

Digital Instructional Kits of STEM based on Deep Learning to Improve University Students' HOTS on the Topic of Environmental Pollution

Eny Purwanitiningih^{*1}, Ilmi Zajuli Ichsan², Santhi Pertiwi³

^{1,2,3}

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mohammad Husni Thamrin Jakarta

Abstract

Environmental education, particularly regarding the topic of environmental pollution, needs to be enhanced. This aligns with advancements in science and technology that prioritize the Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach. The objective of this study was to develop a learning tool—specifically, a deep learning-based Digital Instructional Kits of STEM (DIKSTEM)—to improve university students' Higher-Order Thinking Skills (HOTS) concerning environmental pollution. The study employed a Research and Development (R&D) method based on the Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate (ADDIE) framework. The results indicate that the developed DIKSTEM tool is highly valid and suitable for use in instruction. Innovations in developing such learning tools should be accompanied by integration with other media, learning models, and student worksheets. These innovations can be applied to models or worksheets designed to foster improvements in students' HOTS. Future research should focus on the broader implementation of the DIKSTEM.

Keywords: *Instructional Kits, learning media, STEM*

Submitted: 16 August 2026; Reviewed: 29 August 2026; Accepted: 19 October 2026

DOI: 10.46368/bjpd.v7i2.5420

Digital Instructional Kits of STEM berbasis Deep Learning untuk HOTS Mahasiswa pada Topik Pencemaran Lingkungan

Abstrak

Pembelajaran terkait dengan lingkungan hidup khususnya pada topik Pencemaran lingkungan perlu untuk ditingkatkan. Hal ini sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi yang mengutamakan pada Pendekatan Science, technology, engineering and mathematics (STEM). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berbentuk Digital Instructional Kits of STEM (DIKSTEM) berbasis Deep learning untuk meningkatkan Higher Order Thinking Skills (HOTS) mahasiswa pada topik pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode penelitian dan pengembangan yang mengacu pada tahapan analyze, design, develop, implement dan evaluate (ADDIE). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa media DIKSTEM yang dikembangkan memiliki kategori sangat valid sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Inovasi pengembangan media pembelajaran harus dibarengi dengan integrasi dengan media pembelajaran lain ataupun dengan model pembelajaran, serta lembar kerja siswa. Inovasi pengembangan media bisa digunakan untuk model atau lembar kerja mahasiswa yang dapat membuat peningkatan kemampuan HOTS pada mahasiswa. Saran untuk penelitian di masa yang akan datang adalah bahwa perlu diimplementasikan lebih lanjut terkait dengan penggunaan media DIKSTEM pada skala yang lebih luas.

Kata Kunci: *learning media, Instructional Kits, STEM*

* Corresponding Author: Eny Purwanitiningih, drosmla819@gmail.com, Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammad Husni Thamrin, Jakarta, Indonesia

