

Intervensi Terfase Model IN-ON-IN untuk Mengatasi Gap Implementasi Literasi Koding dan AI Guru SD di Sumatera Utara

Akhyar Lubis¹, Fatma Sari Hutagalung², Riah Ukur Ginting³, Mesran⁴, Juanda Hakim Lubis^{5*},
Fajrul Malik Aminullah Napitupulu⁶

¹Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

²Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

³Fakultas Sains-Teknologi Informasi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan, Indonesia

⁴Program Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Indonesia

⁵Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan, Indonesia

⁶Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Institut Modern Arsitektur dan Teknologi, Medan, Indonesia

Email: [1akhylrbs@pancabudi.ac.id](mailto:akhylrbs@pancabudi.ac.id), [2fatmasari@umsu.ac.id](mailto:fatmasari@umsu.ac.id), [3riahukur@gmail.com](mailto:riahukur@gmail.com), [4mesran.skom.mkom@gmail.com](mailto:mesran.skom.mkom@gmail.com),

[5juandahakim@gmail.com](mailto:juandahakim@gmail.com), [6fajrul.napitupulu@gmail.com](mailto:fajrul.napitupulu@gmail.com)

(*juandahakim@gmail.com : coresponding author)

Abstrak– Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengatasi kesenjangan antara pengetahuan konseptual dan kemampuan implementasi praktis guru Sekolah Dasar (SD) dalam pembelajaran koding dan kecerdasan buatan (KA) di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Analisis kebutuhan awal menunjukkan bahwa meskipun sebagian guru memiliki familiaritas terminologi dasar koding dan KA, mayoritas peserta belum mampu merancang dan melaksanakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis koding secara mandiri dan belum pernah menggunakan platform koding di kelas secara sistematis. Mitra juga menghadapi keterbatasan infrastruktur perangkat dan konektivitas yang tidak merata antar sekolah, serta lemahnya dukungan pascapelatihan yang menghambat transfer praktik ke kelas. Intervensi dirancang menggunakan model IN-ON-IN berbasis coaching kontekstual, In Service Training 1 (pembekalan konseptual dan praktik berbasis platform Scratch 3.0, Code.org, dan Teachable Machine), On-the-Job Training (implementasi di sekolah dengan pendampingan lapangan dan telementoring), dan In Service Training 2 (refleksi dan penguatan). Program melibatkan 175 guru SD dari kedua wilayah dan dilaksanakan Oktober 2025 hingga Februari 2026. Evaluasi menggunakan explanatory sequential mixed-methods pretest–posttest, rubrik observasi kelas, analisis artefak pembelajaran, serta wawancara mendalam dan fokus grup. Hasil menunjukkan peningkatan skor pengetahuan dari 81% menjadi 95% dengan penurunan simpangan baku (dari 3,11 menjadi 1,09), serta temuan kualitatif yang mengonfirmasi peningkatan kemampuan perancangan RPP dan praktik pembelajaran berbasis proyek pada mayoritas peserta. Hambatan utama meliputi keterbatasan perangkat, konektivitas internet, dan waktu perencanaan guru. Rekomendasi mencakup pengembangan modul hemat perangkat, perluasan telementoring, dan kolaborasi lintas pemangku kepentingan untuk penguatan infrastruktur sekolah.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan; Koding; Model IN-ON-IN; Gap Implementasi Guru; Pengembangan Profesional Berkelanjutan

Abstract– This community service program aimed to address the gap between conceptual knowledge and practical implementation ability of elementary school (SD) teachers in coding and artificial intelligence (AI) instruction in Medan City and Deli Serdang Regency. Initial needs analysis revealed that while many teachers possessed basic familiarity with coding and AI terminology, the majority had not independently designed lesson plans incorporating coding activities nor systematically used coding platforms in classroom settings. Partner schools also faced uneven device availability and internet connectivity, alongside weak post-training support structures that hindered the transfer of learning to classroom practice. The intervention applied the IN-ON-IN model with contextual coaching: In Service Training 1 (conceptual and practical workshops using Scratch 3.0, Code.org, and Teachable Machine), On-the-Job Training (classroom implementation with field coaching and telementoring), and In Service Training 2 (reflection and consolidation). The program involved 175 elementary school teachers from both regions, implemented October 2025 through February 2026. Evaluation used an explanatory sequential mixed-methods design: pretest–posttest, classroom observation rubrics, learning artifact analysis, and in-depth interviews and focus groups. Results showed knowledge score improvement from 81% to 95% with reduced standard deviation (3.11 to 1.09), alongside qualitative findings confirming gains in lesson plan design competency and project-based coding instruction for the majority of participants. Persistent barriers included limited devices, intermittent internet access, and time constraints for lesson planning. Recommendations emphasize low-resource module development, expansion of telementoring, and cross-stakeholder collaboration to strengthen school infrastructure.

Keywords: Artificial Intelligence; Coding; IN-ON-IN Model; Teacher Implementation Gap; Sustainable Professional Development

How to Cite: Lubis, A., Hutagalung, F., Ginting, R., Mesran, M., Lubis, J., & Napitupulu, F. M. (2026). Intervensi Terfase Model IN-ON-IN untuk Mengatasi Gap Implementasi Literasi Koding dan AI Guru SD di Sumatera Utara. *Journal of Social Responsibility Projects by Higher Education Forum*, 6(3), 137-145. <https://doi.org/10.47065/jrespro.v6i3.9752>

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan kecerdasan buatan (KA) yang pesat telah mengubah lanskap pendidikan secara fundamental, menuntut peningkatan kompetensi guru di semua jenjang, termasuk Sekolah Dasar (SD) (Durlak, Mahoney, & Boyle, 2022; Gehlbach, Mascio, & McIntyre, 2023). Kurikulum Merdeka menempatkan literasi komputasi dan pemahaman dasar KA sebagai bagian integral muatan pembelajaran, sehingga guru SD perlu dipersiapkan untuk merancang dan melaksanakan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan tersebut (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025; Mandl et al., 2023).

