



PENINGKATAN KOMPETENSI GURU SEKOLAH LUAR BIASA DALAM PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIRTUAL REALITY BERBASIS UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING BAGI PESERTA DIDIK DISABILITAS RUNGU

**Setia Budi^{1*}, Zahriyah Simargolang², Fitri Maiziani³, Zulmiyetri³, Endang Sri Handayani¹,
Mardhatillah Zulpiani¹, Rara Ajeng Pratiwi¹, Venny Adelia Contesa¹, Rahmi Aulia¹, M. Sabri¹,
Razitha Fachrunnisa¹, Nur Aisyah¹, Monika Syaputri¹**

¹Departemen Pendidikan Luar Biasa, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang

²Pendidikan Agama Islam, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

³Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang

*Email: setiabudi@fip.unp.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran di Sekolah Luar Biasa (SLB) masih didominasi metode konvensional berbasis presentasi dua dimensi sehingga belum sepenuhnya mengakomodasi kebutuhan belajar visual-spasial peserta didik disabilitas rungu. Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan kompetensi guru SLB se-Kota Padang dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) yang selaras dengan prinsip Universal Design for Learning (UDL). Kegiatan dilaksanakan di Departemen Pendidikan Luar Biasa, bermitra dengan SLB Negeri 1 Padang melalui lima tahapan: sosialisasi dan analisis kebutuhan, pelatihan konseptual UDL dan teknis platform VR (MilleaLab), penerapan teknologi dalam pembelajaran, pendampingan dan evaluasi, serta strategi keberlanjutan program. Kompetensi guru diukur melalui pre-test dan post-test pada skala 0–100. Data aktual mencatat 18 guru terlibat dalam kegiatan ini. Hasil analisis menunjukkan rata-rata skor pre-test kelompok sebesar 90,00 meningkat menjadi rata-rata skor post-test 97,78, atau meningkat 7,78 poin (8,64%). Mayoritas peserta (72,2%) mengalami peningkatan skor, sebagian peserta (27,8%) memperoleh skor tetap karena telah mencapai skor maksimal pada pre-test, dan tidak ditemukan peserta yang skornya menurun. Skor pre-test kelompok berkisar 40–100 dan skor post-test berkisar 80–100, dengan sebaran post-test yang lebih sempit dan mendekati nilai maksimal. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman guru terhadap konsep UDL dan VR setelah mengikuti kegiatan ini.

Kata Kunci: universal design for learning; virtual reality; disabilitas rungu; kompetensi guru; pengabdian berkualitas; SDGs 4.

ENHANCING SPECIAL SCHOOL TEACHERS' COMPETENCE IN DEVELOPING UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING-BASED VIRTUAL REALITY LEARNING MEDIA FOR DEAF STUDENTS

ABSTRACT

Learning in special schools (SLB) is still dominated by conventional, two-dimensional presentation-based methods, so it has not yet fully accommodated the visual-spatial learning needs of deaf students. This Community Service Program (PkM) aims to enhance the competence of SLB teachers throughout Padang City in developing Virtual Reality (VR)-based learning media aligned with the principles of Universal Design for Learning (UDL). The activity was carried out at the Department of Special Education, in partnership with SLB Negeri 1 Padang, through five stages: socialization and needs analysis, conceptual UDL training and technical training on the VR platform (MilleaLab), technology implementation in learning, mentoring and evaluation, and program sustainability strategy. Teacher competence was measured through a pre-test and post-test on a 0–100 scale. Actual data recorded 18 teachers participating in this activity. The analysis showed that the group's average pre-test score of 90.00 increased to an average post-test score of 97.78, an increase of 7.78 points (8.64%). The majority of participants (72.2%) experienced an increase in scores, some participants (27.8%) obtained the same score because they had already reached the maximum score on the pre-test, and no participants were found to have a decreased score. The group's pre-test scores ranged from 40–100 and post-test scores ranged from 80–100, with a narrower post-test distribution approaching the maximum value. Overall, these results indicate an improvement in teachers' understanding of UDL and VR concepts after participating in this activity.

Keywords: universal design for learning; virtual reality; deaf disability; teacher competence; quality community service; SDGs 4.



