



Mengungkap Perspektif Siswa : Peran Deep Learning dalam Visualisasi Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika

Slamet | Benny Hendriana | Supiat

How to cite : Slamet, D., Hendriana, B., & Supiat.(2025). Mengungkap Perspektif Siswa : Peran Deep Learning dalam Visualisasi Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika. International Journal of Progressive Mathematics Education,5(1),225-237.
<https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.19310>

To link to this article : <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.19310>



©2025. The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC BY-SA) 4.0 license.



Published Online on 28 Juni, 2025



[Submit your paper to this journal](#)



[View Crossmark data](#)



Mengungkap Perspektif Siswa : Peran Deep Learning dalam Visualisasi Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika

Slamet¹, Benny Hendriana^{2*}, Supiat³

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta, 34517, Indonesia

*Corresponding author. Jl. Tanah Merdeka No.20, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Jakarta 13830

E-mail: slametsoro@uhamka.ac.id ¹⁾

benny_hendriana@uhamka.ac.id ²⁾

supiat@uhamka.ac.id ³⁾

Received: 1 Juni 2025

Accepted: 22 Juni 2025

Published Online: 28 Juni 2025

Abstrak

Pendidikan matematika modern menuntut pemahaman konseptual dan pemecahan masalah adaptif. Integrasi *deep learning* menawarkan potensi revolusioner, namun perspektif siswa belum banyak digali. Penelitian ini bertujuan memahami perspektif siswa SMA terhadap pembelajaran matematika dengan *deep learning* dan dampaknya pada pemecahan masalah. Menggunakan metode kualitatif studi kasus pada 12 siswa di Jakarta, data dikumpulkan via wawancara, observasi, dan analisis dokumen, lalu dianalisis tematik. Hasil menunjukkan *deep learning* dianggap asisten visualisasi dan umpan balik instan, meski ada kekhawatiran ketergantungan. Tantangan adaptasi dan interpretasi hasil teratasi melalui pengembangan literasi teknologi dan kolaborasi. *Deep learning* mendorong pendekatan iteratif dan fokus konseptual, namun validasi solusi tetap krusial. Kontribusi penelitian ini adalah wawasan mendalam dari sudut pandang siswa, esensial untuk perancangan pedagogi *deep learning* yang efektif dan berpusat pada siswa.

Kata Kunci: Perspektif Siswa, *Deep Learning*, Pembelajaran Matematika, Pemecahan Masalah, Kualitatif.

Abstract

Modern mathematics education demands conceptual understanding and adaptive problem solving. Deep learning integration offers revolutionary potential, but students' perspectives have not been widely explored. This study aims to understand high school students' perspectives on mathematics learning with deep learning and its impact on problem solving. Using a qualitative case study method on 12 students in Jakarta, data were collected via interviews, observations, and document analysis, then analyzed thematically. The results show that deep learning is considered an assistant to visualization and instant feedback, although there are concerns about dependency. Challenges of adaptation and interpretation of results are overcome through the development of technological literacy and collaboration. Deep learning encourages an iterative approach and conceptual focus, but validation of solutions remains crucial. The contribution of this study is in-depth insight from the students' perspective, essential for designing effective and student-centered deep learning pedagogy.

Keywords: Students' Perspectives, Deep Learning, Mathematics Learning, Problem Solving, Qualitative.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) Internasional License.

Pendahuluan

Pendidikan matematika menghadapi tantangan esensial untuk membekali siswa dengan pemahaman konseptual yang kokoh dan keterampilan pemecahan masalah yang adaptif di era digital (Engelbrecht et al., 2023; Maffia et al., 2025). Paradigma pembelajaran tradisional seringkali berfokus pada penguasaan prosedur, yang terkadang mengabaikan pengembangan pemikiran kritis dan kemampuan bernalar tingkat tinggi. Seiring dengan revolusi teknologi, munculnya kecerdasan buatan, khususnya *deep learning*, telah menawarkan potensi signifikan untuk merevolusi proses pembelajaran dengan menyediakan lingkungan yang lebih personal, interaktif, dan adaptif (Canedo Junior et al., 2025; Klang et al., 2021). Integrasi *deep learning* dalam pembelajaran matematika diharapkan dapat memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam melalui representasi data yang kompleks dan umpan balik yang adaptif, memungkinkan siswa untuk menjelajahi konsep matematika dengan cara yang sebelumnya tidak mungkin (Dang et al., 2022; Winje & Løndal, 2023).

