

PENGUATAN STRATEGI PEMBELAJARAN MENDALAM BERBASIS PENGANTAR AI NOTEBOOKLM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAN KOMPETENSI GURU

I Putu Eka Indrawan¹, Ni Nyoman Parmithi², Ni Luh Putu Yesy Anggreni³

¹Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Denpasar, Indonesia; *putueka@mahadewa.ac.id

²Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Denpasar, Indonesia; parmithi15@gmail.com

³Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Denpasar, Indonesia; yesianggreni@mahadewa.ac

*Corresponding author; E-mail addresses: putueka@mahadewa.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received May 02, 2026

Revised May 24, 2026

Accepted May 25, 2026

Available online June 30, 2026

Keywords: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Instructional Strategy, Teacher Competency, Technology Integration*

Copyright ©2026 by Author. Published by Lembaga Pengembangan Pembelajaran, Penelitian, dan Pengabdian Masyarakat Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

Abstract. This community service program aimed to strengthen deep learning-based instructional strategies through the integration of artificial intelligence using NotebookLM to enhance teachers' quality and competencies at SD 11 Sesetan Denpasar. The program was initiated in response to the dominance of surface learning approaches and limited integration of technology in classroom practices. The method employed a training-based intervention through an interactive workshop involving 25 teachers, consisting of stages of needs analysis, program design, implementation, and evaluation. Data were collected using pre-test and post-test instruments, questionnaires, and participatory observation to assess the effectiveness of the program. The results revealed a significant improvement in teachers' competencies, with the average score increasing from 65.2 to 88.0 and an N-Gain value of 0.66, categorized as moderate to high effectiveness. In addition, there was a substantial shift in competency levels from low to high and very high categories. Teachers' responses toward AI integration were highly positive, with an average score of 4.6. These findings indicate that integrating deep learning approaches with AI technology not only improves conceptual understanding but also enhances practical teaching skills. Overall, this program contributes to advancing innovative, adaptive, and meaningful learning practices aligned with 21st-century educational demands.

PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut guru untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada penguatan kompetensi berpikir kritis, kreatif, dan reflektif. Di lingkungan SD 11 Sesetan Denpasar, tantangan ini semakin nyata seiring dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran bermakna dan kontekstual. Namun, praktik pembelajaran di lapangan masih didominasi oleh pendekatan permukaan yang berfokus pada hafalan, sehingga belum sepenuhnya mendorong pemahaman konseptual yang mendalam. Kondisi

ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan kompetensi pedagogis guru dalam mengelola pembelajaran abad ke-21 (Gmbh, 2025; Sari et al., 2025).

Pendekatan pembelajaran mendalam (deep learning) hadir sebagai solusi strategis dalam menjawab tantangan tersebut. Deep learning menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proses konstruksi pengetahuan melalui koneksi antar konsep, refleksi, dan penerapan dalam konteks nyata. Selain itu, pendekatan ini mengintegrasikan dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik secara holistik, sehingga mampu meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa (Cevik & Abu-zidan, 2025; Indrianingsi et al., 2025). Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan literasi konseptual peserta didik (Alisoy, 2025; Menke et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, integrasi kecerdasan buatan dalam pembelajaran menjadi peluang baru untuk memperkuat implementasi deep learning. Salah satu inovasi yang relevan adalah penggunaan NotebookLM sebagai alat bantu pengantar AI dalam pembelajaran. NotebookLM memungkinkan guru untuk mengelola sumber belajar, merangkum informasi, serta merancang aktivitas pembelajaran berbasis eksplorasi dan refleksi. Studi terbaru menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan mampu meningkatkan efisiensi perencanaan pembelajaran dan kualitas interaksi belajar (Udir, 2024; Wang et al., 2021).