PENDAHULUAN

Pendekatan *Science, technology, engineering and mathematics* (STEM) merupakan sebuah pendekatan yang mengutamakan pada proses berpikir yang mencakup 4 topik utama yaitu *Science, technology, engineering, and mathematic* (Lou et al., 2017; McCollough et al., 2016; Struyf et al., 2019; Sumarni, 2019; Widiyawati et al., 2020). Pendekatan STEM biasanya digunakan untuk pembelajaran yang bersifat eksakta atau bersifat saintifik. Hal ini dikarenakan pendekatan STEM kurang cocok apabila digunakan untuk pembelajaran yang bersifat sosial humaniora. Pendekatan STEM merupakan sebuah inovasi baru dalam dunia pendidikan, sehingga diharapkan dengan adanya STEM ini variasi pengembangan bahan ajar dan pengembangan media pembelajaran dan juga pengembangan lembar kerja mahasiswa bisa lebih beraneka ragam. STEM memiliki beberapa karakteristik yaitu seperti berpusat pada siswa atau *student center*. Pendekatan STEM memiliki ciri khas yaitu pembelajaran berpusat pada siswa dan tidak berpusat pada guru. Hal ini dikarenakan pembelajaran STEM yang baik tentu akan melihat aspirasi siswa dan juga minat dan bakat siswa, sehingga pendekatan STEM lebih cocok menggunakan pembelajaran berpusat pada siswa atau *student center*. Karakteristik lainnya adalah berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir yang lebih tinggi. STEM sangat erat kaitannya dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi, sehingga harapannya siswa ataupun mahasiswa yang sudah mempelajari dengan pendekatan STEM bisa berpikir analisis, berpikir kritis, dan juga berpikir kreatif. Hal itu sesuai dengan kebutuhan dari pembelajaran abad 21 yang memerlukan kemampuan-kemampuan yang berkaitan dengan kemampuan berpikir yang lebih tinggi.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi atau disebut dengan HOTS merupakan salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh mahasiswa, dalam hal ini mahasiswa di ruang lingkup fakultas keguruan dan ilmu pendidikan. Kemampuan berpikir tingkat tinggi erat kaitannya dengan kemampuan untuk memecahkan masalah-masalah yang ada di lingkungan sekitar (Afikah et al., 2022; Bourke, 2020; Damaianti et al., 2020; Sadijah et al., 2021). Rendahnya kemampuan berpikir tingkat tinggi pada mahasiswa sangat mengganggu jalannya pembelajaran. Hal itu dikarenakan pembelajaran pada level perguruan tinggi sudah tidak bersifat hafalan, tetapi lebih banyak bersifat pemecahan masalah. Itulah yang menyebabkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sangat diperlukan bagi mahasiswa. Adapun masalah yang muncul adalah rata-rata mahasiswa terkait dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya dalam pembelajaran topik lingkungan masih cenderung rendah. Hal itu didasari dari beberapa hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa kemampuan HOTS mahasiswa perlu ditingkatkan dengan berbagai perangkat pembelajaran pendukung, agar pembelajaran bisa lebih sesuai dengan target-target dari rencana pembelajaran semester.

Penelitian terdahulu yang sudah dilakukan berkaitan dengan pengembangan perangkat pembelajaran menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran memiliki dampak positif dalam peningkatan HOTS siswa ataupun mahasiswa (Abidinsyah et al., 2019). HOTS yang dimaksud adalah salah satu komponen penting yang harus diperhatikan ketika pembelajaran. Selain itu hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa inovasi media pembelajaran yang baik bisa meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar, khususnya berkaitan dengan pembelajaran sains. Salah satu model yang bisa dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah salah satunya yaitu berkaitan dengan model *Reading, Mapping, Sharing* (RMS) (Muhlisin, 2018; Muhlisin et al., 2016). Model ini merupakan model yang dikembangkan untuk

meningkatkan kemampuan dalam pembelajaran sains. Penelitian lainnya adalah berkaitan dengan identifikasi masalah yang muncul akibat pembelajaran sains, yang belum menggunakan pendekatan berbasis STEM (Muzana et al., 2021). Hal ini terlihat menjadi sebuah permasalahan untuk pembelajaran yang lebih maju. Penelitian terdahulu belum mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran atau *instructional Kits* berbentuk digital, yang berbasis pada STEM dan juga pada pembelajaran yang lebih mendalam atau *Deep learning* yang dalam hal ini adalah dalam konteks IPA. Deep learning sangat penting digunakan karena prinsip-prinsip *deep learning* yaitu meliputi tiga hal *Joyful*, *meaningfull*, dan *mindfull* (Ainiyah et al., 2025; Purba & Dewayanto, 2023). Adapun 3 aspek utama ini merupakan bagian utama dari pembelajaran deep learning yang harus dikuasai oleh siswa ataupun mahasiswa dalam pembelajaran sains.

Penelitian terdahulu yang sudah dilakukan belum bisa mengembangkan sebuah pembelajaran yang terintegrasi antara perangkat pembelajaran atau instruksional yang terintegrasi dengan Deep learning, maka diperlukan sebuah pembelajaran yang mendukung pendekatan STEM untuk mengatasi rendahnya masalah HOTS pada mahasiswa. Hal ini menjadi urgensi untuk dilakukan penelitian terkait HOTS mahasiswa pada fakultas keguruan dan ilmu pendidikan. Adapun penelitian lain adalah berkaitan dengan media pembelajaran yang berbasis pada STEM. Penelitian ini menjadi urgen dilakukan karena kemampuan HOTS mahasiswa perlu dilatih supaya terjadi peningkatan yang signifikan agar proses belajar di jenjang perguruan tinggi bukan hanya bersifat teori, tetapi juga bisa diaplikasikan dalam bentuk kegiatan pemecahan masalah yang ada di lingkungan sekitar (Khoiriyah & Husamah, 2018; Rindah et al., 2019). Kontribusi mahasiswa dalam memecahkan masalah di lingkungan sekitar dapat membantu menyelesaikan berbagai macam persoalan yang mungkin muncul di lingkungan sekitar.