PENDAHULUAN

Pendidikan bagi peserta didik di Sekolah Luar Biasa (SLB) menuntut desain pembelajaran yang fleksibel, adaptif, dan mampu mengakomodasi keberagaman kebutuhan belajar, termasuk bagi peserta didik berkebutuhan khusus yang memerlukan modul pembelajaran berbasis teknologi adaptif (Masruroh et al., 2024). Salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah Universal Design for Learning (UDL), yaitu kerangka pembelajaran yang menekankan penyediaan berbagai representasi materi (multiple means of representation), berbagai cara keterlibatan (engagement), dan berbagai bentuk ekspresi (action and expression) (Flood et al., 2025). Namun, implementasi UDL di satuan pendidikan khusus masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam pemanfaatan teknologi imersif sebagai media pembelajaran (Poggianti et al., 2025).

Mitra utama kegiatan pengabdian ini adalah SLB Negeri 1 Padang, yang berlokasi di Kecamatan Pauh dengan jarak lebih kurang 17 km dari Universitas Negeri Padang, serta melibatkan guru SLB se-Kota Padang. Sekolah mitra telah memiliki sarana dasar yang memadai, seperti ruang kelas permanen, perangkat komputer, dan akses internet, dan guru-guru menunjukkan komitmen tinggi terhadap peningkatan mutu pembelajaran, sejalan dengan temuan bahwa lingkungan pendidikan sekolah berkontribusi terhadap komitmen guru pada kualitas pendidikan (Al-Zu'bi et al., 2024). Meskipun demikian, hasil observasi awal dan komunikasi dengan pihak sekolah menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional berbasis presentasi PowerPoint, gambar statis, dan video standar, sehingga variasi representasi materi dan bentuk ekspresi belajar masih terbatas. Bagi peserta didik disabilitas rungu yang sangat mengandalkan jalur visual dalam memahami konsep, keterbatasan pengalaman belajar imersif berdampak pada kesulitan memahami materi yang membutuhkan pemodelan ruang, gerak, atau simulasi situasional yang konkret.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan pemanfaatan Virtual Reality (VR) sebagai media pembelajaran yang menghadirkan pengalaman 3 dimensi dan interaktif (Shin et al., 2023). VR memiliki potensi besar dalam mendukung prinsip UDL, khususnya dalam menyediakan multiple means of representation dan engagement (Bray et al., 2024), karena guru dapat menghadirkan simulasi konkret dan visualisasi objek yang sulit diamati secara langsung di kelas, sebagaimana ditunjukkan dalam refleksi guru-guru sains terhadap pemanfaatan VR di kelas (Yıldırım et al., 2020). Namun, sebagian besar guru SLB di Kota Padang belum optimal memperoleh pelatihan berbasis VR, pemahaman konseptual mengenai VR dalam kerangka UDL belum terstruktur secara sistematis, dan guru belum memperoleh pendampingan dalam mengintegrasikan konten VR ke dalam perencanaan pembelajaran bagi peserta didik disabilitas rungu.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, tim pengabdian merumuskan solusi berupa program pelatihan dan pendampingan penyusunan media pembelajaran berbasis VR untuk optimalisasi UDL, dengan pendekatan pelatihan berbasis proyek (project-based training) yang mendorong guru langsung mempraktikkan penyusunan desain pembelajaran, sejalan dengan prinsip belajar sambil melakukan (learning by doing) (Patil & Kamerikar, 2020). Kegiatan ini secara langsung mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) tujuan ke-4 (Quality Education) yang menekankan penyediaan pendidikan inklusif dan berkualitas bagi seluruh peserta didik termasuk anak dengan disabilitas, serta relevan dengan agenda transformasi pendidikan inklusif berbasis teknologi. Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pemahaman dan kompetensi guru SLB dalam menyusun dan mengimplementasikan media pembelajaran VR yang selaras dengan prinsip UDL bagi peserta didik disabilitas rungu (Apriliyana, 2025).

METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SLB Negeri 1 Padang sebagai mitra utama, dengan melibatkan guru SLB se-Kota Padang sebagai peserta pelatihan. Pelaksanaan mengikuti jadwal rencana kegiatan pada tahun 2026 dengan rentang waktu pelaksanaan selama 8 (delapan) bulan, meliputi tahap sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan dan evaluasi. Berdasarkan data hasil pelaksanaan yang tercatat, sebanyak 18 orang guru hadir dan mengikuti kegiatan pelatihan.