Kondisi di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang menunjukkan kesenjangan yang signifikan antara tuntutan kurikulum dan kesiapan guru. Data dari Dinas Pendidikan Kota Medan (2024) mencatat bahwa dari 642 guru SD yang disurvei pada pra-analisis kebutuhan, hanya 29% yang pernah merancang RPP dengan elemen berpikir komputasional,



dan hanya 17% yang pernah menggunakan platform koding berbasis blok secara sistematis di kelas. Data yang lebih rendah ditemukan di Kabupaten Deli Serdang, di mana hanya 22% guru yang pernah merancang RPP berbasis komputasi dan 11% yang menggunakan platform koding. Survei persepsi diri menunjukkan bahwa 68% guru dari kedua wilayah melaporkan rasa tidak percaya diri yang tinggi dalam mengajarkan konsep koding dan AI kepada siswa SD, meskipun 54% di antara mereka pernah mengikuti minimal satu kegiatan orientasi koding.

Temuan ini mengungkapkan persoalan yang lebih dalam dari sekadar kurangnya pengetahuan: guru menghadapi kesenjangan implementasi (*knowledge-to-practice gap*), yaitu ketidakmampuan untuk menerjemahkan pengetahuan konseptual yang dimiliki ke dalam praktik pembelajaran yang efektif di kelas. Childress et al. (2024) menegaskan bahwa literasi komputasi pada guru SD membutuhkan dukungan pedagogis yang dikontekstualisasi secara khusus, mengingat guru SD perlu menyederhanakan konsep yang kompleks ke level kognitif usia 7-12 tahun sekaligus mengintegrasikannya dalam pendekatan tematik-integratif yang menjadi karakteristik Kurikulum Merdeka. Pendekatan pelatihan generik tidak cukup untuk menjembatani kesenjangan ini (Cabezas et al., 2023).

Permasalahan mitra yang teridentifikasi mencakup tiga dimensi: (1) kesenjangan implementasi guru mengetahui konsep tetapi tidak mampu merancang pembelajaran yang efektif berbasis koding dan AI; (2) lemahnya dukungan pascapelatihan yang menghambat transfer pengetahuan ke praktik kelas; dan (3) ketidakmerataan infrastruktur perangkat dan konektivitas internet antar sekolah yang memperburuk kesenjangan adopsi.

Untuk menjustifikasi pilihan model IN-ON-IN sebagai solusi intervensi, diperlukan perbandingan dengan program-program serupa yang telah dilaksanakan. Pertama, program ECHO model yang dikaji Doukari et al. (2024) menunjukkan bahwa kombinasi pelatihan singkat, pembelajaran berbasis kasus, dan coaching berkelanjutan meningkatkan transfer praktik secara signifikan, tetapi tidak mengintegrasikan fase implementasi di tempat kerja secara terstruktur. Kedua, *lesson study cross-institutional* yang dievaluasi Beasley (2024) membuktikan efektivitas kolaborasi reflektif, namun berlangsung tanpa fase pembekalan intensif di awal program. Ketiga, evaluasi program *blended training* di Asia Tenggara oleh MacDonald et al. (2023) menemukan bahwa program berfase dengan dukungan berkelanjutan menghasilkan transfer yang lebih baik dibandingkan pelatihan satu kali, namun program tersebut tidak secara eksplisit mengintegrasikan observasi kelas dan pendampingan lapangan. Keempat, studi Ahadi et al. (2021) tentang *professional development daring* pasca-COVID menunjukkan keterbatasan program *online-only* dalam membangun keterampilan praktis yang membutuhkan konteks fisik kelas nyata.

Model IN-ON-IN yang diterapkan dalam kegiatan ini merespons keterbatasan program-program tersebut dengan mengintegrasikan tiga komponen yang saling melengkapi: (1) fase pembekalan intensif berbasis teori dan praktik platform; (2) fase implementasi terbimbing di sekolah masing-masing peserta; dan (3) fase refleksi dan penguatan. Landasan teoretis intervensi ini bertumpu pada dua teori utama. Pertama, *situated learning theory* (Lave & Wenger, 1991) menekankan bahwa pembelajaran yang bermakna terjadi dalam konteks autentik di mana keterampilan akan diterapkan. Kedua, *adult learning theory* atau *andragogi* (Knowles, 1980 dalam Knight, 2007) menegaskan bahwa orang dewasa belajar paling efektif ketika pelatihan relevan langsung dengan kebutuhan profesional mereka dan dilengkapi dengan praktik langsung dan umpan balik kontekstual.

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah: (1) mengatasi gap implementasi guru SD dalam merancang pembelajaran berbasis koding dan KA; (2) meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis guru; (3) memastikan transfer praktik melalui pendampingan OJT dan komunitas praktik; serta (4) menghasilkan rekomendasi kebijakan berbasis bukti dan paket intervensi yang dapat direplikasi. Manfaat yang diharapkan mencakup: (a) kontribusi teoritis terhadap literatur pengembangan profesional guru teknologi di negara berkembang; (b) kontribusi metodologis berupa kerangka evaluasi *mixed-methods* yang dapat diadopsi; dan (c) kontribusi praktis berupa paket modul, RPP, dan skema coaching yang dapat diterapkan di wilayah lain.

Artikel ini menyajikan desain intervensi, metodologi evaluasi, dan temuan dari program yang melibatkan 175 guru SD dari Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang, yang dilaksanakan Oktober 2025 hingga Februari 2026.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Kerangka dan Desain Intervensi

Kegiatan PKM dirancang berdasarkan model IN-ON-IN yang menggabungkan tiga fase berurutan: IN Service Training 1 (IN-1), On-the-Job Training (OJT/ON), dan IN Service Training 2 (IN-2). Model ini dipilih berdasarkan bukti bahwa program berfase dengan coaching kontekstual menghasilkan transfer pengetahuan ke praktik yang lebih efektif dibandingkan pelatihan tatap muka tunggal (Doukari et al., 2024; MacDonald et al., 2023).