Penggunaan media dapat membantu untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam pembelajaran. Salah satu yang menjadi tren dalam teknologi pembelajaran adalah dengan penggunaan media digital dalam pendidikan. Media digital adalah sebuah alat untuk menyampaikan informasi kepada peserta didik yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam menyampaikan informasi secara lebih menyeluruh. Media digital menggunakan perangkat digital untuk memudahkan dalam menyampaikan informasi. Keunggulan dari media digital biasanya mudah dibawa dan praktis karena berbentuk software yang tidak berbentuk fisik. Penggunaan media digital menjadi tren yang bisa dikembangkan dalam segi pembelajaran berbasis STEM.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat terlihat bahwa tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan *Digital Instructional Kits of STEM* (DIKSTEM) berbasis *Deep learning* untuk meningkatkan HOTS mahasiswa dalam pembelajaran lingkungan. Maksud dari pembelajaran lingkungan khususnya pada topik Pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan topik Pencemaran lingkungan adalah salah satu topik yang paling sering memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hal itu dikarenakan topik ini erat kaitannya dengan studi kasus, dan juga pembelajaran berbasis masalah yang harus memerlukan kemampuan untuk berpikir yang lebih tinggi. Topik Pencemaran lingkungan adalah sebuah topik yang sangat relevan untuk dikaji lebih jauh dalam pembelajaran berbasis *deep learning* dengan menggunakan prinsip-prinsip *Joyfull*, *Mindfull* dan *meaningfull* sehingga upaya untuk meningkatkan HOTS bisa lebih sesuai dengan kebutuhan yang ada pada mahasiswa khususnya pada mahasiswa fakultas Kelurahan dan ilmu pendidikan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui *research and development* dengan tahapan pendekatan *analyze, design, develop, implement, and evaluate* (ADDIE) (Branch, 2009). Tahapan ini merupakan sebuah tahapan pengembangan produk pembelajaran yang memiliki 5 tahapan utama dimulai dari tahapan analisis. Tahapan pertama ini adalah tahapan untuk menganalisis kebutuhan yang ada di kelas tersebut, dalam hal ini adalah kelas di fakultas keguruan dan ilmu pendidikan khususnya pada program studi pendidikan guru sekolah dasar. Tahapan kedua yaitu tahapan mendesain atau membuat rancangan dari penelitian dan pengembangan dalam hal ini merancang produk *Digital instructional kits of STEM* (DIKSTEM) yang berbasis pada *deep learning*. Tahapan pengembangan merupakan tahapan ketiga dari rangkaian penelitian dan pengembangan. Tahapan pengembangan ini terdiri dari pengembangan produk dan juga validasi oleh ahli pembelajaran. Adapun ahli pembelajaran adalah dosen yang mengajar di bidang pendidikan dan juga berkaitan dengan topik-topik yang relevan pada materi terkait dengan STEM. Adapun kriteria dari validitas media seperti tabel 1 memiliki beberapa kategori sebagai penentu indikator ketercapaian dari tingkat kualitas produk tersebut. Adapun untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kategori Validitas media pembelajaran yang dikembangkan

Percentage Score	Categories	Eligibility Statement
81 % - 100%	Very Valid	Can be used without repair
61 % - 80%	Valid	Can be used with minor improvements
41 % - 60%	Less Valid	Can be used with many improvements
21 % - 40%	Invalid	Must not be used
0% - 20%	Very Invalid	Must not be used

Sumber: (Akbar, 2013)