Program dilaksanakan melalui 5 tahapan yang dirancang secara sistematis dan partisipatif (result-based approach): 1) Sosialisasi dan analisis kebutuhan. Tahap ini bertujuan membangun kesamaan persepsi dan memetakan kebutuhan riil mitra melalui pemaparan urgensi UDL, diskusi tantangan pembelajaran di SLB Kota Padang, dan analisis kebutuhan guru terkait integrasi VR. Pendekatan yang



digunakan bersifat partisipatif melalui Focus Group Discussion (FGD) (Van Eeuwijk & Angehrn, 2017), dengan guru dilibatkan aktif dalam menentukan prioritas pengembangan; 2) Pelatihan konseptual dan teknis. Pelatihan menggunakan pendekatan learning by doing dan berbasis proyek (Patil & Kamerikar, 2020), mencakup penguatan konsep UDL (representation, engagement, action and expression), pengenalan dan penggunaan platform VR MilleaLab (termasuk praktik VR Box), serta perancangan pembelajaran berbasis VR meliputi penyusunan skenario dan integrasi ke dalam RPP/ATP. Pelatihan dilaksanakan secara luring dengan pendampingan tim multidisiplin (Pendidikan Khusus, Teknologi Pendidikan, dan Ilmu Sosial/Bahasa); 3) Penerapan teknologi dalam pembelajaran. Guru mengembangkan konten VR sederhana sesuai mata pelajaran masing-masing, dilanjutkan dengan uji coba penggunaan VR di kelas, observasi keterlibatan siswa, serta perbaikan konten berdasarkan umpan balik; 4) Pendampingan dan evaluasi. Tim mendampingi guru dalam troubleshooting teknis platform VR dan penyempurnaan desain pembelajaran, serta melakukan evaluasi kompetensi guru melalui pre-test dan post-test serta refleksi individu dan kelompok; 5) Strategi keberlanjutan program, meliputi pembentukan komunitas belajar guru berbasis teknologi imersif, penyediaan modul dan tutorial pengembangan VR, penyusunan dokumen praktik baik, dan penguatan kerja sama berkelanjutan antara UNP dan SLB Kota Padang, sejalan dengan prinsip keberlanjutan pemanfaatan model pembelajaran elektronik (Zhang et al., 2020). Tahapan pelaksanaan ini secara keseluruhan mengikuti siklus manajemen proyek dari inisiasi hingga penutupan (project life cycle) (Bragança et al., 2025).

Instrumen evaluasi kompetensi guru berupa tes pemahaman (pre-test dan post-test) mengenai pembelajaran multisensori, UDL, dan VR, yang disusun oleh tim pengabdian, dengan rentang skor 0–100. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif terhadap data pre-test dan post-test yang tercatat, meliputi penghitungan nilai rata-rata pre-test dan post-test, selisih dan persentase peningkatan, serta jumlah peserta yang mengalami peningkatan skor. Demi menjaga kerahasiaan identitas partisipan, nama peserta pada penyajian data (Tabel 2) digantikan dengan kode peserta (G1–G18).

HASIL

Karakteristik Peserta

Peserta kegiatan pelatihan yang hadir dan datanya tercatat dalam pre-test dan post-test berjumlah 18 orang guru SLB se-Kota Padang, dengan SLB Negeri 1 Padang sebagai mitra utama pelaksanaan kegiatan. Karakteristik peserta selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Peserta Kegiatan

No	Karakteristik	Keterangan
1	Jumlah peserta yang hadir	18 orang guru
2	Status peserta	Guru Sekolah Luar Biasa (SLB) se-Kota Padang
3	Mitra pelaksanaan	SLB Negeri 1 Padang (mitra utama)

Sumber: Data pelaksanaan kegiatan PkM

Hasil Pre-test dan Post-test

Hasil pengukuran kompetensi guru sebelum dan sesudah pelatihan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pre-test dan Post-test Kompetensi Guru

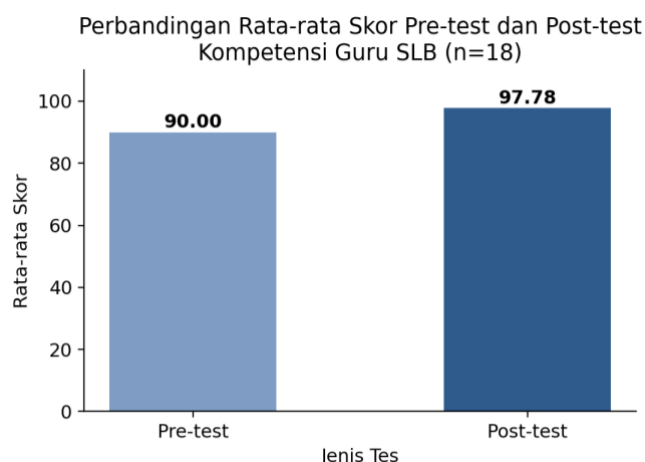
No	Kode Peserta*	Pre-test	Post-test	Selisih	Peningkatan (%)
1	G1	100	100	+0	0,0%
2	G2	75	80	+5	6,7%
3	G3	95	100	+5	5,3%
4	G4	95	100	+5	5,3%
5	G5	95	100	+5	5,3%
6	G6	100	100	+0	0,0%
7	G7	95	100	+5	5,3%
8	G8	90	100	+10	11,1%
9	G9	100	100	+0	0,0%



