur pembuktian dan logika matematika yang mendasarinya.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Ristanty & Pratama, 2022) juga menyoroti pentingnya pengembangan kemampuan pemecahan masalah yang dikombinasikan dengan pembuktian matematis. Siswa yang dilibatkan dalam kegiatan pemecahan masalah matematis yang memerlukan pembuktian secara bertahap menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan mereka untuk menyusun argumen yang koheren dan logis. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang fokus pada strategi pemecahan masalah

memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan pembuktian secara efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Hwang & Riccomini (2016) memberikan pendekatan instruksional dan generalisasi untuk bagaimana meningkatkan kemampuan pemecahan masalah untuk siswa sekolah tingkat menengah ataupun untuk siswa dengan kebutuhan khusus, pertama dengan heuristik, fokus pada proses pengajaran di mana solusi masalah menjadi yang paling menonjol. Strategi dan prosedur umum untuk memecahkan masalah diajarkan dan dipraktikkan. Kedua, semantik. Fokus pada pengajaran representasi masalah melalui struktur masalah menggunakan berbagai diagram. Ini membantu siswa menghubungkan konsep dengan solusi masalah.

Ketiga, autentik. Mendasarkan instruksi pada konteks dunia nyata yang tidak terstruktur dan menantang, yang menggabungkan representasi masalah dan solusi masalah. Generalisasi ke konteks dunia nyata difasilitasi melalui komunikasi atau diskusi yang berkelanjutan dan aktif dengan konteks dunia nyata selama atau setelah instruksi pemecahan masalah matematika. Hierarki generalisasi disusun berdasarkan tingkat masalah (yaitu, kompleksitas) dan pola-pola generalisasi yang sesuai dengan dunia nyata serta pendidik perlu terus mempertimbangkan pentingnya generalisasi pengetahuan matematika ke situasi dunia nyata (yaitu, penerapan dunia nyata dalam matematika).

Pendekatan pembelajaran individual yang disesuaikan dengan gaya dan kebutuhan

belajar unik setiap siswa terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, terutama ketika digabungkan dengan aktivitas langsung dan bantuan visual (Tetzlaff, 2023). Pendekatan ini memungkinkan diferensiasi pembelajaran yang penting dalam konteks pendidikan khusus. Namun, efektivitasnya sangat tergantung pada kesiapan guru dalam merancang materi yang sesuai dan waktu yang tersedia untuk mengakomodasi kebutuhan tiap individu. Di sisi lain, pelibatan orang tua dan guru dalam kerangka kolaboratif juga menjadi faktor kunci dalam mendukung keberhasilan belajar siswa (Roebianto & Rahdiani, 2021). Kolaborasi ini berkontribusi pada konsistensi penguatan di rumah dan di sekolah, meskipun tantangannya terletak pada kesenjangan komunikasi atau keterbatasan waktu orang tua.

Selain itu, teknologi pendidikan seperti aplikasi interaktif dan perangkat lunak pembelajaran menawarkan keuntungan dari sisi fleksibilitas dan visualisasi konsep matematika yang abstrak (Melnyk, 2022). Meskipun demikian, tidak semua siswa memiliki akses atau literasi digital yang memadai, sehingga integrasi teknologi harus disertai dengan pendampingan yang memadai. Oleh karena itu, keberhasilan peningkatan kemampuan pembuktian matematis pada siswa berkebutuhan khusus sangat bergantung pada kombinasi antara pendekatan individual, kolaborasi orang tua-guru, dan integrasi teknologi yang tepat sasaran. Pembentukan lingkungan belajar yang suportif dan adaptif menjadi prasyarat utama agar strategi-strategi ini berjalan efektif.

Namun, terdapat beberapa kendala yang ditemukan dalam penelitian ini, seperti perbedaan besar dalam tingkat kemampuan siswa dan kesulitan dalam penerapan metode secara seragam di kelas yang heterogen. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pendekatan-pendekatan tersebut efektif, mereka memerlukan penyesuaian dan adaptasi lebih lanjut agar dapat diterapkan secara optimal dalam berbagai kondisi pendidikan, termasuk di pendidikan khusus. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan perlunya pengembangan lebih lanjut dari perangkat pembelajaran yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan individu setiap pelajar.

