

## STUDI KESIAPAN PEDAGOGIS DAN KELAYAKAN PENERAPAN *DEEP LEARNING* PADA PROSES PEMBELAJARAN DI SEKOLAH DASAR

Lutfi Asyari<sup>1\*</sup>, Fitri Ayu Febrianti<sup>2</sup>, Karantiano Sadasa Putra<sup>3</sup>, Ejen Jenal Mutaqin<sup>4</sup>

Institut Pendidikan Indonesia

E-mail: [lutfi@institutpendidikan.ac.id](mailto:lutfi@institutpendidikan.ac.id)

---

### Article History:

Submitted : 07-11-2025

Received : 07-11-2025

Revised : 11-11-2025

Accepted : 23-12-2025

Published : 31-12-2025

**Abstract:** *This study aims to examine teacher pedagogical readiness, technology integration, and systemic support in the implementation of deep learning (DL) in elementary schools. The main issues identified are the limited understanding of DL among teachers, as well as the lack of adequate infrastructure and training. A qualitative approach was used, consisting of literature review and observations in several elementary schools in Garut District. The findings indicate that teacher readiness in both pedagogical and technological aspects plays a crucial role in the successful implementation of DL, while systemic support in the form of continuous training and adequate infrastructure significantly enhances effective implementation. The conclusion of this study is that the success of DL implementation in elementary education requires synergy between teacher readiness, supportive curricula, and a strong educational system. Therefore, educational reforms focused on developing teacher capacity and providing adequate resources are essential to ensure the success of DL.*

### Keywords:

*Deep Learning, Pedagogical Readiness, Elementary School*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesiapan pedagogis guru, integrasi teknologi, dan dukungan sistemik dalam penerapan *deep learning (DL)* di sekolah dasar. Masalah utama yang ditemukan adalah keterbatasan pemahaman guru tentang DL, serta kurangnya infrastruktur dan pelatihan yang memadai. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan studi literatur dan observasi di beberapa sekolah dasar di Kabupaten Garut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesiapan guru dalam hal pedagogis dan teknologi berperan penting dalam keberhasilan penerapan DL, sementara dukungan sistemik berupa pelatihan berkelanjutan dan infrastruktur yang memadai sangat mendukung implementasi yang efektif. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa keberhasilan penerapan DL di pendidikan dasar memerlukan sinergi antara kesiapan guru, kurikulum yang mendukung, dan sistem pendidikan yang kuat. Oleh karena itu, reformasi pendidikan yang fokus pada pengembangan kapasitas guru dan penyediaan sumber daya yang memadai sangat diperlukan untuk memastikan keberhasilan DL.

---

### Kata Kunci :

*Deep Learning, Kesiapan Pedagogis, Sekolah Dasar*

---

## PENDAHULUAN

Integrasi *deep learning* dalam pendidikan dasar menjadi perhatian penting seiring dengan perkembangan sistem pendidikan yang semakin mengakomodasi teknologi canggih (Prawiyogi & Rosalina, 2025). Kesiapan pedagogis para pendidik, bersama dengan kelayakan penerapan sistem ini di ruang kelas, merupakan hal yang sangat penting untuk mencapai hasil pendidikan yang bermakna. Dalam konteks pendidikan yang terus berkembang, penting untuk memahami bagaimana teknologi canggih dapat diimplementasikan dengan cara yang efektif, agar memberikan dampak positif bagi perkembangan pembelajaran di tingkat dasar.

Di Kabupaten Garut, penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya *deep learning*, mulai diperkenalkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Meskipun ada upaya untuk memperkenalkan teknologi baru, implementasi *deep learning* di daerah ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal kesiapan guru dan infrastruktur yang terbatas. Banyak sekolah di Kabupaten Garut, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan, masih kekurangan fasilitas teknologi yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis *deep learning*. Selain itu, banyak guru yang belum sepenuhnya memahami konsep *deep learning* dan penerapannya dalam pendidikan dasar. Hal ini menunjukkan perlunya adanya program pelatihan yang lebih terstruktur dan berkelanjutan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi ini. Dalam konteks tersebut, penting untuk mengevaluasi kesiapan pedagogis guru, serta menilai dukungan sistemik yang ada di Kabupaten Garut, guna memastikan bahwa penerapan *deep learning* dapat memberikan dampak positif terhadap kualitas pendidikan di daerah tersebut.