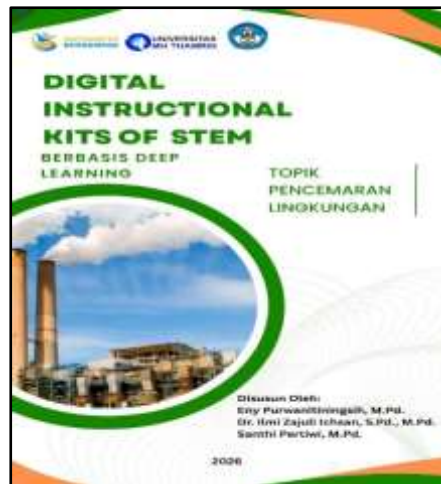
Tahapan keempat adalah tahapan implementasi, yaitu tahapan uji coba produk yang sudah dikembangkan di dalam kelas dalam hal ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. Tahapan terakhir adalah melakukan evaluasi produk hasil penelitian yang sudah digunakan dalam implementasi uji coba di kelas. Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahapan keempat yaitu tahapan pengembangan atau *development*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

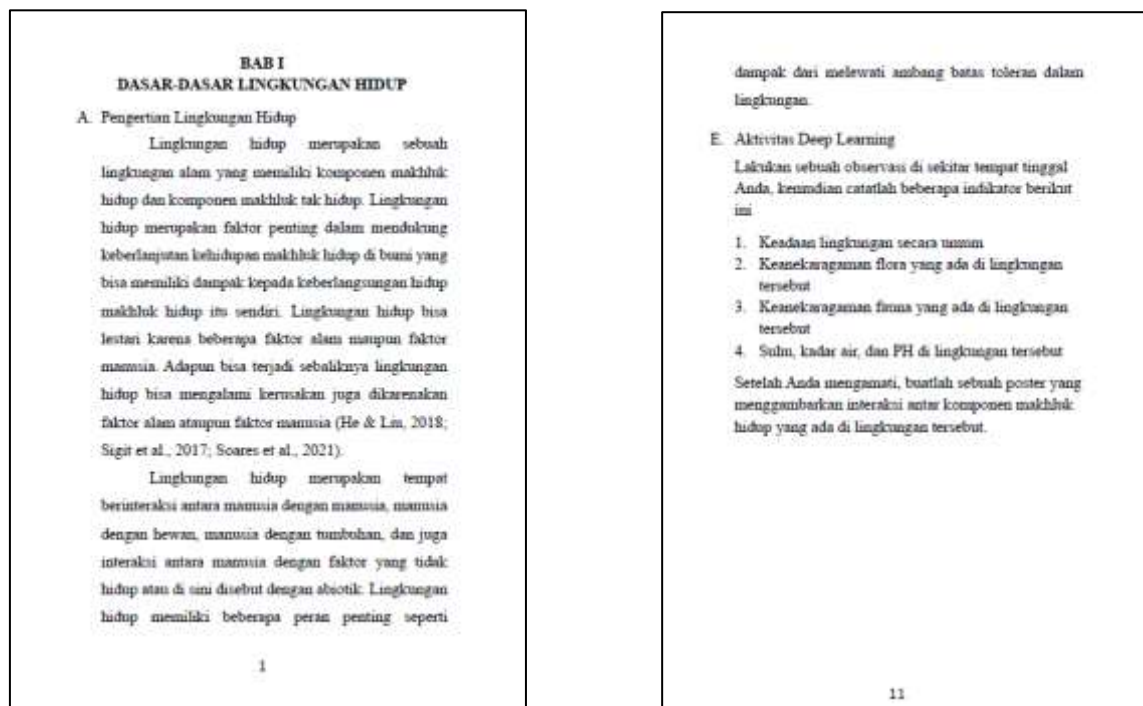
HASIL

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa analisis dari kebutuhan pengembangan media menunjukkan bahwa belum tersedianya buku ajar atau media berkaitan dengan topik pencemaran lingkungan berbasis STEM pada pembelajaran di program studi pendidikan guru sekolah dasar. Tahapan kedua dalam desain dari produk DIKSTEM menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan terdiri dari 3 bagian utama. Tahapan ketiga terkait dengan pengembangan DIKSTEM sudah berhasil dilakukan, memiliki jumlah halaman sebanyak 30 Halaman yang berisi dari terdiri dari 3 bagian utama yaitu *section* pertama membahas tentang dasar-dasar terkait dengan prinsip-prinsip lingkungan. *Section* kedua adalah membahas pencemaran lingkungan yang terjadi di air. *Section* ketiga adalah pembahasan terkait dengan pencemaran lingkungan yang terjadi di udara dan juga tanah. DIKSTEM memiliki tujuan untuk menambah wawasan mahasiswa dalam media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Konten-

konten yang berada dalam DIKSTEM memiliki prinsip-prinsip saintifik berbasis STEM dan juga pembelajaran yang mendalam yaitu mindfulness, joyfulness, dan meaningful. Adapun tampilan dari faktor depan kayak dia Pembelajaran dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Hasil cover pengembangan produk DIKSTEM