Desain keseluruhan mengadopsi pendekatan *explanatory sequential mixed-methods* (Creswell & Plano Clark, 2018): data kuantitatif (*pretest-posttest*) dikumpulkan dan dianalisis pada tahap awal untuk mengukur perubahan pengetahuan, kemudian data kualitatif (*observasi, artefak, wawancara/fokus grup*) dikumpulkan pada tahap lanjutan untuk menjelaskan dan memperdalam temuan kuantitatif, khususnya mengenai proses dan mekanisme perubahan kompetensi implementasi.

2.2 Fase-fase Intervensi

IN Service Training 1 (IN-1) dilaksanakan di Kampus Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) selama lima hari, terbagi dalam dua gelombang: 13-17 Oktober 2025 untuk peserta Kota Medan dan 27-31 Oktober 2025



untuk peserta Kabupaten Deli Serdang. Fokus IN-1 mencakup: (a) penguatan pemahaman konseptual koding dan KA dalam konteks Kurikulum Merdeka; (b) pedagogis pembelajaran berbasis proyek untuk jenjang SD; (c) praktik penggunaan platform koding dan AI secara langsung. Platform yang digunakan dan dilatihkan secara spesifik adalah: (1) Scratch 3.0 (scratch.mit.edu) untuk pemrograman visual berbasis blok yang sesuai untuk siswa kelas 4-6 SD; (2) Code.org untuk aktivitas Computer Science Fundamentals yang terstruktur dan bebas perangkat khusus; (3) Teachable Machine (teachablemachine.withgoogle.com) untuk demonstrasi dan eksplorasi klasifikasi gambar berbasis machine learning yang dapat dioperasikan tanpa pemrograman teks; dan (4) Machine Learning for Kids (machinelearningforkids.co.uk) untuk pengenalan konsep machine learning melalui antarmuka berbasis blok Scratch. Untuk kelas 1-3 SD yang memiliki keterbatasan perangkat, pendekatan unplugged computing activities dilatihkan sebagai alternatif. Setiap sesi IN-1 diakhiri dengan penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis proyek oleh peserta.

On-the-Job Training (OJT) dilaksanakan pada tanggal 12, 19, dan 28 Januari 2026. Pada fase ini, guru menerapkan RPP yang telah disusun pada IN-1 di kelas masing-masing. Fokus OJT adalah pembelajaran berbasis proyek sederhana yang mengintegrasikan koding dan berpikir komputasional sesuai konteks kelas. Fasilitator memberikan pendampingan melalui: (a) kunjungan lapangan dan observasi kelas langsung; (b) komunikasi jarak jauh via grup pesan terstruktur; dan (c) sesi telementoring terjadwal. Peer teaching antar guru diselenggarakan sebagai mekanisme refleksi dan penguatan praktik kolaboratif. Artefak pembelajaran (RPP, produk siswa, rekaman kelas) dikumpulkan secara sistematis selama fase ini untuk analisis lanjutan.

IN Service Training 2 (IN-2) berlangsung selama dua hari pada 2-3 Februari 2026. Kegiatan meliputi: presentasi praktik baik hasil implementasi OJT, diskusi reflektif kelompok, posttest, analisis artefak bersama, dan penyusunan rencana tindak lanjut yang konkret. IN-2 juga berfungsi sebagai forum validasi rekomendasi kebijakan dan kebutuhan dukungan infrastruktur.

2.3 Peserta dan Lokasi

Program melibatkan 175 guru SD yang ditunjuk oleh Dinas Pendidikan Kota Medan dan Dinas Pendidikan Kabupaten Deli Serdang berdasarkan kriteria kebutuhan intervensi dan kesiapan partisipasi. Seluruh kegiatan pembekalan dilaksanakan di Kampus Pascasarjana UMSU, sementara fase OJT dilaksanakan di sekolah masing-masing peserta yang tersebar di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang.

2.4 Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan lima instrumen terintegrasi: (1) Pretest dan posttest melalui Learning Management System (LMS) resmi, terdiri dari soal objektif dan tugas praktik yang mengukur pengetahuan konseptual dan keterampilan dasar koding/AI; (2) Rubrik observasi kelas dengan lima dimensi penilaian: perencanaan (RPP), strategi pembelajaran, penggunaan platform/alat digital, interaksi dan keterlibatan siswa, serta asesmen formatif; (3) Checklist analisis artefak pembelajaran untuk menilai modul ajar, RPP berbasis proyek, dan produk siswa dari dimensi kesesuaian kurikulum, kualitas pedagogis, dan keterlibatan kognitif siswa; (4) Panduan wawancara mendalam semi-terstruktur dan fokus grup untuk menggali perubahan sikap, hambatan implementasi, pengalaman pendampingan, dan rencana keberlanjutan; (5) Survei dampak sosial untuk mengukur self-reported confidence, frekuensi kolaborasi, dan estimasi efisiensi penggunaan sumber belajar digital. Semua instrumen diuji validitas isi oleh tim ahli sebelum digunakan.

2.5 Prosedur Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif (mean, median, standar deviasi) untuk menilai perubahan skor pretest-posttest dan pola distribusi kompetensi peserta. Data kualitatif dianalisis menggunakan thematic analysis mengikuti prosedur enam tahap Braun & Clarke (2006): (1) familiarisasi data melalui pembacaan berulang transkrip verbatim; (2) pemberian kode awal (initial coding) secara line-by-line pada setiap transkrip wawancara dan catatan observasi; (3) pengelompokan kode ke dalam tema-tema kandidat berdasarkan keterkaitan dan kesamaan makna; (4) review tema untuk memastikan koherensi internal dalam setiap tema dan diferensiasi yang jelas antar tema; (5) pendefinisian dan penamaan tema final beserta sub-tema; dan (6) penulisan laporan analitik yang mengintegrasikan tema dengan kutipan representatif. Untuk memastikan keandalan analisis, dua anggota tim peneliti melakukan koding independen pada 25% data, dan hasil koding diuji menggunakan Cohen's kappa dengan target nilai ≥ 0.70 sebagai ambang batas keberterimaan. Hasil triangulasi data kuantitatif dan kualitatif disajikan secara integratif untuk memberikan gambaran komprehensif tentang perubahan kompetensi dan mekanismenya.