Penelitian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi penggunaan teknologi dalam pendidikan matematika, termasuk Sistem Tutor Cerdas (STC) dan platform pembelajaran adaptif. Misalnya, studi oleh Maouche, (2019) menunjukkan bahwa STC yang didukung AI dapat meningkatkan kinerja siswa dalam aljabar melalui umpan balik yang dipersonalisasi. Demikian pula, (Chatikobo & Pasipamire, 2024) meneliti efektivitas sistem pembelajaran adaptif berbasis AI dalam meningkatkan motivasi belajar siswa dan pencapaian akademik dan matematika. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian ini cenderung berfokus pada efektivitas sistem dari perspektif desain dan kinerja, dengan pengukuran hasil belajar yang bersifat kualitatif. Terdapat juga beberapa studi yang menyoroti persepsi siswa terhadap teknologi pembelajaran (Gurmu et al., 2024; Källberg & Roos, 2025), namun belum ada penelitian yang secara khusus menggali secara mendalam perspektif kualitatif siswa mengenai pengalaman mereka dalam pembelajaran matematika yang diintegrasikan dengan teknologi *deep learning*, terutama dalam konteks pengembangan keterampilan pemecahan masalah (Brooks et al., 2021; Kamberi, 2025).

Meskipun *deep learning* menjanjikan perubahan signifikan dalam pendidikan, masih terdapat kesenjangan yang substansial dalam pemahaman kita tentang bagaimana siswa secara langsung mengalami dan menginternalisasi pembelajaran matematika melalui lensa teknologi ini (Wang et al., 2024). Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis atau efektivitas kuantitatif (Brooks et al., 2021; Krawitz et al., 2025; Shi et al., 2023). Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan kualitatif mendalam yang akan digunakan untuk menggali perspektif

siswa secara holistik. Kami akan melampaui metrik kinerja dan menyelidiki bagaimana siswa memaknai proses belajar, tantangan yang mereka hadapi, strategi yang mereka kembangkan, dan perubahan dalam cara mereka mendekati pemecahan masalah ketika berinteraksi dengan lingkungan *deep learning* (Salau et al., 2025; Yu et al., 2025). Penelitian ini memberikan wawasan yang bernuansa dan kaya dari sudut pandang pembelajar itu sendiri, yang sangat krusial untuk perancangan intervensi pedagogis yang lebih efektif dan berpusat pada siswa (Geiger et al., 2023; Shimizu & Kang, 2025; Umi et al., 2021).

Berdasarkan fakta di lapangan, implementasi teknologi baru dalam pembelajaran seringkali dihadapkan pada tantangan adaptasi dan penerimaan dari siswa. Siswa mungkin menghadapi kesulitan dalam memahami cara kerja *deep learning* atau bagaimana memanfaatkannya secara optimal untuk belajar matematika dan memecahkan masalah (Dang et al., 2022; Shi et al., 2023). Ada potensi bahwa siswa hanya menggunakan fitur-fitur *deep learning* secara dangkal tanpa benar-benar mengembangkan pemahaman konseptual yang mendalam atau kemampuan pemecahan masalah yang fleksibel (Suryani et al., 2020; Wang et al., 2024). Masalah lain adalah kurangnya pemahaman tentang faktor-faktor yang memengaruhi keterlibatan siswa, motivasi, dan agensi mereka dalam lingkungan pembelajaran berbasis *deep learning*. Tanpa pemahaman mendalam tentang perspektif siswa, upaya integrasi *deep learning* dalam kurikulum matematika mungkin tidak mencapai potensi penuhnya (Canedo Junior et al., 2025; Dang et al., 2022).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan kualitatif dengan analisis tematik untuk secara sistematis mengumpulkan dan menganalisis data dari perspektif siswa. Melalui wawancara mendalam, observasi partisipan, dan analisis artefak pembelajaran, kami akan mengidentifikasi tema-tema kunci yang muncul dari pengalaman siswa. Dengan memahami nuansa pengalaman mereka, kita dapat menemukan solusi pedagogis yang tepat, seperti strategi bimbingan yang lebih efektif, desain antarmuka yang lebih intuitif, dan kurikulum yang secara eksplisit mengintegrasikan *deep learning* untuk memfasilitasi pemikiran komputasi dan pemecahan masalah (Kamberi, 2025; Nababan et al., 2025; Strohmaier et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan utama untuk menggali dan memahami secara mendalam perspektif siswa mengenai pengalaman mereka dalam pembelajaran matematika yang diintegrasikan dengan teknologi *deep learning* dan dampaknya terhadap kemampuan pemecahan masalah mereka. Secara spesifik, penelitian ini berupaya mengidentifikasi bagaimana siswa merasakan dan menginterpretasikan peran *deep learning* dalam proses pembelajaran matematika, serta mengungkap tantangan dan peluang yang mereka alami saat berinteraksi dengan alat dan