Penelitian terkini menunjukkan bahwa kesiapan guru merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan penerapan pendekatan *deep learning* dalam pengaturan pendidikan. Sebagai contoh, sebuah studi komprehensif di Indonesia mengungkapkan bahwa faktor-faktor seperti kolaborasi antar guru, kompetensi pedagogis, dan kesiapan lembaga pendidikan sangat mempengaruhi adopsi metodologi *deep learning* di ruang kelas (Hadi, 2025). Temuan ini semakin diperkuat dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa kompetensi pedagogis dasar secara langsung memengaruhi kemampuan guru dalam memberikan pengalaman pembelajaran yang inovatif, yang memanfaatkan kemajuan teknologi (Pahrudin, 2025). Oleh karena itu, efektivitas model pembelajaran yang diterapkan, yang disesuaikan dengan kapasitas guru untuk mengintegrasikannya, menjadi kunci penting dalam menciptakan lingkungan yang mendukung *deep learning* (Subiyantoro & Musa, 2024).

Selain itu, keberhasilan penerapan pedagogi *deep learning* juga memerlukan perhatian terhadap konteks pendidikan, termasuk desain kurikulum dan responsivitas budaya. Praktik pengajaran yang efektif tidak hanya harus mengintegrasikan strategi *deep learning*, tetapi juga melibatkan siswa dalam diskusi kritis mengenai implikasi etis dari kecerdasan buatan dan teknologi dalam pengalaman belajar mereka (Relmasira & Donaldson, 2025). Literatur terkini menekankan pentingnya mempersiapkan para pendidik dengan alat dan pemahaman yang diperlukan untuk memfasilitasi diskusi ini, sehingga dapat meningkatkan literasi kecerdasan buatan siswa sejak usia dini (Saputra et al., 2025). Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa program pelatihan guru harus mengatasi kesenjangan yang ada dalam integrasi teknologi, mengingat para pendidik sering kali

mengungkapkan kekhawatiran tentang kesiapan mereka untuk mengintegrasikan teknologi AI secara efektif dalam pengajaran mereka.

Selain itu, seiring dengan semakin kuatnya pengaruh kemajuan teknologi dalam dunia pendidikan, *deep learning* dapat berfungsi sebagai kerangka transformasional yang dapat beradaptasi dengan kebutuhan dan gaya belajar siswa yang beragam. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan *deep learning* yang efektif di ruang kelas dapat meningkatkan keterlibatan dan partisipasi siswa, terutama melalui strategi seperti pembelajaran yang dibedakan (Junaidin & Mirna, 2025). Dalam penerapannya, *deep learning* mencakup berbagai keterampilan kognitif dan kompetensi yang mendorong pemikiran tingkat tinggi, yang pada gilirannya menghasilkan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam, yang sangat penting dalam konteks pendidikan kontemporer (Fathnezhad & Azari, 2023; Arianti et al., 2025).