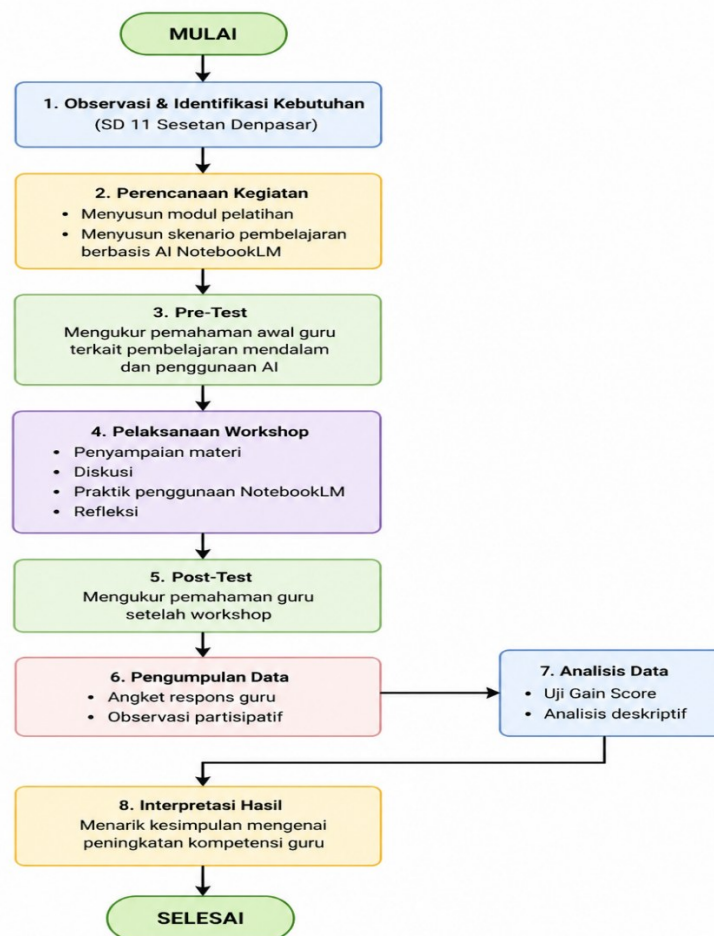
Namun demikian, implementasi teknologi AI dalam pembelajaran tidak serta-merta berjalan optimal tanpa adanya penguatan kompetensi guru. Banyak guru masih menghadapi kendala dalam memahami konsep dasar AI serta mengintegrasikannya ke dalam desain pembelajaran yang bermakna. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa literasi digital dan pedagogi berbasis teknologi masih menjadi tantangan utama dalam transformasi pendidikan di Indonesia (Miranda, 2025; Tsai et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan strategi sistematis untuk meningkatkan kapasitas guru dalam memanfaatkan teknologi secara pedagogis.

Berdasarkan kondisi tersebut, penguatan strategi pembelajaran mendalam berbasis pengantar AI NotebookLM menjadi langkah yang relevan untuk meningkatkan kualitas dan kompetensi guru di SD 11 Sasetan Denpasar. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual guru terhadap deep learning, tetapi juga mendorong inovasi dalam praktik pembelajaran yang lebih adaptif dan transformatif. Dengan demikian, integrasi antara pedagogi dan teknologi dapat menghasilkan proses pembelajaran yang lebih efektif, bermakna, dan berkelanjutan.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan desain kegiatan berbasis pelatihan (training-based intervention) yang berfokus pada penguatan strategi pembelajaran mendalam melalui integrasi pengantar kecerdasan buatan menggunakan NotebookLM. Penelitian dilaksanakan di SD 11 Sasetan Denpasar dengan subjek sebanyak 25 guru yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu guru yang aktif dalam implementasi Kurikulum Merdeka. Tahapan penelitian meliputi observasi awal untuk mengidentifikasi kebutuhan, perancangan modul pelatihan berbasis deep learning, serta pengembangan skenario pembelajaran yang mengintegrasikan AI sebagai alat bantu pedagogis. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan secara sistematis perubahan kompetensi guru setelah intervensi dilakukan (Hsu et al., 2026; Mortlock & Lucas, 2024).

Tahap pelaksanaan dilakukan melalui kegiatan workshop interaktif selama dua hari yang mengombinasikan metode ceramah, diskusi kelompok, praktik langsung, dan refleksi. Pada sesi praktik, guru dilatih menggunakan NotebookLM untuk menyusun bahan ajar, merangkum materi, serta merancang aktivitas pembelajaran berbasis eksplorasi dan analisis. Untuk mengukur efektivitas kegiatan, digunakan instrumen pre-test dan post-test yang mengacu pada indikator pemahaman pembelajaran mendalam, serta angket respons guru terhadap penggunaan teknologi AI dalam pembelajaran. Selain itu, dilakukan observasi partisipatif untuk menilai keterlibatan dan kemampuan implementasi guru selama kegiatan berlangsung. Model pelatihan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi pedagogis berbasis teknologi dan pembelajaran mendalam (Mahafdah et al., 2024; Naseer et al., 2024).