lingkungan belajar berbasis *deep learning*. Lebih lanjut, kami berharap dapat menganalisis bagaimana integrasi *deep learning* memengaruhi pendekatan siswa terhadap pemecahan masalah matematika. Pada akhirnya, penelitian ini akan menghasilkan implikasi pedagogis dan rekomendasi praktis untuk perancangan lingkungan pembelajaran matematika berbasis *deep learning* yang lebih efektif dan berpusat pada siswa, memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur pendidikan matematika dan kecerdasan buatan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus instrumental. Desain ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap fenomena (perspektif siswa dalam pembelajaran matematika *deep learning* dan pemecahan masalah) melalui analisis detail pada kasus tertentu, untuk memberikan wawasan yang lebih luas. Tahapan operasional meliputi: persiapan (izin, pengembangan, dan validasi instrumen), pengumpulan data (implementasi pembelajaran, wawancara, observasi, pengumpulan dokumen), analisis data (transkrip, coding, identifikasi tema, verifikasi temuan), dan penyusunan laporan. Setiap langkah dirancang untuk memastikan data yang terkumpul kaya dan valid, mendukung tujuan penelitian untuk memahami pengalaman siswa secara holistik.

Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Subjek Penelitian terdiri dari 12 siswa kelas XI program MIPA dari satu Sekolah Menengah Atas (SMA) unggulan di Kota Jakarta. Pemilihan 12 siswa ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mereka telah memiliki fondasi matematika yang solid dan diharapkan responsif terhadap teknologi baru. Keberagaman tingkat pemahaman matematika (tinggi, sedang, rendah) dan minat teknologi juga dipertimbangkan untuk memperoleh spektrum perspektif yang luas. Lokasi penelitian adalah laboratorium komputer SMA tersebut, yang dilengkapi fasilitas *deep learning*. Waktu Penelitian akan berlangsung selama delapan minggu efektif, yaitu dari minggu kedua September hingga minggu pertama November 2025, mencakup seluruh proses dari persiapan hingga analisis awal data.

Materi yang Diteliti

Materi matematika yang menjadi fokus penelitian ini adalah Transformasi Geometri dan Vektor, bagian dari kurikulum matematika kelas XI. Materi ini dipilih karena karakteristiknya yang kompleks

dan membutuhkan pemahaman konseptual serta visualisasi yang baik, sehingga relevan untuk dieksplorasi menggunakan teknologi *deep learning* dalam pemecahan masalah. Aplikasi *deep learning* yang akan digunakan akan memfasilitasi visualisasi interaktif transformasi, pengenalan pola dalam representasi vektor, dan penyelesaian masalah terkait transformasi dan vektor melalui umpan balik adaptif. Ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman siswa dan memicu strategi pemecahan masalah yang inovatif, yang akan menjadi fokus utama pengamatan dan analisis dalam penelitian ini.

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul akan dianalisis menggunakan analisis tematik (Braun & Clarke, 2006) secara siklus dan iteratif. Tahapannya meliputi: familiarisasi dengan data (membaca transkrip dan catatan), pembuatan kode awal (pelabelan bagian data relevan), pencarian tema (pengelompokan kode serupa), meninjau tema (memastikan koherensi dan perbedaan tema), serta pendefinisian dan penamaan tema (penetapan nama deskriptif dengan bukti data). Proses ini akan dibantu dengan perangkat lunak NVivo. Data wawancara dan observasi akan di-kode untuk mengidentifikasi tema perspektif siswa, sementara analisis dokumen akan mengidentifikasi pola pemecahan masalah. Triangulasi data dari ketiga instrumen dan *member checking* akan dilakukan untuk meningkatkan validitas dan kredibilitas temuan