Gambar 2. Bagian Isi produk DIKSTEM dan bagian deep learning pada DIKSTEM

Hasil dari pengembangan media pembelajaran menunjukkan skor hasil validasi memiliki kategori sangat valid. Hasil dari validasi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini yang berisi

detail terkait dengan skor rata-rata yang diperoleh pada ahli media 1, ahli media 2, ahli materi 1, dan ahli materi 2. Adapun hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Ahli	Skor persentase	kategori
Ahli media pembelajaran I	87.50%	Sangat Valid
Ahli media pembelajaran II	87.50%	Sangat Valid
Ahli materi pembelajaran I	90.00%	Sangat Valid
Ahli materi pembelajaran II	87.50%	Sangat Valid

Tabel 2. Hasil skor validasi dari ahli media dan ahli materi

PEMBAHASAN

Hasil penelitian Media pembelajaran yang dikembangkan dalam hal ini adalah media pembelajaran DIKSTEM yang memiliki beberapa keunggulan untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, dan juga dapat menjadi salah satu pilihan bahan ajar ataupun media ajar yang bisa digunakan oleh dosen dalam perkuliahan khususnya berkaitan dengan topik-topik pencemaran lingkungan hidup. Media DIKSTEM merupakan media digital yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan media konvensional. Media digital dapat mudah dioperasikan oleh mahasiswa yang sudah terbiasa dengan perkembangan teknologi dan memudahkan dalam pembelajaran secara mandiri. Media digital juga bisa digunakan dalam berbagai situasi selagi fasilitas pendukung media digital dapat terpenuhi. Adapun secara substansi media DIKSTEM memiliki beberapa keunggulan seperti Keunggulan pertama yaitu berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Media pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu DIKSTEM memiliki ciri khas pada medianya yaitu terdapat muatan pembelajaran berbasis tema atau berbasis pada pendekatan saintifik yang terintegrasi dengan Deep learning. Perpaduan antara pendekatan saintifik dalam hal ini adalah STEM dan juga dengan Deep learning membuat media pembelajaran ini mampu dan memiliki potensi untuk meningkatkan HOTS mahasiswa PGSD dalam pembelajaran lingkungan hidup.

HOTS merupakan salah satu upaya penting dalam pembelajaran yang harus dimiliki oleh mahasiswa (Mitarlis et al., 2020). Hal ini dikarenakan pembelajaran lingkungan hidup erat kaitannya dengan pemecahan masalah lingkungan yang ada di sekitar lingkungan perguruan tinggi. Mahasiswa harus memiliki dampak nyata bagi masyarakat, agar kemampuan berpikir tingkat tinggi bukan hanya sekedar teoritis tetapi juga dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari dalam pemecahan masalah lingkungan (Kinay & Bagceci, 2016; Siregar et al., 2019). HOTS merupakan bentuk kemampuan berpikir yang harus bisa diimplementasikan dalam pemecahan masalah lingkungan hidup, seperti masalah salah satunya pencemaran lingkungan. Mahasiswa yang memiliki kemampuan HOTS akan berdampak baik pada pembelajaran lingkungan hidup, yang berkontribusi nyata dalam perbaikan lingkungan. Hal ini menjadi salah satu manfaat dari pengembangan media DIKSTEM yaitu mahasiswa diajak untuk berpikir lebih tinggi berbasis HOTS dan juga lebih mendalami pembelajaran dikarenakan pendekatan yang digunakan dalam media pembelajaran ini.

Adapun selain memiliki fungsi agar HOTS meningkat, media ini memiliki keunggulan kedua yaitu berkaitan dengan media yang dikembangkan bisa meningkatkan motivasi belajar mahasiswa.