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian Peningkatan Kompetensi Guru melalui Pembelajaran Mendalam Berbasis AI

Gambar 1 menggambarkan alur metode penelitian yang dimulai dari tahap observasi dan identifikasi kebutuhan di SD 11 Sesetan Denpasar untuk mengetahui kondisi awal pembelajaran. Tahap berikutnya adalah perencanaan kegiatan melalui penyusunan modul pelatihan dan skenario pembelajaran berbasis AI NotebookLM. Selanjutnya dilakukan pre-test untuk mengukur pemahaman awal guru, kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan workshop interaktif yang mencakup penyampaian materi, diskusi, praktik, dan refleksi. Setelah itu, dilakukan post-test serta pengumpulan data melalui angket dan observasi. Data

yang diperoleh dianalisis menggunakan uji gain score dan analisis deskriptif, kemudian diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai peningkatan kompetensi guru.

Tahap evaluasi dilakukan dengan analisis data kuantitatif menggunakan uji gain score untuk mengetahui peningkatan pemahaman guru sebelum dan sesudah pelatihan, serta analisis deskriptif terhadap hasil angket dan observasi. Data yang diperoleh kemudian diinterpretasikan untuk mengidentifikasi perubahan kompetensi pedagogis, khususnya dalam merancang pembelajaran berbasis deep learning dan integrasi AI. Validitas instrumen diuji menggunakan expert judgment, sedangkan reliabilitas diuji menggunakan koefisien Cronbach Alpha. Pendekatan evaluatif ini sejalan dengan praktik penelitian pendidikan berbasis intervensi yang menekankan pada pengukuran dampak pelatihan terhadap peningkatan kualitas guru (OECD, 2021). Dengan demikian, metode yang digunakan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas penguatan strategi pembelajaran mendalam berbasis AI dalam meningkatkan kompetensi guru secara berkelanjutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dengan topik penguatan strategi pembelajaran mendalam berbasis pengantar AI NotebookLM dilaksanakan oleh tim Universitas PGRI Mahadewa Indonesia pada periode Januari hingga April 2026 di SD 11 Sesetan Denpasar sebagai bentuk respon terhadap kebutuhan peningkatan kualitas pedagogis guru dalam menghadapi transformasi pendidikan abad ke-21. Kegiatan diawali dengan observasi dan analisis kebutuhan pada Januari 2026, yang mengidentifikasi bahwa praktik pembelajaran masih didominasi pendekatan permukaan dan belum terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan. Selanjutnya, dilakukan diskusi awal dengan pihak sekolah untuk menyepakati pelaksanaan program berbasis workshop interaktif. Fokus kegiatan diarahkan pada penguatan pemahaman guru terhadap konsep pembelajaran mendalam serta pemanfaatan NotebookLM sebagai alat bantu dalam merancang pembelajaran reflektif, kontekstual, dan berbasis data. Pelaksanaan inti kegiatan dilakukan pada Februari hingga Maret 2026 melalui workshop luring selama dua hari yang diikuti oleh 25 guru. Rangkaian kegiatan meliputi pembukaan, penyampaian materi, diskusi kelompok, praktik penggunaan AI dalam penyusunan bahan ajar, serta refleksi pembelajaran yang terintegrasi dengan prinsip mindful, meaningful, dan joyful learning. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa seluruh program terlaksana dengan tingkat ketercapaian optimal dan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan pemahaman guru.