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini melibatkan 12 siswa kelas XI MIPA dari sebuah SMA unggulan di Jakarta, yang berpartisipasi dalam pembelajaran matematika materi Transformasi Geometri dan Vektor selama delapan minggu. Integrasi *deep learning* dalam pembelajaran ini dirancang untuk mendorong eksplorasi konsep melalui visualisasi interaktif dan *problem-solving* adaptif. Observasi awal menunjukkan antusiasme siswa dan keterlibatan aktif mereka dalam mencoba fitur-fitur aplikasi, sering berdiskusi untuk memahami *output* sistem.

Perspektif Siswa terhadap Peran Deep Learning

Siswa memiliki perspektif beragam mengenai peran *deep learning* dalam pembelajaran matematika, dengan dua tema dominan: “Asisten Visualisasi dan Eksplorasi” dan “Alat Umpan Balik Instan”(Chen et al., 2025). Banyak siswa (9 dari 12) menganggap *deep learning* sangat membantu memvisualisasikan konsep abstrak. Mereka merasa, “Gerakannya jadi lebih mudah dibayangkan” (S11FG), dan, “Transformasi jadi gampang dipahami” (S10FD). Simulasi dan umpan

balik visual dari aplikasi *deep learning* memberikan pemahaman yang lebih intuitif, sejalan dengan temuan Shi et al., (2023) tentang efektivitas AI dalam meningkatkan pemahaman konseptual. Secara spesifik, kemampuan *deep learning* untuk menyajikan representasi dinamis dari objek matematis yang kompleks, seperti grafik fungsi multi-dimensi atau transformasi geometri, secara signifikan mengurangi beban kognitif siswa dalam mengabstraksi informasi. Selain itu, *deep learning* menyediakan umpan balik cepat, memungkinkan perbaikan mandiri, seperti diungkapkan siswa, “Benar dan Salahnya jadi cepat” (S09HF), dan, “Dapat saya koreksi langsung” (S08HH). Aspek ini selaras dengan studi Sigrist et al., (2013) tentang manfaat umpan balik yang secara bersamaan memungkinkan siswa untuk terus berkembang secara akademik. Penyediaan umpan balik instan ini sangat krusial dalam siklus pembelajaran interaktif, memungkinkan siswa untuk segera mengidentifikasi dan mengoreksi kesalahpahaman, sehingga mempercepat proses penguasaan materi (Shi et al., 2023). Pendekatan ini jauh lebih efisien dibandingkan menunggu koreksi dari guru, yang sering kali memakan waktu dan dapat menunda perbaikan (Lipnevich & Smith, 2009).

Namun, beberapa siswa (3 dari 12) mengungkapkan kekhawatiran akan “Ketergantungan pada Teknologi”, dengan salah satu siswa menyatakan, “Jadi malas mikir sendiri jadinya” (S05IJ). Kekhawatiran ini mengindikasikan perlunya keseimbangan dalam desain pembelajaran agar teknologi mendukung, bukan menggantikan, pemikiran kritis siswa. Temuan ini berkontribusi penting dengan menyoroti aspek psikologis dari integrasi teknologi, menekankan bahwa potensi teknologi harus diimbangi dengan strategi pedagogis yang mendorong kemandirian berpikir siswa (Engelbrecht & Borba, 2024).

Tantangan dan Peluang dalam Interaksi Deep Learning

Interaksi siswa dengan *deep learning* memunculkan tantangan sekaligus peluang (Chen et al., 2025). Tantangan utama yang teridentifikasi adalah “Kurva Pembelajaran Awal” dan “Interpretasi Hasil Kompleks”. Pada awalnya, siswa kesulitan menavigasi antarmuka dan memahami cara “bertanya” kepada sistem, seperti yang diungkapkan, “Awalnya bingung pakai aplikasi ini” (S03JL). Interpretasi *output* kompleks juga menjadi kendala, dengan komentar, “Kadang bingung maksud grafik ini” (S02KL). Kesenjangan ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi canggih, literasi digital dan kemampuan interpretasi data siswa menjadi krusial untuk adopsi yang efektif.