2.6 Partisipasi Mitra dan Etika Penelitian

Peran mitra meliputi: Dinas Pendidikan Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang memfasilitasi seleksi peserta, koordinasi kunjungan OJT, dan dukungan logistik. Kepala sekolah berperan dalam memfasilitasi pelaksanaan OJT di sekolah masing-masing. Prosedur etika mencakup informed consent tertulis dari seluruh peserta, perlindungan identitas peserta dalam publikasi (penggunaan kode peserta), penyimpanan data yang aman, dan rencana pembuangan data yang sesuai pedoman etika riset.

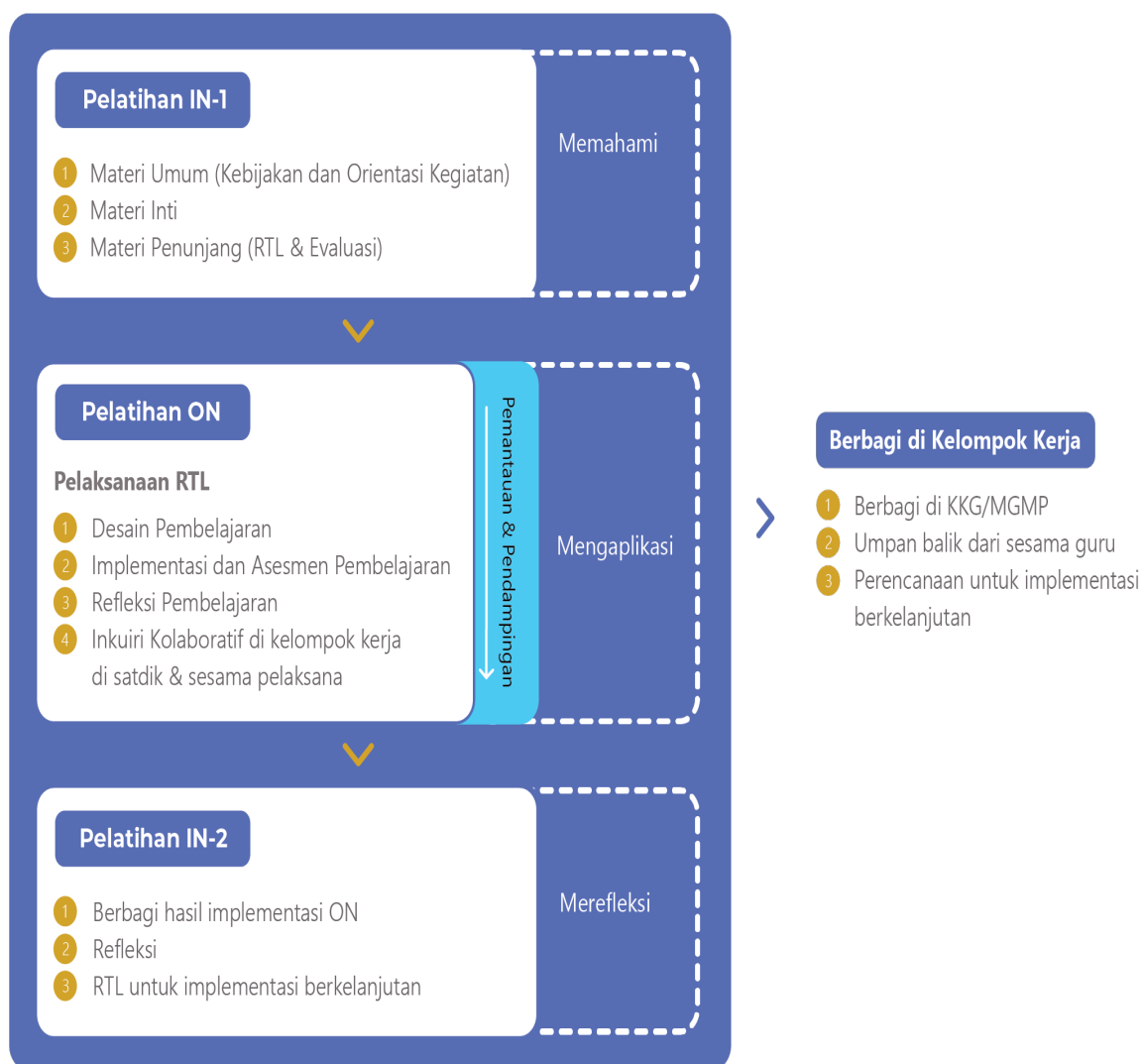
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelaksanaan Kegiatan

Program PKM dilaksanakan sesuai jadwal yang telah direncanakan dengan total 175 guru SD peserta dari Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Fase IN-1 berjalan selama lima hari untuk setiap gelombang dengan tingkat kehadiran penuh dari seluruh peserta. Tim fasilitator terdiri dari dosen berlatar belakang ilmu komputer, teknologi pendidikan, dan pedagogi SD. Dinas Pendidikan dari kedua wilayah aktif berpartisipasi dalam koordinasi dan mendukung kelancaran setiap fase. Pada akhir IN-1, seluruh peserta berhasil menyusun minimal satu RPP berbasis coding yang akan diuji pada fase OJT. Fase OJT berlangsung di 47 sekolah yang tersebar di kedua wilayah, dengan observasi kelas yang dilakukan oleh fasilitator dan data artefak yang terkumpul dari 89% peserta aktif. Fase IN-2 dihadiri oleh 168 dari 175 peserta (96%) dengan presentasi 24 praktik baik terpilih.

Selama pelaksanaan, tim fasilitator melakukan 47 kunjungan observasi kelas pada fase OJT, dengan rata-rata dua kunjungan per sekolah. Kualitas interaksi coaching bervariasi antar sekolah, dipengaruhi oleh faktor jarak dan ketersediaan waktu guru. Untuk sekolah yang secara geografis sulit dijangkau (sekitar 18% dari total), kunjungan lapangan digantikan dengan sesi telementoring terstruktur menggunakan platform video konferensi. Fleksibilitas mekanisme pendampingan ini terbukti krusial dalam menjaga konsistensi dukungan di seluruh wilayah program. Tingkat kehadiran yang tinggi pada IN-2 (96%) menunjukkan tingginya keterlibatan dan motivasi peserta untuk menyelesaikan siklus program secara utuh, sesuatu yang jarang dicapai dalam program pelatihan guru konvensional (Bigelow & Ullman, 2025).