No	Kode Peserta*	Pre-test	Post-test	Selisih	Peningkatan (%)
10	G10	100	100	+0	0,0%
11	G11	40	95	+55	137,5%
12	G12	90	95	+5	5,6%
13	G13	85	100	+15	17,6%
14	G14	100	100	+0	0,0%
15	G15	95	100	+5	5,3%
16	G16	95	100	+5	5,3%
17	G17	85	95	+10	11,8%
18	G18	85	95	+10	11,8%
Rata-rata		90,00	97,78	+7,78	8,64%

Sumber: Data pelaksanaan kegiatan PkM, 2026. *Kode peserta (G1–G18)

Rata-rata skor pre-test peserta adalah 90,00 dan rata-rata skor post-test adalah 97,78, dengan selisih peningkatan rata-rata sebesar 7,78 poin atau 8,64%. Skor pre-test berkisar antara 40 hingga 100, sedangkan skor post-test berkisar antara 80 hingga 100, menunjukkan sebaran skor post-test yang lebih sempit dan cenderung mendekati nilai maksimal. Gambar 1 menunjukkan kenaikan rata-rata skor dari tes awal ke tes akhir pelatihan.



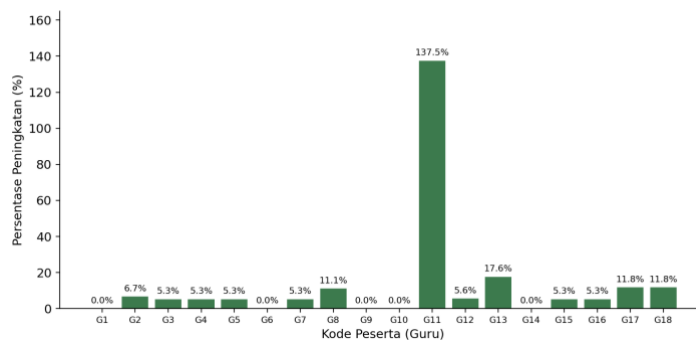
Gambar 1. Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Pre-test dan Post-test

Sumber: Data pelaksanaan kegiatan PkM, diolah, 2026.

Peningkatan Kompetensi/Pemahaman Guru

Berdasarkan data pada Tabel 2, sebanyak 13 dari 18 peserta (72,2%) mengalami peningkatan skor dari pre-test ke post-test, 5 peserta (27,8%) memperoleh skor yang tetap karena telah mencapai skor maksimal (100) pada pre-test, dan tidak terdapat peserta (0 orang) yang mengalami penurunan skor. Peningkatan persentase tertinggi tercatat pada peserta dengan skor pre-test terendah, yaitu dari 40 menjadi 95 (peningkatan 137,5%), sedangkan peningkatan pada peserta lain berkisar antara 5,3% hingga 17,6%. Secara umum, pola ini menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata kelompok banyak disumbang oleh peserta dengan skor awal lebih rendah, sementara peserta dengan skor awal sudah tinggi cenderung bertahan pada skor yang sama.

Persentase Peningkatan Skor Kompetensi per Peserta (n=18)



Gambar 2. Grafik Persentase Peningkatan Kompetensi Peserta

Sumber: Data pelaksanaan kegiatan PkM, diolah, 2026

Dokumentasi Kegiatan

Dokumentasi pelaksanaan kegiatan pelatihan dan pendampingan disajikan pada Gambar 3 hingga Gambar 6.



Gambar 3. Peserta Didampingi Tim Pengabdi Dalam Mencoba Perangkat VR

Sumber: Dokumentasi kegiatan PkM, 2026.



Gambar 4. Peserta Mempraktikkan Penggunaan Perangkat VR Secara Langsung

Sumber: Dokumentasi kegiatan PkM, 2026.



Gambar 5. Sesi Pelatihan Penggunaan VR Box Oleh Guru SLB Se-Kota Padang

Sumber: Dokumentasi kegiatan PkM, 2026.