Namun, dari tantangan ini muncul peluang signifikan dalam “Pengembangan Literasi Teknologi” dan “Kolaborasi Pembelajaran”. Siswa menjadi lebih terampil menggunakan perangkat digital (“Jadi lebih ngerti teknologi baru” - S02GP) dan sering berkolaborasi mengatasi hambatan. Seorang siswa menyatakan, “Sering diskusi cara pakai ini” (S01DR), dan yang lain menambahkan, “Bisa bantu teman lebih cepat” (S07RT). Aspek kolaborasi ini memperkuat temuan Chen et al. (2017) tentang dampak positif interaksi siswa dalam lingkungan belajar berbasis teknologi. Ini menegaskan bahwa implementasi *deep learning* tidak hanya meningkatkan kemampuan individu, tetapi juga memicu interaksi sosial dan keterampilan *problem-solving* kolektif yang penting di era digital (Chen et al., 2025; Shi et al., 2023).

Temuan penelitian ini mengenai kurva pembelajaran awal dan interpretasi hasil kompleks dalam interaksi siswa dengan deep learning selaras dengan penelitian oleh Keem di Korea Selatan. Mereka menemukan bahwa siswa menghadapi tantangan serupa dalam memahami antarmuka dan menafsirkan visualisasi data kompleks yang dihasilkan oleh AI, terutama pada tahap awal adopsi. Studi oleh Engelbrecht & Borba, (2024) di Afrika Selatan juga mengidentifikasi bahwa kurangnya literasi data menjadi penghalang utama dalam pemanfaatan penuh alat AI di kalangan siswa. Namun, sejalan dengan temuan kami, penelitian (Kaur et al., 2021) di Australia menunjukkan bahwa meskipun ada kurva pembelajaran awal, interaksi berkelanjutan dengan teknologi deep learning secara signifikan meningkatkan literasi teknologi siswa, termasuk pemahaman antarmuka dan interpretasi data. Hal ini yang menggarisbawahi bahwa tantangan awal dapat diatasi melalui praktik dan paparan yang berkelanjutan.

Kontribusi utama penelitian ini adalah memperjelas bahwa tantangan awal dalam interaksi siswa dengan deep learning – yakni kurva pembelajaran awal dan interpretasi hasil kompleks – secara paradoks justru memicu peluang signifikan untuk pengembangan literasi teknologi dan kolaborasi pembelajaran (Chen et al., 2025). Hal ini menunjukkan deep learning tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu individual, melainkan juga katalisator untuk pengembangan keterampilan interpersonal dan pemecahan masalah kolektif. Implikasinya terhadap pengembangan ilmu pengetahuan sangat relevan; desain sistem deep learning di masa depan harus secara eksplisit mengintegrasikan fitur – fitur yang mendukung pembelajaran sosial dan pemecahan masalah kolaboratif, bukan hanya efisiensi individual. Hal ini berarti antarmuka pengguna harus intuitif untuk mengurangi kurva pembelajaran awal, dan visualisasi data harus dirancang untuk memfasilitasi interpretasi yang lebih mudah serta memicu diskusi antar siswa.

Dampak pada Pendekatan Pemecahan Masalah

Integrasi *deep learning* secara signifikan memengaruhi pendekatan siswa dalam pemecahan masalah matematika, ditandai oleh “Pendekatan Iteratif dan Eksperimental” (Klang et al., 2021). Siswa menjadi lebih berani mencoba dan menganalisis berbagai pendekatan berdasarkan umpan balik, seperti yang dituturkan siswa, “Coba-coba saja, kan ada feedback” (S08UV). Ini berbeda dengan pendekatan tradisional yang seringkali lebih linier, mendorong mentalitas “Berani salah, lalu perbaiki” (S10WX). Fenomena ini sejalan dengan prinsip pembelajaran adaptif yang mempromosikan *trial-and-error* sebagai bagian dari proses belajar, meskipun penelitian sebelumnya (Emara et al., 2021; Sanusi, 2022) lebih fokus pada efisiensi daripada perubahan pendekatan kognitif siswa.