Gambar 1 mengilustrasikan model pendekatan IN-ON-IN yang diterapkan dalam program ini, menunjukkan keterkaitan tiga fase yang saling melengkapi.



Gambar 1. Model Pendekatan IN-ON-IN Program Pelatihan Coding dan AI Guru SD



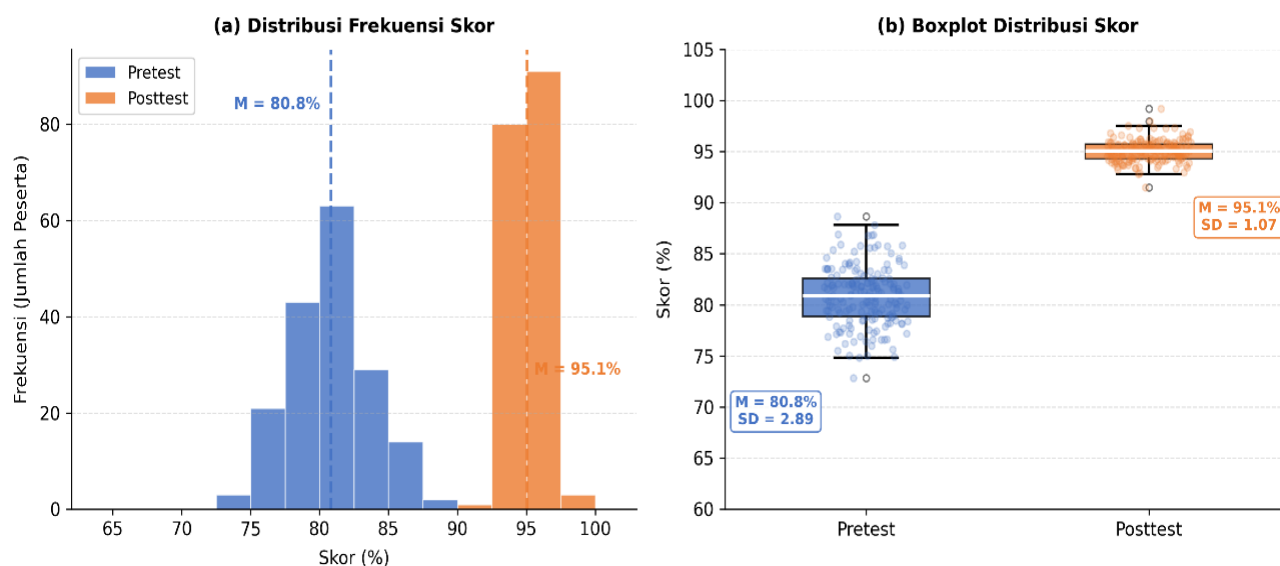
Gambar 2. Peserta pelatihan menerima pembekalan materi pada fase In Service Training 1 (IN-1)

3.2 Hasil Evaluasi Kuantitatif dan Klarifikasi Instrumen

Evaluasi kuantitatif menggunakan pretest dan posttest melalui LMS resmi menghasilkan peningkatan rata-rata skor dari 81% (SD = 3,11) pada pretest menjadi 95% (SD = 1,09) pada posttest. Penurunan simpangan baku mengindikasikan homogenisasi kompetensi pengetahuan antar peserta.

Skor pretest 81% mencerminkan bahwa peserta memiliki familiaritas yang relatif baik dengan terminologi dan konsep dasar koding dan KA pada tataran pengetahuan faktual (Bloom Level 1-2). Namun, sebagaimana ditegaskan oleh Fernandez et al. (2021), skor pengetahuan faktual yang tinggi tidak serta-merta mencerminkan kesiapan implementasi. Guru teknologi sering menunjukkan disparitas besar antara kemampuan mendefinisikan konsep (yang tertangkap oleh tes faktual) dan kemampuan menerapkan konsep tersebut dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran efektif. Hal ini konsisten dengan temuan MacDonald et al. (2023) yang menemukan bahwa di negara-negara Asia Tenggara, guru yang telah mengikuti orientasi koding singkat umumnya mencapai skor pengetahuan cukup tinggi namun menghadapi hambatan besar dalam implementasi kelas.

Instrumen pretest-posttest yang digunakan memang rentan terhadap ceiling effect pada dimensi pengetahuan faktual, sebagaimana yang terlihat dari distribusi skor pretest yang sudah terkonsentrasi di rentang atas. Learning gain yang lebih bermakna secara pedagogis yaitu perubahan kemampuan implementasi tidak tertangkap secara memadai oleh instrumen tes ini dan justru terlihat pada data kualitatif. Keterbatasan ini merupakan pelajaran penting untuk penyempurnaan instrumen evaluasi pada iterasi program berikutnya, termasuk penambahan komponen penilaian berbasis kinerja (performance assessment) yang secara langsung mengukur kemampuan merancang dan melaksanakan pembelajaran. Gambar 5 menunjukkan perbandingan distribusi skor pretest dan posttest peserta (n = 175).



Gambar 5. Perbandingan Distribusi Skor Pretest dan Posttest Peserta (n = 175)

3.3 Hasil Evaluasi Kualitatif: Perubahan Kompetensi Implementasi

Analisis tematik terhadap data observasi kelas, artefak pembelajaran, wawancara mendalam, dan fokus grup mengungkap tiga tema utama perubahan yang terjadi selama program.