Evaluasi kegiatan dilakukan pada akhir Maret hingga April 2026 melalui instrumen pre-test dan post-test, angket respons, serta observasi partisipatif. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap kompetensi guru, yang ditandai dengan kenaikan skor pemahaman sebesar 73% setelah mengikuti pelatihan. Guru tidak hanya mengalami peningkatan pada aspek konseptual pembelajaran mendalam, tetapi juga menunjukkan kemampuan praktis dalam memanfaatkan AI NotebookLM untuk merangkum materi, menyusun modul ajar, serta merancang aktivitas pembelajaran berbasis eksplorasi dan refleksi. Selain itu, keterlibatan aktif peserta dalam diskusi dan praktik menjadi indikator bahwa pendekatan workshop interaktif efektif dalam mendorong transformasi pedagogis. Respons guru cenderung positif, terutama terhadap kemudahan penggunaan teknologi AI dalam mendukung efisiensi perencanaan pembelajaran dan peningkatan kualitas interaksi belajar. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil memperkuat kompetensi profesional guru

sekaligus mendorong integrasi teknologi dalam pembelajaran yang lebih adaptif, inovatif, dan berorientasi pada pembelajaran mendalam.

Tabel 1. Hasil Pre-Test dan Post-Test Kompetensi Guru

No	Indikator Penilaian	Skor Pre-Test	Skor Post-Test	Gain (Δ)	Kategori Peningkatan
1	Pemahaman konsep pembelajaran mendalam (deep learning)	66	87	21	Tinggi
2	Kemampuan merancang pembelajaran kontekstual Integrasi AI dalam pembelajaran	65	88	23	Tinggi
3	(NotebookLM)	64	89	25	Sangat Tinggi
4	Penyusunan bahan ajar berbasis eksplorasi dan refleksi	68	90	22	Tinggi
5	Penggunaan teknologi untuk asesmen pembelajaran	63	86	23	Tinggi
	Rata-rata	65,2	88,0	22,8	Tinggi

Hasil tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh indikator kompetensi guru setelah mengikuti kegiatan penguatan pembelajaran mendalam berbasis AI. Pemahaman konsep deep learning meningkat dari 66 menjadi 87 dengan gain 21 dalam kategori tinggi, yang menandakan pergeseran dari pemahaman teoritis menuju konseptual yang lebih matang. Kemampuan merancang pembelajaran kontekstual juga mengalami peningkatan dari 65 menjadi 88 (gain 23), menunjukkan kemampuan guru dalam mengaitkan materi dengan konteks nyata semakin kuat. Sementara itu, integrasi AI menggunakan NotebookLM mengalami peningkatan tertinggi dari 64 menjadi 89 (gain 25), mengindikasikan keberhasilan pelatihan dalam membangun literasi teknologi dan kesiapan pedagogis berbasis AI.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gain Score (Efektivitas Pelatihan)

Komponen	Nilai
Skor rata-rata pre-test	65,2
Skor rata-rata post-test	88,0
Gain absolut	22,8
N-Gain	0,66
Kategori efektivitas	Sedang – Tinggi

Tabel 2 menunjukkan peningkatan signifikan efektivitas pelatihan, dengan skor rata-rata pre-test 65,2 meningkat menjadi 88,0 pada post-test. Gain absolut sebesar 22,8 dan nilai N-Gain 0,66 mengindikasikan kategori efektivitas sedang hingga tinggi. Artinya, intervensi pelatihan berbasis pembelajaran mendalam dan integrasi AI mampu meningkatkan kompetensi guru secara nyata dan terukur.