Secara keseluruhan, temuan-temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan yang bersifat inklusif dan adaptif sangat penting dalam pengembangan kemampuan pembuktian matematis di jenjang sekolah menengah, terutama untuk siswa dengan kebutuhan khusus. Pembelajaran yang berbasis pada konteks nyata, teknologi, serta pendekatan konstruktivis dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan pembuktian siswa secara signifikan. Hasil penelitian ini mendukung perlunya pengembangan strategi pembelajaran yang berfokus pada kebutuhan individu siswa berkebutuhan khusus, termasuk pengintegrasian metode yang dapat meningkatkan keterlibatan aktif dan pemahaman mendalam dalam proses pembelajaran pembuktian matematis.

SIMPULAN (PENUTUP)

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan berbasis

konstruktivisme, teknologi pembelajaran, dan pembelajaran kontekstual secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan pembuktian matematis pada siswa sekolah menengah, khususnya dalam konteks pendidikan khusus. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk lebih aktif membangun pemahaman konseptual, mengatasi tantangan dalam memahami konsep abstrak, serta mengembangkan penalaran logis dan keterampilan analitis. Selain itu, keberhasilan strategi ini bergantung pada terciptanya sinergi antara guru, orang tua, dan komunitas dalam mendukung lingkungan belajar yang inklusif dan adaptif.

Implikasi praktis dari penelitian ini antara lain adalah perlunya pelatihan guru dalam penerapan strategi pembelajaran berbasis konstruktivisme dan teknologi, pengembangan bahan ajar berbasis konteks nyata yang responsif terhadap kebutuhan siswa berkebutuhan khusus, serta peningkatan kolaborasi antara sekolah dan keluarga.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu tidak melibatkan data empiris langsung dan hanya bertumpu pada kajian literatur. Oleh karena itu, disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk melakukan studi lapangan melalui eksperimen atau implementasi nyata guna menguji efektivitas strategi yang telah diidentifikasi, serta mengembangkan inovasi berbasis teknologi yang lebih terintegrasi dalam pembelajaran pembuktian matematis untuk siswa dengan kebutuhan khusus.

Sintesis tematik yang disajikan dalam artikel ini menawarkan kontribusi konseptual

yang belum banyak ditemukan dalam literatur sebelumnya, khususnya dalam konteks pendidikan khusus. Dengan merangkum berbagai pendekatan dan strategi dalam format tematik, artikel ini diharapkan dapat menjadi rujukan awal bagi pengembangan praktik pembelajaran pembuktian matematis yang lebih adaptif dan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, I. (2018). Pengembangan literasi matematika mengacu PISA melalui pembelajaran abad Ke-21 berbasis teknologi. *PRISMA*, 1. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Aini, D. N., & Rofiki, I. (2021). Hambatan kognitif mahasiswa dalam proses pembuktian berdasarkan Toulmin's Argumentation Pattern. *JP2M (Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika)*, 7(1), 24–32. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v7i1.1869>
- Alghazo, E. M., & Alghazo, Y. M. (2020). In-service and pre-service special education teachers' perception of nctm standards: Implications for professional development. *International Journal of Education and Practice*, 8(4), 686–694. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2020.84.686.694>
- Appavoo, P., Armoogum, V., & Soyjaudah, S. (2018). Investigating mathematics learning trajectories: A comparative analysis of grades at two major turning points. *Eurasia Journal of*

- Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1263–1272.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/82537>
- Assyakurrohim, D., Ikhrum, D., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2022). Metode studi kasus dalam penelitian kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 1–9.
<https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.1951>
- Davies, B., Alcock, L., & Jones, I. (2020). Comparative judgement, proof summaries and proof comprehension. *Educational Studies in Mathematics*, 105(2), 181–197.
<https://doi.org/10.1007/s10649-020-09984-x>
- Ediyanto, Zulkipli, Sunandar, A., Subanji, Abdul Wahat, N. W., & Iliško, D. (2023). Mathematics learning for students with special needs. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(4).
<https://doi.org/10.47750/pegegog.13.04.11>
- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 21(1), 33–54.
<https://doi.org/10.21831/hum.v21i1>
- Güler, G. (2016). The difficulties experienced in teaching proof to prospective mathematics teachers: academician views. *Higher Education Studies*, 6(1), 145.
<https://doi.org/10.5539/hes.v6n1p145>
- Hakeu, F., Djahuno, R., & Zakarina, U. (2023). Transformasi pembelajaran dalam pengembangan model pendidikan inklusif bagi anak berkebutuhan khusus. *Journal of Elementary Educational Research*, 3(2), 81–92.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30984/jeer.v3i2.681>
- Hodiyanto, H., & Susiaty, U. D. (2018). Peningkatan kemampuan pembuktian matematis melalui model pembelajaran problem posing. *MaPan*, 6(1), 128–137.
<https://doi.org/10.24252/mapan.2018v6n1a12>
- Hwang, J., & Riccomini, P. J. (2016). *Enhancing mathematical problem solving for secondary students with or at risk of learning disabilities*.
<http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/2014/1410UnlockingYoungChildrensPotential.pdf>
- Khoirunnisa, K. (2022). Kajian teori: pengembangan bahan ajar berbasis pendekatan Realistic Mathematics Education dengan model CORE dan strategi Outdoor Learning untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 537–550.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Melnyk, A. V. (2022). Use of digital technologies for control of knowledge and skills of students. *Journal. Pedagogical Sciences*, 4(111).
[https://doi.org/10.35433/pedagogy.4\(111\).2022.213-234](https://doi.org/10.35433/pedagogy.4(111).2022.213-234)

- Moralı, H. S., & Filiz, A. (2023). Incorrect theorems and proofs: An analysis of pre-service mathematics teachers' proof evaluation skills. *Journal of Pedagogical Research*, 7(3), 248–262. <https://doi.org/10.33902/JPR.202318840>
- Mulyadi, R., Herizal, & Fonna, M. (2024). Meningkatkan hasil belajar menggunakan metode make a match pada mata pelajaran pendidikan agama islam di SMPIT El Ma'mur kota Bogor. *Jurnal Pendidik Indonesia*, 5(1), 10–16. <https://doi.org/10.61291/jpi.v4i2.47>
- Nathan, M. J., & Walkington, C. (2017). Grounded and embodied mathematical cognition: Promoting mathematical insight and proof using action and language. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-016-0040-5>
- Prudnikova, I. (2019). The provision of support in student with special needs: teacher reflection on their practice. *Education Reform: Education Content Research and Implementation Problems*, 2, 137. <https://doi.org/10.17770/er2019.2.4242>
- Ristanty, D. W., & Pratama, F. W. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematika pada materi segiempat berdasarkan teori Van Hiele. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02), 1648–1658. <https://core.ac.uk/download/pdf/524550955.pdf>
- Riyanto, B., & Siroj, R. A. (2011). Meningkatkan kemampuan penalaran dan prestasi matematika dengan pendekatan konstruktivisme pada siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://core.ac.uk/download/pdf/267822159.pdf>
- Roebianto, A., & Rahdiani, D. (2021, April 26). *Are parents and teachers working together to enhance student learning?* <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/a-ssehr.k.210423.071>
- Siregar, N. F. (2019). Kemampuan komunikasi matematis dalam pendekatan matematika realistik di sekolah dasar. *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(1), 77. <https://doi.org/10.29240/jpd.v3i1.864>
- Suparyati, A., & Habsya, C. (2024). Kompetensi lulusan pendidikan vokasi untuk bersaing di pasar global. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(2), 2614–8854. <https://doi.org/https://doi.org/10.54371/jiip.v7i2.3288>
- Syamsuri, Marethi, I., & Mutaqin, A. (2018). Understanding on strategies of teaching mathematical proof for undergraduate students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2. <https://doi.org/10.21831/cp.v37i2.19091>
- Tetzlaff, L. (2023). *Individualized instruction-conceptual and empirical examinations of necessary conditions*

for its effectiveness [Psychologie und Sportwissenschaften].

<https://doi.org/https://doi.org/10.21248/gups.70953>

Waluyo, M., & Bima, W. P. (2023). Pengembangan LKPD Inquiry Based Learning untuk mendukung kemampuan penalaran dan pembuktian matematis. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan*

Matematika, 8(2), 127–140.

<https://doi.org/10.26594/jmpm.v8i2.3536>

Weber, K. (2015). Effective proof reading strategies for comprehending mathematical proofs. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1(3), 289–314. <https://doi.org/10.1007/s40753-015-0011-0>