Berdasarkan latar belakang yang sudah dikemukakan, maka penerapan *deep learning* dalam pendidikan dasar memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi canggih. Di Kabupaten Garut, meskipun ada upaya untuk mengintegrasikan teknologi dalam sistem pendidikan, tantangan utama yang dihadapi adalah kesiapan pedagogis guru dan kurangnya infrastruktur yang memadai untuk mendukung penerapan *deep learning*. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan *deep learning* sangat bergantung pada kesiapan guru dalam mengadopsi teknologi ini, serta dukungan sistemik yang meliputi pelatihan berkelanjutan dan penguatan infrastruktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesiapan pedagogis guru, integrasi teknologi, dan dukungan sistemik dalam penerapan *deep learning* di sekolah dasar Kabupaten Garut.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mengarah pada pendekatan kualitatif dan deskriptif, dengan tujuan untuk menggali pemahaman yang mendalam mengenai kesiapan pedagogis guru, desain kurikulum, dan dukungan sistem dalam penerapan *deep learning* di sekolah dasar. Pendekatan pertama yang digunakan adalah studi literatur, di mana peneliti mengkaji berbagai penelitian dan literatur terkait untuk membangun landasan teori yang kuat mengenai topik yang diteliti, seperti kesiapan guru, integrasi teknologi dalam kurikulum, serta tantangan dalam mengimplementasikan *deep learning* di sekolah. Kedua, observasi langsung di kelas dapat dilakukan untuk mengamati interaksi antara siswa, guru, dan teknologi, sehingga dapat diperoleh gambaran lebih konkret tentang bagaimana *deep learning* diterapkan dalam praktik pembelajaran sehari-hari. Dengan menggunakan metode-metode ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang faktor-faktor yang memengaruhi kesiapan dan keberhasilan penerapan *deep learning* di pendidikan dasar.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Penerapan metodologi *deep learning* (DL) dalam pendidikan dasar merupakan langkah penting untuk membangun pendekatan pedagogis yang adaptif dan berpikiran maju, yang mampu menjawab tantangan dalam pendidikan kontemporer. Pendidikan dasar menjadi landasan utama dalam pembentukan kemampuan kognitif dan emosional siswa, dan oleh karena itu, penerapan teknologi seperti DL memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Berbagai studi mengungkapkan hubungan yang kompleks antara kesiapan guru, integrasi teknologi, dan keterlibatan siswa, yang kesemuanya merupakan komponen penting dalam keberhasilan penerapan strategi DL di lingkungan pendidikan dasar. Implementasi DL dalam pendidikan dasar bukanlah suatu hal yang sederhana, melainkan memerlukan perencanaan matang, pelatihan guru yang berkelanjutan, serta dukungan dari berbagai pihak, mulai dari lembaga pendidikan hingga kebijakan pemerintah.

Kesiapan guru merupakan faktor utama dalam kelayakan penerapan *deep learning*, sebagaimana diungkapkan oleh beberapa penelitian. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Hadi (2025) menekankan bahwa kesiapan guru dalam mengadopsi DL sangat bergantung pada tiga pilar utama: komunitas pembelajaran yang kolaboratif, kompetensi pedagogis yang memadai, dan kesiapan lembaga pendidikan. Dalam hal ini, keberadaan komunitas pembelajaran yang mendukung sangat penting, karena dapat memfasilitasi berbagi pengalaman dan pengetahuan antar guru, sehingga mereka dapat lebih siap mengadopsi metode pembelajaran yang berbasis teknologi ini. Penelitian yang dilakukan oleh Hadi (2025) juga menunjukkan bahwa ketika guru memiliki kompetensi pedagogis yang cukup, mereka lebih mampu merancang dan mengimplementasikan metode DL yang efektif dalam ruang kelas. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Relmasira dan Donaldson (2025), yang menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *deep learning* secara bertahap dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang kecerdasan buatan secara signifikan. Dalam penelitian tersebut, siswa yang belajar menggunakan metode DL menunjukkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep kecerdasan buatan, yang menunjukkan efektivitas metode ini dalam mengembangkan kemampuan kognitif siswa.

Selain itu, kesiapan teknologi para pendidik juga memainkan peran penting dalam keberhasilan integrasi DL. Azam et al. (2023) mengungkapkan bahwa tingkat pengetahuan teknologi yang tinggi di kalangan guru berhubungan langsung dengan kesiapan mereka untuk mengintegrasikan alat-alat inovatif, seperti *augmented reality*, dalam pengajaran. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa guru yang memiliki pengetahuan teknologi yang baik lebih siap untuk memanfaatkan perangkat digital dan aplikasi yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, seperti penggunaan alat-alat berbasis AI yang mampu menyesuaikan materi pembelajaran dengan kebutuhan dan kemampuan individu siswa. Hal ini mendukung temuan dari Afifatun (2025), yang mengindikasikan bahwa guru yang mahir dalam menggunakan teknologi tidak hanya meningkatkan efektivitas pengajaran mereka, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Data empiris ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan, terutama DL, dapat mendorong siswa untuk lebih aktif terlibat dalam kegiatan pembelajaran, yang berpotensi meningkatkan hasil belajar mereka.