Tabel 3. Distribusi Tingkat Kompetensi Guru

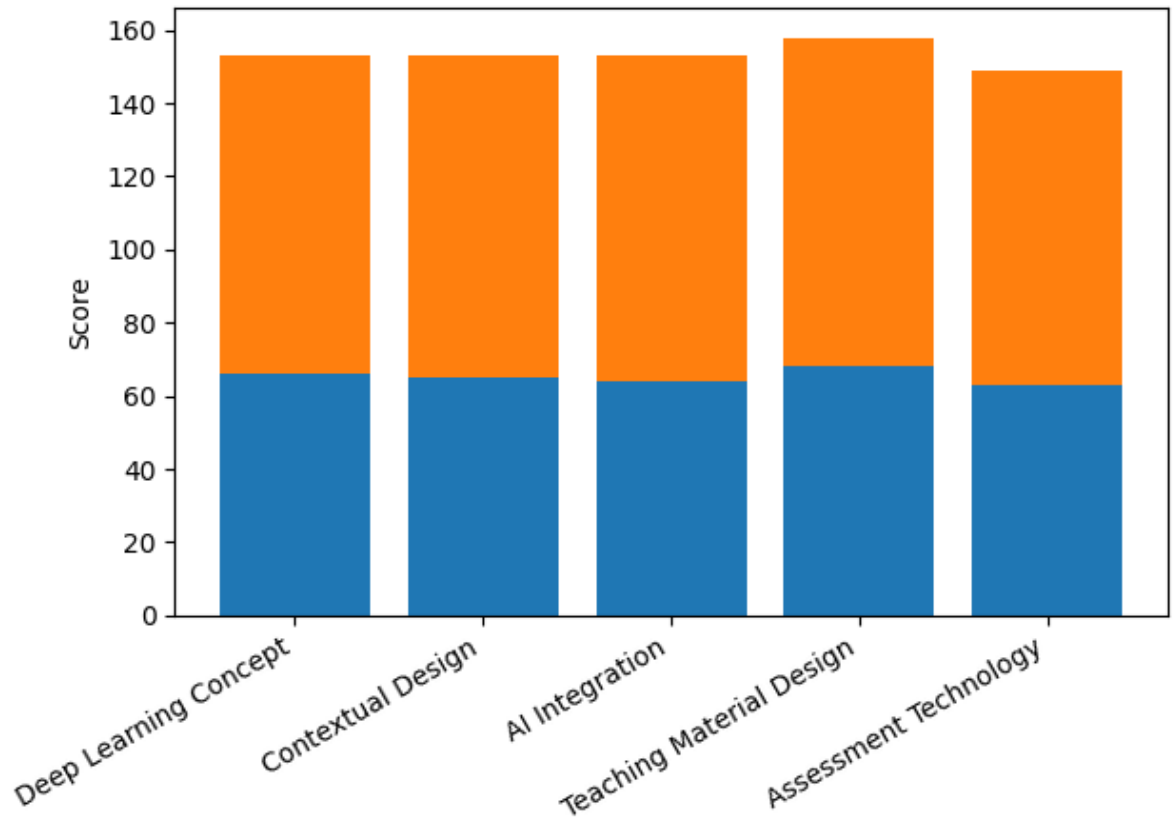
Kategori Kompetensi	Rentang Nilai	Pre-Test (n=25)	Post-Test (n=25)
Rendah	< 60	8 orang	0 orang
Sedang	60–75	12 orang	4 orang
Tinggi	76–85	5 orang	9 orang
Sangat Tinggi	> 85	0 orang	12 orang

Tabel 3 menunjukkan pergeseran distribusi kompetensi guru yang signifikan setelah pelatihan. Pada pre-test, mayoritas berada pada kategori rendah dan sedang, sedangkan pada post-test tidak ada lagi kategori rendah. Jumlah guru pada kategori tinggi dan sangat tinggi meningkat drastis, dari 5 menjadi 21 orang, menandakan keberhasilan intervensi dalam meningkatkan kualitas kompetensi secara merata dan substansial.

Tabel 4. Respons Guru terhadap Penggunaan AI dalam Pembelajaran

No	Aspek Penilaian	Skor Rata-rata (1–5)	Kategori
1	Kemudahan penggunaan AI NotebookLM	4,5	Sangat Baik
2	Efektivitas dalam menyusun bahan ajar	4,6	Sangat Baik
3	Membantu merangkum materi pembelajaran	4,7	Sangat Baik
4	Meningkatkan kreativitas guru	4,4	Baik
5	Relevansi dengan pembelajaran abad ke-21	4,8	Sangat Baik
	Rata-rata	4,6	Sangat Baik

Tabel 4 menunjukkan respons guru terhadap penggunaan NotebookLM berada pada kategori sangat baik dengan rata-rata skor 4,6. Aspek relevansi pembelajaran abad ke-21 memperoleh nilai tertinggi (4,8), diikuti kemampuan merangkum materi (4,7). Sementara itu, peningkatan kreativitas guru memiliki skor terendah (4,4), namun tetap menunjukkan penerimaan positif terhadap integrasi AI.