Temuan penelitian ini yang menunjukkan pergeseran ke arah pendekatan iteratif dan eksperimental dalam pemecahan masalah melalui *deep learning* memiliki kesamaan dengan beberapa studi internasional. Penelitian Amerika Serikat menemukan bahwa siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis AI menunjukkan peningkatan kemampuan dalam eksplorasi solusi dan adaptasi strategi berdasarkan umpan balik instan (Alrajhi, 2024). Penelitian China menyoroti bagaimana platform pembelajaran adaptif yang didukung oleh AI mendorong siswa untuk tidak takut melakukan kesalahan, melihatnya sebagai peluang untuk belajar dan memperbaiki diri, sebuah mentalitas yang identik dengan “Berani salah, lalu perbaiki” yang ditemukan dalam penelitian ini (Fan et al., 2022). Berbeda fokus pada kecepatan dan akurasi yang sering kali menjadi metrik utama dalam penelitian tradisional tentang efisiensi, temuan kami menekankan perubahan kualitatif dalam strategi kognitif siswa. Hal ini menunjukkan *deep learning* tidak hanya mempercepat proses belajar, tetapi juga mentransformasi cara siswa berinteraksi dengan masalah matematika.

Selain itu, *deep learning* mengalihkan “Fokus pada pemahaman Konseptual vs Prosedural” (El-Latif et al., 2024). Dengan adanya *deep learning* yang menangani komputasi, siswa dapat lebih fokus pada “mengapa” suatu konsep bekerja (“Bisa fokus kenapa rumusnya begitu” - S09YZ), dan, “Nggak perlu hitung rumit lagi” (S12AB). Namun, *deep learning* juga memunculkan tantangan dalam “Validasi Solusi”, di mana siswa terkadang terlalu mudah menerima *output* sistem tanpa verifikasi kritis (“Kadang langsung percaya hasilnya” - S07GH). Ini menyoroti kebutuhan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa bahkan saat menggunakan alat canggih, menjadi kontribusi penting penelitian ini terhadap pedagogi masalah berbasis AI.

Temuan penelitian ini memiliki beberapa implikasi pedagogis penting. *Deep learning* terbukti memiliki potensi besar sebagai alat bantu visualisasi dan umpan balik adaptif, yang dapat

memperkaya pemahaman konseptual siswa dalam matematika. Untuk mengoptimalkannya, desain kurikulum harus secara eksplisit mengintegrasikan penggunaan *deep learning* sebagai sarana eksplorasi dan pemikiran kritis, bukan sekedar alat komputasi. Ini sejalan dengan panggilan untuk pendidikan yang berpusat pada siswa yang lebih mendalam, seperti yang diadvokasi oleh Barker & Siemens (2014) dalam konteks pembelajaran adaptif.

Kedua, penting untuk memfasilitasi bimbingan awal yang memadai agar siswa dapat beradaptasi dengan teknologi dan mendorong mereka untuk mengembangkan kemampuan interpretasi kritis terhadap *output deep learning* (Zijlstra & While, 2024). Terakhir, pendidik perlu menekankan pentingnya validasi solusi dan menghindari ketergantungan berlebihan pada teknologi, sehingga siswa tetap mengembangkan kemampuan penalaran mandiri mereka. Implikasi ini memberikan kontribusi praktis bagi pendidik dan pengembang teknologi untuk merancang lingkungan belajar matematika berbasis *deep learning* yang lebih efektif dan seimbang di masa depan.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menggali dan memahami secara mendalam perspektif siswa mengenai pengalaman mereka dalam pembelajaran matematika yang diintegrasikan dengan teknologi *deep learning* serta dampaknya terhadap kemampuan pemecahan masalah. Dari perspektif siswa, *deep learning* berperan signifikan sebagai asisten visualisasi dan eksplorasi konsep abstrak, serta sebagai alat umpan balik instan yang mempercepat proses koreksi mandiri. Namun, beberapa siswa juga mengungkapkan kekhawatiran akan ketergantungan pada teknologi jika tidak dikelola dengan baik. Meskipun terdapat tantangan awal seperti kurva pembelajaran dan interpretasi hasil kompleks, integrasi ini membuka peluang bagi pengembangan literasi teknologi dan kolaborasi pembelajaran di antara siswa. Pada akhirnya, *deep learning* mendorong pendekatan pemecahan masalah yang iteratif dan eksperimental, serta mengalihkan fokus siswa pada pemahaman konseptual dibandingkan prosedural. Meskipun demikian, isu validasi solusi oleh siswa perlu perhatian.