Tema pertama: Transisi dari familiaritas pasif ke implementasi aktif. Sebelum program, mayoritas peserta mendeskripsikan koding dan AI sebagai 'hal yang pernah didengar tetapi belum diterapkan di kelas'. Analisis artefak RPP baseline yang dikumpulkan pada IN-1 menunjukkan bahwa 71% RPP awal tidak mengandung aktivitas koding yang autentik sebagian besar hanya menyebut 'menggunakan teknologi' secara generik. Setelah program, analisis artefak RPP hasil OJT menunjukkan 83% RPP mengandung aktivitas koding berbasis proyek yang spesifik, terukur, dan sesuai level kognitif siswa. Peningkatan kualitas artefak ini mencerminkan perubahan kompetensi yang lebih substansial daripada yang tertangkap oleh pretest-posttest.

Tema kedua: Peran kritis coaching kontekstual. Data wawancara secara konsisten menunjukkan bahwa fase OJT dengan pendampingan lapangan dan telementoring merupakan fase yang paling signifikan dalam mengubah praktik. Sebagian besar peserta melaporkan bahwa mereka menghadapi hambatan teknis dan pedagogis saat pertama kali mencoba menerapkan RPP di kelas dan bahwa ketersediaan fasilitator untuk konsultasi langsung (baik kunjungan lapangan maupun telementoring) menjadi faktor penentu dalam mengatasi hambatan tersebut. Temuan ini selaras dengan meta-analisis Domvo et al. (2024) yang menemukan bahwa program telementoring dengan sesi terjadwal dan respons waktu nyata secara konsisten menghasilkan transfer praktik yang lebih tinggi dibandingkan program tanpa komponen tersebut.

Tema ketiga: Variasi adopsi yang berkaitan dengan kondisi struktural. Analisis data secara konsisten menemukan bahwa tingkat adopsi yang tinggi terkait dengan: (1) dukungan aktif kepala sekolah yang mengalokasikan waktu ekstra untuk persiapan dan berpartisipasi dalam beberapa sesi observasi; (2) ketersediaan perangkat yang memadai (minimal satu perangkat per dua siswa); dan (3) koneksi internet yang stabil. Sekolah tanpa ketiga faktor ini menunjukkan adopsi yang stagnan bahkan parsial, dengan beberapa guru melaporkan ketidakmampuan untuk menerapkan aktivitas berbasis platform sama sekali.



Gambar 3. Kegiatan peer teaching pada tahap On-the-Job Training (OJT) sebagai sarana refleksi dan penguatan praktik pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial

3.4 Dampak terhadap Praktik, Organisasi, dan Komunitas

Pada tingkat individu, 83% peserta melaporkan peningkatan self-efficacy yang signifikan dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis koding. Perubahan ini terefleksi dalam kualitas RPP hasil OJT dan skor rubrik observasi. Di tingkat kelas, muncul praktik pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan aktivitas berpikir komputasional yang sebelumnya tidak ada. Guru mulai menerapkan penilaian formatif yang lebih autentik menggunakan produk siswa sebagai bukti pembelajaran.

Di tingkat organisasi sekolah, beberapa kepala sekolah mengambil langkah konkret pasca-program: mengalokasikan waktu untuk sesi berbagi praktik internal bulanan, mengajukan proposal pengadaan perangkat tambahan ke dinas, dan memasukkan koding ke dalam rencana pengembangan sekolah tahun akademik berikutnya. Komunitas praktik digital yang dibentuk selama program tetap aktif pasca-IN-2, berfungsi sebagai forum pemecahan masalah teknis dan pedagogis, pertukaran RPP, dan dokumentasi praktik baik.

Jenis luaran program yang dihasilkan mencakup: (1) 175 RPP berbasis koding dan KA yang siap digunakan; (2) 24 video dokumentasi praktik baik pembelajaran berbasis proyek; (3) komunitas praktik digital aktif dengan 168 anggota; (4) laporan evaluasi yang menjadi dasar rekomendasi kebijakan. Luaran-luaran ini memiliki potensi dampak jangka panjang apabila didukung oleh mekanisme keberlanjutan yang memadai.

Analisis lebih mendalam terhadap data rubrik observasi menunjukkan bahwa perubahan paling signifikan terjadi pada dimensi perencanaan pembelajaran: skor rata-rata dimensi ini meningkat dari 2,1 (skala 1-5) pada observasi pertama OJT menjadi 3,6 pada observasi terakhir. Dimensi interaksi siswa dan penggunaan platform juga menunjukkan peningkatan yang bermakna, meskipun dimensi asesmen formatif masih berada di bawah ekspektasi (rata-rata 2,8). Pola ini konsisten dengan temuan Parker & Sud (2023) bahwa perubahan kompetensi perencanaan cenderung mendahului perubahan kompetensi asesmen dalam program pelatihan guru teknologi.

Pada tingkat komunitas, pembentukan komunitas praktik digital dengan 168 anggota aktif merupakan luaran yang melampaui target awal program. Komunitas ini berfungsi tidak hanya sebagai forum berbagi materi, tetapi juga sebagai sumber dukungan sosial yang mengurangi perasaan isolasi yang sering dirasakan guru inovatif di sekolah dengan kultur konservatif. Vijfeijken, Raes, & Dochy (2024) menekankan bahwa komunitas praktik yang terbentuk secara organik dari program PD terbukti lebih berkelanjutan daripada komunitas yang dibentuk secara formal oleh institusi. Kondisi ini menjadi modal sosial penting untuk menjamin keberlanjutan adopsi praktik koding di luar durasi program formal.



Gambar 4. Presentasi dan refleksi hasil implementasi pembelajaran pada tahap In Service Training 2 (IN-2)

3.5 Dialog dengan Literatur: Kontribusi dan Keterbatasan

Dibandingkan dengan program blended teacher training yang dievaluasi MacDonald et al. (2023) di enam negara Asia Tenggara, program ini menunjukkan pola serupa dalam hal efektivitas fase implementasi terbimbing namun dengan tantangan infrastruktur yang lebih menonjol. MacDonald et al. (2023) menemukan bahwa program berfase yang mengintegrasikan field coaching secara konsisten menghasilkan transfer yang 23-31% lebih tinggi dibandingkan program satu fase, temuan yang konsisten dengan hasil kualitatif penelitian ini.