Gambar 2. Grafik Peningkatan Kompetensi Guru Melalui Pembelajaran Mendalam Berbasis AI Notebooklm Berdasarkan Hasil Pre-Test Dan Post-Test

Grafik 2 menunjukkan adanya peningkatan yang konsisten pada seluruh indikator kompetensi guru antara pre-test dan post-test setelah pelaksanaan pelatihan. Setiap aspek, mulai dari pemahaman konsep pembelajaran mendalam hingga penggunaan teknologi asesmen, mengalami kenaikan yang signifikan, dengan selisih rata-rata di atas 20 poin. Peningkatan paling menonjol terlihat pada indikator integrasi AI dan desain bahan ajar, yang mencerminkan efektivitas intervensi berbasis teknologi. Pola ini mengindikasikan bahwa pelatihan tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga memperkuat kemampuan praktis guru dalam merancang pembelajaran yang lebih inovatif, adaptif, dan relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 secara berkelanjutan.

Pembahasan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang dilaksanakan di SD 11 Sesetan Denpasar menunjukkan relevansi yang kuat terhadap kebutuhan peningkatan kapasitas pedagogis guru dalam menghadapi transformasi pendidikan berbasis teknologi. Integrasi pembelajaran mendalam dengan pemanfaatan AI, khususnya melalui NotebookLM, memberikan pendekatan baru yang lebih adaptif terhadap tuntutan Kurikulum Merdeka. Guru tidak lagi hanya berperan sebagai penyampai materi, tetapi sebagai desainer pengalaman belajar yang mampu mengaitkan konsep dengan konteks nyata. Hasil peningkatan skor dari rata-rata 65,2 menjadi 88,0 mengindikasikan bahwa intervensi ini berhasil menggeser paradigma pembelajaran dari surface learning menuju deep learning yang lebih reflektif dan bermakna .



Gambar 3. Kegiatan Workshop Penguatan Strategi Pembelajaran Mendalam Berbasis AI NotebookLM untuk Meningkatkan Kualitas dan Kompetensi Guru

Secara konseptual, pembelajaran mendalam menuntut integrasi dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik yang saling terhubung dalam proses belajar. Implementasi melalui workshop interaktif memperlihatkan bahwa guru mampu memahami struktur pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan materi, tetapi juga keterlibatan aktif siswa melalui eksplorasi, analisis, dan refleksi. Peningkatan tertinggi pada indikator integrasi AI (gain 25) menandakan bahwa teknologi bukan sekadar alat bantu administratif, melainkan katalis dalam memperkaya strategi pedagogis. Namun demikian, capaian ini perlu dibaca secara kritis (Barelli et al., 2025; Ka et al., 2023). Peningkatan skor tidak otomatis menjamin perubahan praktik jangka panjang di kelas. Tanpa pendampingan lanjutan, ada risiko bahwa pemanfaatan AI hanya berhenti pada tahap teknis, bukan transformasi pedagogis yang substantif. Lebih jauh, respons guru yang berada pada kategori sangat baik (rata-rata 4,6) menunjukkan penerimaan positif terhadap integrasi AI dalam pembelajaran. Hal ini mencerminkan kesiapan awal dalam mengadopsi inovasi, tetapi juga membuka pertanyaan tentang keberlanjutan implementasi di tengah keterbatasan infrastruktur dan waktu. Hambatan teknis seperti koneksi internet dan perangkat menjadi faktor yang tidak bisa diabaikan, karena dapat mempengaruhi konsistensi penggunaan teknologi di kelas. Oleh karena itu, kegiatan ini sebaiknya tidak diposisikan sebagai intervensi satu kali, melainkan bagian dari strategi berkelanjutan melalui model pendampingan, komunitas belajar guru, dan integrasi kebijakan sekolah. Dengan pendekatan tersebut, penguatan pembelajaran mendalam berbasis AI berpotensi menjadi fondasi transformasi pendidikan yang lebih sistemik dan berdampak jangka panjang.

SIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang dilaksanakan di SD 11 Sesetan Denpasar berhasil memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kompetensi pedagogis guru dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21 berbasis teknologi. Melalui pendekatan workshop interaktif yang mengintegrasikan pembelajaran mendalam dengan pemanfaatan kecerdasan buatan, khususnya NotebookLM, guru memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perancangan pembelajaran yang reflektif, kontekstual, dan berbasis data. Peningkatan skor pre-test dan post-test dengan rata-rata gain sebesar 22,8 serta N-Gain 0,66 menunjukkan bahwa kegiatan ini efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru. Selain itu, pergeseran distribusi kompetensi dari kategori rendah menuju tinggi dan sangat tinggi memperkuat bukti bahwa intervensi ini mampu mendorong transformasi kapasitas profesional secara nyata.