Media sebagai salah satu bentuk inovasi pembelajaran memiliki kekuatan untuk bisa meningkatkan motivasi belajar mahasiswa, agar motivasi belajar mahasiswa bisa lebih terukur dan meningkat sesuai dengan indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Adapun untuk keunggulan yang ketiga adalah berkaitan dengan pilihan inovasi media ajar yang bisa digunakan dalam pembelajaran lingkungan hidup. Salah satu inovasi yang sudah dikembangkan yaitu berbentuk DIKSTEM ini bisa menjadi pilihan bagi dosen dalam memberikan pembelajaran yang lebih menyeluruh ataupun holistik. Media pembelajaran dalam pembelajaran lingkungan hidup, sehingga pilihan media ajar yang tersedia di dalam kelas bisa lebih bervariasi. Dampak dari bervariasinya media pembelajaran bisa meningkatkan kemampuan mahasiswa PGSD dalam pembelajaran.

Inovasi lain yang dapat dikembangkan untuk menambah pengetahuan ataupun perilaku mahasiswa yang lebih baik adalah seperti penggunaan lembar kerja siswa yang dapat terintegrasi dengan model pembelajaran. Lembar kerja siswa dapat digunakan bersamaan dengan penggunaan media pembelajaran (Bakri et al., 2020; Mawardi et al., 2020). Media yang dikembangkan dalam hal ini adalah media pembelajaran penggunaan media pembelajaran yang terintegrasi dengan lembar kerja siswa dapat menjadi inovasi baru agar pembelajaran di mahasiswa PGSD dapat lebih meningkat. Peningkatan kemampuan khususnya pada topik Pencemaran lingkungan. Lembar kerja siswa bisa menjadi pelengkap atau menjadi suplemen bagi mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah yang ada di dalam individu. Lembar kerja siswa bisa dikembangkan dengan menggunakan tahapan-tahapan seperti pengembangan media, namun perbedaannya hanyalah bentuk dari media produk medianya yaitu lembar kerja siswa dia berbentuk instruksi agar pembelajaran lebih terarah dan juga lebih sesuai dengan kebutuhan dari zaman. Dampak pembelajaran yang dibentuk sesuai dengan kebutuhan abad 21, akan lebih berdampak positif bagi keberlangsungan pembelajaran pada mahasiswa.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa media pembelajaran yang dikembangkan yaitu berupa Digital Instructional Kits of STEM (DIKSTEM) berbasis deep learning dapat meningkatkan pembelajaran lingkungan hidup dan memiliki kategori valid. Dampak dari kategori valid sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Adapun untuk efektivitas penggunaan media belum dilakukan pada pernyataan ini dikarenakan keterbatasan waktu dan juga kompleksitas sampel yang digunakan. Hasilnya adalah bahwa efektivitas media tersebut akan diimplementasikan pada penelitian yang akan datang untuk skala penelitian yang lebih besar dan juga lebih kompleks. Adapun untuk saran penelitian akan datang adalah bahwa penggunaan media DIKSTEM berbasis deep learning perlu dikembangkan dalam rangka mengidentifikasikan dengan media lain ataupun dengan model lain sehingga pembelajaran bisa menjadi lebih inovatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia yang sudah memberikan pendanaan penelitian ini melalui skema hibah penelitian dosen pemula pada tahun 2026. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memiliki dampak bagi mahasiswa khususnya di program studi PGSD.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidinsyah, A., Ramdiah, S., & Royani, M. (2019). The implementation of local wisdom-based learning and HOTS-based assessment: Teacher survey in Banjarmasin. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 407–414. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i3.9910>
- Afikah, A., Astuti, S. R. D., Suyanta, S., Jumadi, J., & Rohaeti, E. (2022). Mobile Learning in Science Education to Improve Higher-Order Thinking Skills (HOTS) and Communication Skills: A Systematic Review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(7), 698–704. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130782>
- Ainiyah, S., Hoironi, A. W., & Setyawan, A. (2025). Tren Penelitian Tentang Tantangan dan Peluang Implementasi Pendekatan Deep Learning dalam Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmu Pendidikan Guru Sekolah Dasar Dan Usia Dini*, 2(3), 1–7.
- Akbar, S. (2013). Instrumen Perangkat Pembelajaran. In *PT. Remaja Rosdakarya*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Bakri, F., Pratiwi, S., & Mulyati, D. (2020). Student worksheet with augmented reality technology: Media to construct higher order thinking skills of high school students in elasticity topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022033>
- Bourke, B. (2020). Using gamification to engage higher-order thinking skills. In *Research Anthology on Developing Critical Thinking Skills in Students* (pp. 632–652). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3022-1.ch033>
- Branch, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach. In *Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia* (Vol. 53, Number 9). Springer.
- Damaianti, V. S., Abidin, Y., & Rahma, R. (2020). Higher order thinking skills-based reading literacy assessment instrument: An Indonesian context. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*, 10(2), 513–525. <https://doi.org/10.17509/ijal.v10i2.28600>
- Khoiriyah, A. J., & Husamah, H. (2018). Problem-based learning: creative thinking skills, problem-solving skills, and learning outcome of seventh grade students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 4(2), 151–160. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v4i2.5804>
- Kinay, I., & Bagceci, B. (2016). The Investigation of the Effects of Authentic Assessment Approach on Prospective Teachers' Problem-Solving Skills. *International Education Studies*, 9(8), 51–59. <https://doi.org/10.5539/ies.v9n8p51>
- Lou, S.-J., Chou, Y.-C., Shih, R.-C., & Chung, C.-C. (2017). A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387–2404. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- Mawardi, M., Aisyah Fitri Rusiani, J., & Yani, F. H. (2020). Effectiveness of student worksheets based guided inquiry on acid base material to improve students higher order thinking skill (HOTS). In Ramli, Yohandri, W. C., & A. B. S. (Eds.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1481, Number 1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012083>
- McCollough, C., Jeffery, T., Moore, K., & Champion, J. (2016). Improving Middle Grades STEM Teacher Content Knowledge and Pedagogical Practices through a School-University Partnership. *School-University Partnerships*, 9(2), 50–59. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1130695&site=ehost-live%0Ahttp://napds.org/journal/>
- Mitarlis, Ibnu, S., Rahayu, S., & Sutrisno. (2020). The effectiveness of new inquiry-based learning (NIBL) for improving multiple higher-order thinking skills (M-HOTS) of