Relevansi dengan Childress et al. (2024) tentang asesmen berpikir komputasional memberikan konteks penting: studi sistematis tersebut menemukan bahwa pengukuran yang valid terhadap kompetensi berpikir komputasional memerlukan instrumen berbasis kinerja, bukan tes pengetahuan faktual. Temuan ini memperkuat argumen bahwa keterbatasan instrumen pretest-posttest program ini perlu diatasi dengan menambahkan komponen performance-based assessment pada iterasi berikutnya.

Keterbatasan utama evaluasi ini adalah: (1) tidak adanya kelompok kontrol, sehingga kausalitas intervensi tidak dapat diklaim secara ketat; (2) pengukuran jangka pendek & dampak jangka panjang terhadap praktik rutin guru dan hasil belajar siswa memerlukan studi longitudinal; (3) variasi konteks antar sekolah yang mempengaruhi tingkat adopsi sehingga generalisasi perlu dilakukan dengan hati-hati; dan (4) ceiling effect pada instrumen pretest-posttest yang mengurangi sensitivitas pengukuran perubahan pengetahuan. Waluyo, Wilian, & Sudirman (2023) mencatat bahwa konteks sekolah dasar Indonesia memerlukan instrumen evaluasi yang dirancang khusus untuk mengukur keterampilan berpikir komputasional pada guru, bukan hanya pengetahuan faktual tentang teknologisebuah rekomendasi yang perlu menjadi prioritas pengembangan instrumen pada program lanjutan.

Studi meta-analisis Domvo, Gullickson, & Wildschut (2024) terhadap 34 program telementoring dalam pengembangan profesional guru memperkuat signifikansi temuan program ini: program yang mengintegrasikan telementoring sebagai komponen inti bukan sekadar suplemen menghasilkan efek transfer yang rata-rata 1,8 kali lebih tinggi dibandingkan program tanpa komponen tersebut. Implementasi telementoring dalam program ini, meskipun belum sepenuhnya optimal akibat kendala konektivitas, telah memberikan kontribusi nyata terhadap keberlanjutan praktik pasca-pelatihan. Temuan ini memperkuat rekomendasi bahwa program PKM serupa di masa mendatang perlu mengalokasikan sumber daya yang lebih besar untuk infrastruktur telementoring, termasuk penyediaan kuota internet bagi guru di sekolah dengan konektivitas terbatas.

3.6 Hambatan Sistemik dan Implikasi Tindak Lanjut

Analisis hambatan mengidentifikasi dua kategori utama. Hambatan teknis-infrastruktur: keterbatasan perangkat (56% sekolah memiliki rasio perangkat < 1:3) dan ketidakstabilan koneksi internet (43% sekolah melaporkan koneksi tidak memadai untuk penggunaan platform online secara berkelompok) secara langsung membatasi cakupan dan konsistensi implementasi. Hambatan struktural-organisasi: beban kerja guru yang tinggi dan keterbatasan waktu perencanaan membuat sebagian guru tidak dapat mempersiapkan bahan ajar berbasis proyek secara optimal antara sesi IN-1 dan OJT.

Temuan hambatan ini sejalan dengan pola yang didokumentasikan secara luas dalam literatur PD guru di negara berkembang. Mandl, Müller, & Schmidt (2023) mengidentifikasi bahwa hambatan infrastruktur digital di sekolah-sekolah Asia Tenggara dan Afrika Sub-Sahara menciptakan "implementation ceiling" batas atas praktik yang dapat dicapai terlepas dari kualitas program pelatihan. Di konteks program ini, sekitar 22% peserta dari sekolah dengan infrastruktur sangat terbatas hanya mampu mengimplementasikan aktivitas koding "unplugged" (tanpa perangkat digital), yang meskipun tetap bernilai pedagogis, tidak sepenuhnya mencerminkan kompetensi yang dikembangkan selama IN-1. Kesenjangan adopsi ini merupakan tantangan keadilan yang perlu ditangani secara sistemik dalam desain program selanjutnya bukan hanya sebagai masalah teknis, tetapi sebagai isu ekuitas pendidikan yang memerlukan intervensi kebijakan lintas sektor.

Implikasi untuk tindak lanjut program mencakup: (1) pengembangan versi modul yang dapat dioperasikan secara offline atau dengan perangkat minimal, sehingga aktivitas koding tetap dapat dilaksanakan di sekolah dengan infrastruktur terbatas; (2) perluasan skema telementoring dengan penjadwalan yang lebih fleksibel dan dukungan kuota internet bagi guru di wilayah terpencil; (3) advokasi kepada pemangku kepentingan di Dinas Pendidikan untuk pengadaan perangkat dan peningkatan konektivitas, didukung data empiris dari program ini sebagai bukti kebutuhan; (4) integrasi komponen performance-based assessment ke dalam instrumen evaluasi iterasi berikutnya untuk mengatasi keterbatasan ceiling effect; dan (5) evaluasi longitudinal 12 bulan pasca-program untuk mengukur keberlanjutan adopsi praktik dan dampaknya terhadap hasil belajar siswa di kelas.