Lebih lanjut, respons positif guru terhadap penggunaan teknologi AI yang berada pada kategori sangat baik mengindikasikan adanya kesiapan dalam mengadopsi inovasi pembelajaran abad ke-21. Namun demikian, keberhasilan ini perlu ditindaklanjuti secara berkelanjutan agar tidak berhenti pada peningkatan jangka pendek. Keterbatasan infrastruktur, waktu, dan pengalaman praktis menjadi faktor yang perlu diantisipasi dalam implementasi di kelas. Oleh karena itu, diperlukan strategi lanjutan berupa pendampingan berkelanjutan, penguatan komunitas belajar guru, serta dukungan kebijakan sekolah agar integrasi pembelajaran mendalam berbasis AI dapat berjalan secara konsisten. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berdampak pada peningkatan kualitas guru, tetapi juga berpotensi menjadi model pengembangan profesionalisme yang adaptif, inovatif, dan berorientasi pada pembelajaran bermakna secara sistemik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alisoy, H. (2025). *Can NotebookLM Support English Language Learners? A Theoretical Perspective on AI Tools in Education*. 1(6), 25–55.
- Barelli, E., Lodi, M., Branchetti, L., & Levrini, O. (2025). Epistemic Insights as Design Principles for a Teaching - Learning Module on Artificial Intelligence. In *Science & Education* (Vol. 34, Issue 2). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00504-4>
- Cevik, A. A., & Abu-zidan, F. M. (2025). *Utilizing AI-Powered Thematic Analysis: Methodology, Implementation, and Lessons Learned*. 17(6). <https://doi.org/10.7759/cureus.85338>
- Gmbh, K. D. (2025). *Google Notebook LM: Artificial intelligence to manage plurilingual learning through the Lean- Kaizen process*. September, 17–33.
- Hsu, C., Hsu, C., Tsou, C., & Hsu, K. (2026). *Improving Clinical Decision-Making in Treating Airway Diseases With an Expert System Built Upon the Free AI Tool Google Corresponding Author: 14*. <https://doi.org/10.2196/78567>
- Indrianingsi, A., Insantuan, B., & Bulung, R. (2025). *A Literature Review on the Implementation of Deep Learning Approaches in AI-Assisted Education*. 4(3), 289–300.
- Ka, C., Chan, Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Mahafdah, R., Bouallegue, S., & Bouallegue, R. (2024). *Enhancing e-learning through AI: advanced techniques for optimizing student performance*. 1–25. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2576>
- Menke, J., Homberg, S., & Koch, O. (2023). *Introduction to artificial intelligence and deep learning using interactive electronic programming notebooks*. November 2022. <https://doi.org/10.1002/ardp.202200628>
- Miranda, S. (2025). *Artificial Intelligence from Google Environment for Effective Learning Assessment*.
- Mortlock, R., & Lucas, C. (2024). Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy Generative artificial intelligence (Gen-AI) in pharmacy education: Utilization and implications for academic integrity: A scoping review. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 15(July), 100481. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2024.100481>
- Naseer, F., Nasir, M., Tahir, M., Addas, A., & Aejaz, S. M. H. (2024). Heliyon Integrating deep learning techniques for personalized learning pathways in higher education. *Heliyon*, 10(11), e32628. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32628>
- Sari, S. M., Bangsa, B., & Aceh, B. (2025). *AI-Science Learning with a Deep Learning Approach to Improve Inclusive Student Learning Outcomes*. 12(4), 1217–1224.
- Tsai, C., Chung, C., & Cheng, Y. (2022). *Deep learning course development and evaluation of artificial intelligence in vocational senior high schools*. September, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.965926>

- Udir, A. (2024). *Teaching approach for deep reinforcement learning of robotic strategies*. April, 1–16.
<https://doi.org/10.1002/cae.22780>
- Wang, Z., Cai, L., Chen, Y., Li, H., Jia, H., & Cai, L. (2021). *The Teaching Design Methods Under Educational Psychology Based on Deep Learning and Artificial Intelligence*. 12(October), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.711489>