Gambar 6. Foto Bersama Tim Pengabdian dan Peserta Pelatihan

Sumber: Dokumentasi kegiatan PkM, 2026.

Hasil pengukuran menunjukkan peningkatan rata-rata skor pemahaman guru dari 90,00 menjadi 97,78 setelah mengikuti pelatihan konseptual UDL dan teknis VR. Temuan ini sejalan dengan kajian yang menunjukkan bahwa pelatihan UDL berkontribusi terhadap perkembangan kompetensi guru (Rusconi & Squillaci, 2023), serta relevan dengan potensi VR dalam mendukung prinsip multiple means of representation dan engagement dalam kerangka UDL (Bray et al., 2024).

Pola ini terlihat jelas pada kasus peserta dengan kode G11, yang mencatatkan kenaikan skor tertinggi (dari 40 menjadi 95, atau 137,5%). Guru dengan skor pre-test rendah kemungkinan besar memulai pelatihan dengan pemahaman konseptual UDL dan VR yang masih terbatas, sehingga pengalaman langsung mempraktikkan platform MilleaLab dan VR Box memberi lompatan pemahaman yang lebih besar dibandingkan guru yang sebelumnya sudah relatif menguasai konsep tersebut. Pola ini konsisten dengan gagasan bahwa pendekatan belajar sambil melakukan (learning by doing) dan pelatihan berbasis proyek memberi manfaat yang secara proporsional lebih besar bagi peserta dengan pengalaman awal yang lebih sedikit, karena praktik konkret membantu mengonversi pengetahuan deklaratif yang abstrak menjadi pemahaman prosedural yang lebih mudah diingat. Sebaliknya, bagi guru yang skor awalnya sudah tinggi, pelatihan tampak berfungsi lebih sebagai penguatan (reinforcement) daripada sebagai sumber pengetahuan baru.

Relevansi VR terhadap kebutuhan belajar peserta didik disabilitas rungu juga layak digarisbawahi. Peserta didik disabilitas rungu sangat bergantung pada jalur visual dalam memahami konsep, sehingga media yang mampu menghadirkan simulasi tiga dimensi dan interaktif berpotensi menggantikan sebagian peran jalur auditori yang selama ini menjadi keterbatasan mereka. Dengan meningkatnya pemahaman guru terhadap VR dan UDL melalui pelatihan ini, guru diharapkan lebih mampu merancang representasi materi yang konkret dan multisensori, sejalan dengan prinsip multiple means of representation dalam UDL [2,7] dan dengan temuan bahwa teknologi imersif dapat memperluas akses belajar bagi peserta didik berkebutuhan khusus (Bragança et al., 2025). Pemanfaatan platform MilleaLab dan VR Box dalam pelatihan memberikan pengalaman langsung bagi guru untuk mempraktikkan penyusunan konten visual tiga dimensi, sehingga selaras dengan gagasan bahwa teknologi imersif



berpotensi memperluas variasi representasi materi bagi peserta didik disabilitas rungu yang mengandalkan jalur visual dalam pemahaman konsep (Poggianti et al., 2025; Shin et al., 2023).

Faktor yang mendukung pelaksanaan kegiatan antara lain ketersediaan sarana dasar ditempat pelaksanaan (ruang kelas, komputer, akses internet) serta komitmen tinggi guru terhadap peningkatan mutu pembelajaran (Al-Zu'bi et al., 2024), yang menjadi modal awal penting bagi keberhasilan adopsi teknologi baru. Implikasi dari temuan ini terhadap praktik pembelajaran di SLB adalah perlunya pendampingan berkelanjutan pascapelatihan, misalnya melalui forum komunitas belajar guru berbasis teknologi imersif, sesi berbagi praktik baik secara berkala, dan pendampingan langsung saat guru menyusun serta menguji coba konten VR di kelas, agar peningkatan pemahaman konseptual dapat ditindaklanjuti menjadi produk dan praktik pembelajaran nyata, sejalan dengan strategi keberlanjutan program berupa pembentukan komunitas belajar guru dan penyediaan modul pengembangan VR (Zhang et al., 2020).