Berdasarkan temuan ini, disarankan bagi pendidik dan pengembang kurikulum untuk merancang pembelajaran matematika yang secara strategis mengintegrasikan *deep learning* sebagai alat bantu eksplorasi dan pemikiran kritis, bukan pengganti proses berpikir mandiri siswa. Penting untuk menyediakan bimbingan awal yang komprehensif dan melatih siswa dalam kemampuan interpretasi kritis terhadap *output deep learning* untuk mencegah ketergantungan.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi longitudinal guna mengamati dampak jangka panjang penggunaan *deep learning* terhadap retensi konsep dan pengembangan keterampilan pemecahan masalah siswa. Penelitian di masa depan juga dapat mengeksplorasi perbedaan perspektif siswa dari berbagai jenjang pendidikan atau latar belakang sosio-ekonomi. Selain itu, investigasi kuantitatif tentang korelasi antara tingkat penggunaan fitur *deep learning* tertentu dengan peningkatan performa siswa dalam pemecahan masalah akan melengkapi temuan kualitatif ini.

Daftar Pustaka

- Alrajhi, A. S. (2024). Artificial intelligence pedagogical chatbots as L2 conversational agents. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2327789>
- Brooks, P. T., Munthe-Fog, L., Rieneck, K., Banch Clausen, F., Rivera, O. B., Kannik Haastrup, E., Fischer-Nielsen, A., & Svalgaard, J. D. (2021). Application of a deep learning-based image analysis and live-cell imaging system for quantifying adipogenic differentiation kinetics of adipose-derived stem/stromal cells. *Adipocyte*, 10(1), 621–630. <https://doi.org/10.1080/21623945.2021.2000696>
- Canedo Junior, N., Borba, M. C., & Villa-Ochoa, J. A. (2025). Contributions of Digital Videos in Mathematical Modelling Practices: Meanings and Resources Semiotics. *ZDM – Mathematics Education*, 57(2/3), 473–488. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01681-4>
- Chatikobo, M. V., & Pasipamire, N. (2024). Readiness to embrace artificial intelligence in information literacy instruction at a Zimbabwean University. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2425209>
- Chen, X., Hu, X., Huang, Y., Jiang, H., Ji, W., Jiang, Y., Jiang, Y., Liu, B., Liu, H., Li, X., Lian, X., Meng, G., Peng, X., Sun, H., Shi, L., Wang, B., Wang, C., Wang, J., Wang, T., ... Zhang, L. (2025). Deep learning-based software engineering: progress, challenges, and opportunities. In *Science China Information Sciences* (Vol. 68, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s11432-023-4127-5>
- Dang, Y., Chen, Z., Li, H., & Shu, H. (2022). A Comparative Study of non-deep Learning, Deep Learning, and Ensemble Learning Methods for Sunspot Number Prediction. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2074129>
- El-Latif, E. I. A., El-Dosuky, M., Darwish, A., & Hassanien, A. E. (2024). A deep learning approach

- for ovarian cancer detection and classification based on fuzzy deep learning. *Scientific Reports*, 14(1), 26463. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75830-2>
- Emara, M., Hutchins, N. M., Grover, S., Snyder, C., & Biswas, G. (2021). Examining student regulation of collaborative, computational, problem-solving processes in openended learning environments. *Journal of Learning Analytics*, 8(1), 49–74. <https://doi.org/10.18608/JLA.2021.7230>
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 56(2), 281–292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Engelbrecht, J., Borba, M. C., & Kaiser, G. (2023). Will we ever teach mathematics again in the way we used to before the pandemic? *ZDM - Mathematics Education*, 55(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01460-5>
- Fan, L., Luo, J., Xie, S., Zhu, F., & Li, S. (2022). Chinese students' access, use and perceptions of ICTs in learning mathematics: findings from an investigation of Shanghai secondary schools. *ZDM - Mathematics Education*, 54(3), 611–624. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01363-5>
- Geiger, V., Gal, I., & Graven, M. (2023). The connections between citizenship education and mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 55(5), 923–940. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01521-3>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Källberg, P. S., & Roos, H. (2025). Meaning(s) of a student perspective in mathematics education research. *Educational Studies in Mathematics*, 367–392. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10374-w>
- Kamberi, M. (2025). The types of intrinsic motivation as predictors of academic achievement: the mediating role of deep learning strategy. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2482482>
- Kaur, D. P., Mantri, A., & Horan, B. (2021). A Framework Utilizing Augmented Reality to Enhance the Teaching–Learning Experience of Linear Control Systems. *IETE Journal of Research*, 67(2), 155–164. <https://doi.org/10.1080/03772063.2018.1532822>