Namun, meskipun banyak guru yang menunjukkan antusiasme terhadap penerapan DL, penelitian juga mengungkapkan adanya kesenjangan yang signifikan dalam pemahaman dan penerapan teknologi tersebut. Arianti et al. (2025) mencatat bahwa meskipun guru memiliki minat terhadap DL, banyak dari mereka yang merasa kesulitan dalam menerapkan DL secara efektif karena kurangnya pemahaman konseptual tentang teknologi ini dan keterbatasan dalam aplikasi praktisnya. Kesulitan ini mencerminkan perlunya pelatihan yang lebih intensif dan berkelanjutan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam menggunakan DL dalam pengajaran mereka. Oleh karena itu, dibutuhkan program pelatihan profesional yang terstruktur dan berkelanjutan untuk memastikan bahwa guru tidak hanya memiliki pengetahuan dasar mengenai teknologi ini, tetapi juga memiliki keterampilan praktis untuk menerapkannya dalam proses pembelajaran sehari-hari.

Salah satu tantangan besar yang dihadapi dalam implementasi DL adalah kurangnya pelatihan yang komprehensif dan kesenjangan dalam keterampilan teknologi di kalangan guru. Baltayeva (2025) mencatat bahwa meskipun ada potensi besar dalam penerapan kecerdasan buatan dan robotika untuk meningkatkan perkembangan kognitif dan intelektual siswa di tingkat pendidikan dasar, hambatan utama yang dihadapi adalah infrastruktur yang tidak memadai dan kesempatan pelatihan yang terbatas bagi guru. Dalam konteks ini, keberhasilan implementasi DL tidak hanya bergantung pada minat dan kesiapan guru, tetapi juga pada dukungan dari sistem pendidikan yang lebih besar, termasuk kebijakan pemerintah, pendanaan, dan perencanaan yang matang. Subiyantoro dan Musa (2024) juga menemukan bahwa banyak guru menghadapi ketidaksetaraan dalam dukungan institusional dan kesiapan yang dirasakan oleh mereka dalam menerapkan teknologi baru. Sebagian besar sekolah, terutama di daerah terpencil, masih mengalami kesulitan dalam menyediakan infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung penerapan DL secara efektif. Oleh karena itu, penting bagi pembuat kebijakan untuk merancang kebijakan yang dapat meningkatkan kapasitas institusi pendidikan untuk mendukung implementasi teknologi, serta meningkatkan kesempatan pelatihan bagi para pendidik.

Selain faktor kesiapan guru dan infrastruktur, faktor penting lainnya adalah dukungan sistemik yang melibatkan seluruh elemen dalam ekosistem pendidikan. Salah satu faktor kunci untuk keberhasilan penerapan DL adalah pengembangan komunitas pembelajaran yang kolaboratif dan terintegrasi. Program pelatihan yang hanya mengandalkan satu kali pelatihan atau seminar tidak cukup untuk meningkatkan keterampilan guru secara berkelanjutan. Oleh karena itu, komunitas pembelajaran yang berfokus pada kolaborasi antar guru, pembagian praktik terbaik, dan berbagi sumber daya sangat diperlukan untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang berkelanjutan dan efektif. Penelitian oleh Subiyantoro dan Musa (2024) menggarisbawahi pentingnya dukungan yang berkelanjutan bagi guru melalui program pelatihan yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka, serta adanya platform yang memungkinkan kolaborasi antar pendidik dari berbagai wilayah dan latar belakang.