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi guru SLB se-Kota Padang dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis Virtual Reality yang selaras dengan prinsip Universal Design for Learning bagi peserta didik disabilitas rungu. Berdasarkan data pre-test dan post-test terhadap 18 guru yang hadir, rata-rata skor pemahaman meningkat dari 90,00 menjadi 97,78 (peningkatan 8,64%), dengan mayoritas peserta menunjukkan peningkatan skor dan tidak ada peserta yang mengalami penurunan. Temuan ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman guru terhadap konsep UDL dan VR setelah mengikuti pelatihan konseptual dan teknis yang dilaksanakan melalui pendekatan berbasis proyek. Secara praktis, hasil ini mengindikasikan perlunya keberlanjutan pendampingan pascapelatihan agar peningkatan pemahaman ini ditindaklanjuti menjadi produk media VR dan praktik pembelajaran nyata di kelas. Untuk keberlanjutan program, direkomendasikan penguatan dokumentasi capaian luaran (produk media VR dan implementasi kelas), pembentukan komunitas belajar guru berbasis teknologi imersif, serta penguatan kerja sama antara Universitas Negeri Padang dan SLB se-Kota Padang secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian menyampaikan penghargaan yang tinggi dan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Padang atas dukungan pendanaan melalui skema Program Pengabdian UNP Berdampak (PPUB) dengan Nomor Kontrak: 2736/UN35.15/PM/2026, serta kepada mitra SLB Negeri 1 Padang beserta guru-guru peserta pelatihan se-Kota Padang atas partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zu'bi, M. A. A., Al-Mseidin, K. I. M., Yaakob, M. F. M., Fauzee, M. S. O., Mahmood, M. H. H., Sohri, N., Al-Mawadieh, R. S. M., & Senathirajah, A. R. B. S. (2024). The impact of the school educational environment on primary school teachers' commitment to educational quality. *Discover Sustainability*, 5(1), 449. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00633-4>
- Apriliyana, N. P. (2025). Transforming education through deep learning design: Integrating four key elements in school practice. *Molang: Journal Islamic Education*, 3(1), 19–27. <https://doi.org/10.32806/jm.v3i1.843>
- Bragança, L., Griffiths, P., Askar, R., Salles, A., Ungureanu, V., Tsikaloudaki, K., Bajare, D., Zsembinszki, G., & Cvetkovska, M. (2025). *Circular economy design and management in the built environment: A critical review of the state of the art*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-73490-8>
- Bray, A., Devitt, A., Banks, J., Sanchez Fuentes, S., Sandoval, M., Riviou, K., Byrne, D., Flood, M., Reale, J., & Terrenzio, S. (2024). What next for Universal Design for Learning? A systematic literature review of technology in UDL implementations at second level. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 113–138. <https://doi.org/10.1111/bjet.13328>
- Flood, M., Nolan, S., & Boss, F. (2025). Universal Design for Learning with visual thinking strategies: Support for learner engagement, representation, and action and expression. *The International Journal of Universal Design and Universal Design for Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.34874/PRSM.ijududl-vol1iss1.4988>
- Masrurroh, U., Firdaus, R., Fitriawan, H., & Yulianti, D. (2024). Development study of technology-based adaptive learning modules for students with special needs. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 9(3), 526–533. <https://doi.org/10.33394/jtp.v9i3.12250>



- Patil, M. S., & Kamerikar, U. A. (2020). Learning by doing through project based active learning technique. *Journal of Engineering Education Transformations*, 125–129. <https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i0/150080>
- Poggianti, C., Chessa, S., Pelagatti, S., & Kocian, A. (2025). Immersive technologies for inclusive digital education: A systematic survey. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2025(1), 8888303. <https://doi.org/10.1155/hbe2/8888303>
- Rusconi, L., & Squillaci, M. (2023). Effects of a universal design for learning (UDL) training course on the development teachers' competences: A systematic review. *Education Sciences*, 13(5), 466. <https://doi.org/10.3390/educsci13050466>
- Shin, K.-S., Cho, C., Ryu, J. H., & Jo, D. (2023). Exploring the perception of the effect of three-dimensional interaction feedback types on immersive virtual reality education. *Electronics*, 12(21), 4414. <https://doi.org/10.3390/electronics12214414>
- Van Eeuwijk, P., & Angehrn, Z. (2017). How to... conduct a focus group discussion (FGD). *Methodological Manual*, 10.
- Yıldırım, B., Topalcengiz, E. S., Arıkan, G., & Timur, S. (2020). Using virtual reality in the classroom: Reflections of STEM teachers on the use of teaching and learning tools. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(3), 231–245. <https://doi.org/10.21891/jeseh.711779>
- Zhang, T., Shaikh, Z. A., Yumashev, A. V, & Chłąd, M. (2020). Applied model of E-learning in the framework of education for sustainable development. *Sustainability*, 12(16), 6420. <https://doi.org/10.3390/su12166420>