- prospective chemistry teachers. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1309–1325. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1309>
- Muhlisin, A. (2018). Analysis of students' response of the implementation of rms (reading, mind mapping, and sharing) learning model in philosophy of science. *Unnes Science Education Journal*, 7(1).
- Muhlisin, A., Susilo, H., Amin, M., & Rohman, F. (2016). Improving critical thinking skills of college students through RMS model for learning basic concepts in science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1), 1–24. https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v17_issue1_files/muhlisin.pdf
- Muzana, S. R., Jumadi, Wilujeng, I., Yanto, B. E., & Mustamin, A. A. (2021). E-STEM project-based learning in teaching science to increase ICT literacy and problem solving. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1386–1394. <https://doi.org/10.11591/IJERE.V10I4.21942>
- Purba, K. A., & Dewayanto, T. (2023). Penerapan artificial intelligence, machine learning dan deep learning pada Kurikulum Akuntansi-A systematic literature review. *Diponegoro Journal of Accounting*, 12(3).
- Rindah, M. A. K., Dwiastuti, S., & Rinanto, Y. (2019). Excretory system learning in senior high school: comparative analysis of students' problem-solving skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 249–257. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v12n2.249-257>
- Sadijah, C., Murtafiah, W., Anwar, L., Nurhakiki, R., & Cahyowati, E. T. D. (2021). Teaching higher-order thinking skills in mathematics classrooms: Gender differences. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 159–179. <https://doi.org/10.22342/jme.12.1.13087.159-180>
- Siregar, B. H., Kairuddin, Siregar, N., & Fudholi, A. (2019). Enhancing the prospective teachers' higher order thinking skills in solving pedagogical problems. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12), 640–643. <https://doi.org/10.35940/ijitee.K1941.1081219>
- Struyf, A., Loof, H. De, Pauw, J. B., & Petegem, P. Van. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387–1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Sumarni, W. (2019). Kemampuan Kognitif Dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan Stem. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(1), 18–30. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p018>
- Widiyawati, Y., Nurwahidah, I., Sari, D. S., Masykuri, M., & Budiyanto, C. W. (2020). STEM-Project Based Learning Integration On Bioacoustics Worksheet To Enhance Critical Thinking Skills. *Proceedings of the 4th International Conference on Learning Innovation and Quality Education*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3452144.3452279>