Secara keseluruhan, keberhasilan penerapan DL dalam pendidikan dasar sangat bergantung pada sinergi antara kesiapan pedagogis guru, integrasi teknologi, dan dukungan pengembangan profesional yang berkelanjutan. Sebagai kesimpulan, implementasi yang sukses dari DL di sekolah dasar membutuhkan lebih dari sekadar antusiasme terhadap

teknologi baru. Diperlukan kerangka kerja yang terstruktur dan sistematis yang mencakup dukungan berkelanjutan untuk guru, mulai dari pelatihan yang komprehensif hingga infrastruktur yang mendukung penerapan teknologi tersebut di ruang kelas. Oleh karena itu, pemangku kepentingan pendidikan harus memprioritaskan reformasi strategis yang fokus pada peningkatan kesiapan guru melalui komunitas pembelajaran kolaboratif, pelatihan yang berkelanjutan, dan pengembangan infrastruktur yang dapat mendukung penerapan teknologi secara efektif. Hal ini akan memastikan bahwa DL dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan memberikan manfaat yang signifikan bagi siswa di tingkat pendidikan dasar.

## **PENUTUP**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan metodologi *deep learning (DL)* dalam pendidikan dasar memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengembangan keterampilan berpikir kritis dan partisipasi aktif siswa. Keberhasilan implementasi DL sangat dipengaruhi oleh kesiapan pedagogis guru, integrasi teknologi yang efektif, dan adanya dukungan sistemik dari lembaga pendidikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun banyak guru menunjukkan antusiasme terhadap teknologi ini, banyak dari mereka yang masih menghadapi kesenjangan dalam pemahaman konseptual dan keterbatasan dalam penerapan praktis DL. Selain itu, dukungan yang memadai, baik dalam bentuk pelatihan profesional berkelanjutan maupun infrastruktur yang memadai, sangat diperlukan untuk memastikan penerapan DL yang sukses. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan DL dalam pendidikan dasar tidak hanya bergantung pada minat dan antusiasme, tetapi juga pada keterpaduan antara kesiapan guru, kurikulum yang mendukung, dan sistem pendidikan yang mendukung perubahan.

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan untuk meningkatkan penerapan DL di pendidikan dasar. Pertama, disarankan agar pemerintah dan lembaga pendidikan mengembangkan program pelatihan yang lebih terstruktur dan berkelanjutan untuk guru, dengan fokus pada peningkatan kompetensi pedagogis dan pemahaman konsep DL serta penerapannya di ruang kelas. Program pelatihan ini harus mencakup berbagai aspek, mulai dari teori DL hingga penggunaan teknologi yang mendukung pembelajaran. Kedua, pengembangan kurikulum yang lebih responsif terhadap kemajuan teknologi perlu diperhatikan, dengan integrasi teknologi seperti augmented reality atau AI yang dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Selain itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menggali dampak jangka panjang penerapan DL terhadap hasil belajar siswa dan bagaimana sistem pendidikan dapat beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat. Terakhir, pengembangan infrastruktur yang mendukung penerapan DL, seperti penyediaan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai, harus menjadi prioritas untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat digunakan secara optimal di semua sekolah, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afifatun, S. (2025). The impact of deep learning implementation on student engagement in the digital era. *ijit*, 2(1), 25-38. <https://doi.org/10.71364/ijit.v2i1.7>
- Arianti, C., Sama', S., & Dewi, I. (2025). Navigating deep learning pedagogy in rural classrooms: a qualitative study on teacher readiness and innovation in Indonesian elementary schools. *Journal Evaluation in Education (Jee)*, 6(3), 725-736. <https://doi.org/10.37251/jee.v6i3.1775>
- Atmojo, I., Muzzazinah, M., Ekawati, E., Triastuti, R., Isnantyo, F., Sukarno, S., ... & Ramadian, R. (2025). Pelatihan implementasi pendekatan pembelajaran deep learning untuk meningkatkan kompetensi pedagogik guru sd di kota surakarta. *Jurnal Pengabdian Undikma*, 6(1), 123. <https://doi.org/10.33394/jpu.v6i1.14507>
- Azam, S., Husnin, M., & Husnin, H. (2023). Readiness, technological knowledge (tk), and technological pedagogical knowledge (tpk) of teacher integrating augmented reality (ar) technology during the teaching process. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i2/17244>
- Baltayeva, A. (2025). The role of artificial intelligence and robotics in primary education: innovative pedagogical approaches in Finland and Uzbekistan. *SJEHSS*, 3(5), 36-42. <https://doi.org/10.62536/sjehss.2025.v3.i5.pp36-42>
- Fathnezhad, F. and Azari, M. (2023). Deep learning architectures in language learning: a paradigm for change. *Journal of Neurodevelopmental Cognition*, 3(1), 49-56. <https://doi.org/10.52547/jncog.2023.103453>
- Guslinda, G., Kurniaman, O., Firdaus, L., & Hadriana, H. (2024). Developing local wisdom-based teaching materials on "family addressing terms" for elementary school students: validation analysis using the 4d model. *Multidisciplinary Journal of School Education*, 13(1 (25)). <https://doi.org/10.35765/mjse.2024.1325.15>
- Hadi, M. (2025). The influence of learning communities, teacher pedagogical competence, and school readiness on the implementation of the deep learning approach in elementary schools in Cipondoh subdistrict, Tangerang City. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, IX(VII), 3493-3498. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2025.907000281>
- Haryanti, Y., Sapriya, S., Permana, J., Syaodih, E., & Kurino, Y. (2022). Improving the critical thinking skills of elementary school students through problem based learning and inquiry models in social science learning. *Al Ibtida Jurnal Pendidikan Guru Mi*, 9(2), 292. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v9i2.10485>
- Hidayat, A. and Haryati, T. (2025). Analysis of learning effectiveness using the deep learning approach in elementary schools. *Kurikula Jurnal Pendidikan*, 9(2), 126-139. <https://doi.org/10.56997/kurikula.v9i2.2083>
- Junaidin, J. and Mirna, M. (2025). Mewujudkan kelas inklusif dan adaptif melalui perencanaan pembelajaran berdiferensiasi di smp. *fusshilat*, 1(2), 9-14. <https://doi.org/10.47625/fusshilat.v1i2.1047>
- Khoirunnisa, K. and Budiono, H. (2023). Modules based on technological pedagogical content knowledge to improve elementary students' science domain. *International Journal of Elementary Education*, 7(4), 616-625.