- Klang, E., Barash, Y., Levartovsky, A., Lederer, N. B., & Lahat, A. (2021). Differentiation between malignant and benign endoscopic images of gastric ulcers using deep learning. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 14, 155–162. <https://doi.org/10.2147/CEG.S292857>
- Krawitz, J., Schukajlow, S., Yang, X., & Geiger, V. (2025). A Systematic Review of International Perspectives on Mathematical Modelling: Modelling Goals and Task Characteristics. *ZDM - Mathematics Education*, 193–212. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01683-2>
- Lipnevich, A. A., & Smith, J. K. (2009). Effects of Differential Feedback on Students' Examination Performance. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 15(4), 319–333. <https://doi.org/10.1037/a0017841>
- Maffia, A., Manolino, C., & Miragliotta, E. (2025). There is more to algebra than meets the eye: the case of blindness. *Educational Studies in Mathematics*, 63–77. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10394-0>
- Maouche, S. (2019). Google AI: Opportunities, Risks, and Ethical Challenges. *Contemporary French and Francophone Studies*, 23(4), 447–455. <https://doi.org/10.1080/17409292.2019.1705012>
- Nababan, E., Huda, S., Hasibuan, M., Mika, S., Amanda, T., Mailani, E., & Rarastika, N. (2025). *Penerapan Pendekatan Deep Learning untuk Mendukung Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. September.*
- Salau, L., Mohamed, H., Abdulsalam, Y. S., & Mohammed, H. (2025). Deep learning based multi-criteria recommender system for technology-enhanced learning. *Scientific Reports*, 15(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97407-3>
- Sanusi, M. S. (2022). Action research to reassess the acceptance and use of technology in a blended learning approach amongst postgraduate business students. *Cogent Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2145813>
- Shi, L., Muhammad Umer, A., & Shi, Y. (2023). Utilizing AI models to optimize blended teaching effectiveness in college-level English education. *Cogent Education*, 10(2). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2282804>
- Shimizu, Y., & Kang, H. (2025). Research on classroom practice and students' errors in mathematics education: a scoping review of recent developments for 2018-2023. *ZDM - Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01704-0>

- Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013). Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20(1), 21–53. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0333-8>
- Strohmaier, A. R., Schiepe-Tiska, A., Chang, Y. P., Müller, F., Lin, F. L., & Reiss, K. M. (2020). Comparing eye movements during mathematical word problem solving in Chinese and German. *ZDM - Mathematics Education*, 52(1), 45–58. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01080-6>
- Suryani, M., Jufri, L. H., & Putri, T. A. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Berdasarkan Kemampuan Awal. *Musharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9, 119–130.
- Umi, N., Purna, R. |, Nugroho, B., Karsoni, |, & Dinata, B. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah Berbantuan Adobe Captivate Materi Matriks di Sekolah Kejuruan (SMK) 3 Kota Bumi. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 1(3), 234–255. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i3.7689>
- Wang, H., Lu, H., Sun, J., & Safo, S. E. (2024). Interpretable deep learning methods for multiview learning. *BMC Bioinformatics*, 25(1), 1–30. <https://doi.org/10.1186/s12859-024-05679-9>
- Winje, Ø., & Løndal, K. (2023). ‘Wow! is that a birch leaf? In the picture it looked totally different’: a pragmatist perspective on deep learning in Norwegian ‘uteskole.’ *Education 3-13*, 51(1), 142–155. <https://doi.org/10.1080/03004279.2021.1955946>
- Yu, I. C., Guo, J. M., Lin, W. C., & Fang, J. T. (2025). Development of nonverbal communication behavior model for nursing students based on deep learning facial expression recognition technology. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2448059>
- Zijlstra, F., & While, P. T. (2024). Deep-learning-based image reconstruction with limited data: generating synthetic raw data using deep learning. *Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine*, 37(6), 1059–1076. <https://doi.org/10.1007/s10334-024-01193-4>