<https://doi.org/10.23887/ijee.v7i4.69193>

- Lane, K., Carter, E., Jenkins, A., Dwiggin, L., & Germer, K. (2015). Supporting comprehensive, integrated, three-tiered models of prevention in schools. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 17(4), 209-222. <https://doi.org/10.1177/1098300715578916>
- Marsari, H. and Rifma, R. (2023). The development of stem-based teaching materials to improve science literacy for grade iii elementary school students. *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan*, 15(2), 1297-1309. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i2.2809>
- Pahrudin, A. (2025). Teacher readiness for deep learning in islamic education: a rasch model analysis of challenges and opportunities. *Journal of Teaching and Learning*, 19(4). <https://doi.org/10.22329/jtl.v19i4.9573>
- Prawiyogi, A. G., & Rosalina, A. (2025). *Deep Learning dalam Pembelajaran Sekolah Dasar*. Indonesia Emas Group.
- Relmasira, S. and Donaldson, J. (2025). Deep learning pedagogies enhance ai literacy in elementary students: a five-cycle implementation study. *Online Learning in Educational Research (Oler)*, 5(1), 143-154. <https://doi.org/10.58524/oler.v5i1.720>
- Saputra, R., Ridha, M., & Sulaimon, J. (2025). Deep learning applications in primary education: a systematic literature review of emerging trends, challenges, and opportunities. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 15(3), 1785-1810. <https://doi.org/10.23960/jpp.v15i3.pp1785-1810>
- Subiyantoro, S. and Musa, M. (2024). Preparing indonesian primary school teachers for deep learning: readiness, challenges, and institutional support. *Cognitive*, 2(2), 77-86. <https://doi.org/10.32585/cognitive.v2i2.44>
- Winarni, R., Slamet, S., & Syawaludin, A. (2022). Indonesian textbook based on character education through active learning for the elementary school students. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 6(1), 39-47. <https://doi.org/10.23887/jisd.v6i1.43470>