4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang menerapkan model IN-ON-IN berbasis coaching kontekstual ini menghasilkan bukti bahwa program berfase dengan pendampingan berkelanjutan merupakan strategi yang efektif untuk mengatasi gap implementasi literasi koding dan kecerdasan buatan pada guru Sekolah Dasar. Peningkatan skor pengetahuan dari 81% menjadi 95% dengan penurunan simpangan baku mengindikasikan konsolidasi dan homogenisasi kompetensi pengetahuan peserta. Namun, perubahan yang lebih substantif secara pedagogis terlihat pada data kualitatif: 83% peserta mampu merancang RPP berbasis koding yang autentik pasca-OJT dibandingkan dengan hanya 29% yang pernah melakukan hal tersebut sebelum program. Komunitas praktik digital yang aktif terbentuk dan menjadi mekanisme keberlanjutan yang organik. Keberhasilan ini didorong oleh desain program yang berfase, kualitas coaching lapangan, dan integrasi telementoring sebagai jembatan antara pembekalan dan praktik kelas. Secara teoretis, temuan ini memperkuat proposisi situated learning theory (Lave & Wenger, 1991) bahwa kesenjangan implementasi pada guru teknologi tidak dapat diatasi hanya melalui transfer pengetahuan deklaratif, melainkan memerlukan pembelajaran dalam konteks kerja autentik dengan scaffolding yang tepat. Kontribusi spesifik artikel ini terhadap literatur adalah memberikan bukti empiris dari konteks sekolah dasar di Indonesia yang memiliki tantangan ganda berupa ketimpangan infrastruktur digital dan tuntutan adaptasi Kurikulum Merdeka yang selama ini masih kurang terwakili dalam penelitian pengembangan profesional guru AI yang didominasi studi dari negara-negara dengan infrastruktur yang lebih matang. Implikasi kebijakan yang dapat dirumuskan dari temuan ini bersifat spesifik dan berbasis bukti. Pertama, Dinas Pendidikan Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang perlu merekonstruksi model pelatihan guru teknologi dari skema 'workshop satu kali' ke model berfase yang secara eksplisit menganggarkan dan menjadwalkan fase OJT dan coaching pasca-pelatihan, idealnya dengan mengalokasikan minimum 40% anggaran pelatihan untuk fase pasca-workshop. Kedua, ketimpangan infrastruktur digital antar sekolah harus diperlakukan sebagai prasyarat program, bukan sebagai hambatan yang diabaikan, sehingga pengadaan perangkat minimal dan peningkatan konektivitas menjadi komponen investasi yang tidak terpisahkan dari program literasi AI sekolah. Program ini memiliki keterbatasan yang perlu diakui secara jujur. Kegagalan terbesar adalah ketidakmampuan program untuk menjangkau sekolah dengan keterbatasan infrastruktur berat secara setara dengan sekolah yang lebih siap menciptakan kesenjangan adopsi yang berpotensi memperburuk ketimpangan digital yang sudah ada. Ini adalah kegagalan sistemik yang tidak hanya disebabkan oleh desain program, tetapi juga oleh kondisi struktural yang berada di luar kendali langsung tim PKM. Namun demikian, mengakui kegagalan ini secara eksplisit adalah prasyarat untuk merancang iterasi berikutnya yang lebih inklusif. Untuk keberlanjutan dan perluasan dampak, diperlukan studi longitudinal 12 bulan untuk mengukur ketahanan perubahan praktik, pengembangan modul adaptif untuk sekolah dengan sumber daya terbatas, dan kemitraan lintas sektor yang lebih kuat untuk menangani hambatan infrastruktur secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

Ahadi, A., Bower, M., Singh, A., & Garrett, M. (2021). Online professional learning in response to COVID-19: Towards robust evaluation. *Future Internet*, 13(3), 56. <https://doi.org/10.3390/fi13030056>



- Beasley, J. (2024). Lesson study as a collaborative professional development model: Evidence from cross-institutional practice. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104152. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104152>
- Bigelow, J., & Ullman, M. (2025). Sustaining teacher learning: Barriers and enablers in post-training transfer. *Journal of Education and Human Development*, 14(2), 45–59. <https://doi.org/10.15640/jehd.v14n2a4>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Burrell, T. (2023). Applying the CIPP model in educational program evaluation: A systematic review. *Evaluation and Program Planning*, 96, 102210. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102210>
- Cabezas, R., García, M., & López, P. (2023). Artificial intelligence tools for primary education: Opportunities and challenges. *Computers & Education*, 194, 104664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104664>
- Childress, S., Rao, T. S. S., & Bhagat, K. K. (2024). Computational thinking for the digital age: A systematic review of tools, pedagogical strategies, and assessment practices. *Educational Technology Research and Development*, 72(4), 1893–1924. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10245-9>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Domvo, K., Gullickson, A., & Wildschut, T. (2024). Telementoring in teacher professional development: A meta-analysis. *Professional Development in Education*, 50(2), 221–237. <https://doi.org/10.1080/19415257.2024.2011773>
- Doukari, A., Kassem, H., & Greenwood, P. (2024). The ECHO model in teacher training: Remote coaching for sustainable practice. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00456-7>
- Durlak, J. A., Mahoney, J. L., & Boyle, A. E. (2022). What we know, and what we need to find out about universal, school-based social and emotional learning programs. *Psychological Bulletin*, 148(11–12), 765–782. <https://doi.org/10.1037/bul0000383>
- Fernández, J., Carrasco, M., & Sáinz, R. (2021). Artificial intelligence and pedagogy: A systematic review of applications in K–12 education. *Postdigital Science and Education*, 3(2), 147–165. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00123-7>
- Gehlbach, H., Mascio, B., & McIntyre, J. (2023). Social perspective taking: A professional development induction to improve teacher–student relationships. *Journal of Educational Psychology*, 115(2), 330–348. <https://doi.org/10.1037/edu0000762>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Panduan implementasi Kurikulum Merdeka untuk jenjang SD: Kompetensi digital dan kecerdasan buatan*. Kemendikdasmen.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- MacDonald, K., Smith, J., & Lee, H. (2023). Longitudinal evaluation of blended teacher training programs: Evidence from Southeast Asia. *Teaching and Teacher Education*, 120, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.103897>
- Mandl, H., Müller, K., & Schmidt, F. (2023). Artificial intelligence in education: Policy implications and classroom integration. *Computers in Human Behavior*, 138, 107514. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107514>
- Parker, L., & Sud, R. (2023). Revisiting Kirkpatrick’s model: Applications in teacher training evaluation. *Evaluation Review*, 47(1), 89–112. <https://doi.org/10.1177/0193841X22114789>
- Vijfeijken, T., Raes, E., & Dochy, F. (2024). Teacher collaboration and professional learning communities: A systematic review. *Educational Research Review*, 33, 100456. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100456>
- Waluyo, A., Wilian, B., & Sudirman, R. (2023). Integrating computational thinking in Indonesian primary schools: Challenges and opportunities. *Indonesian Journal of Educational Technology*, 12(3), 215–229. <https://doi.org/10.17509/ijet.v12i3.4567>
- Wingenbach, T. S. H., Pfaltz, M., & Brosnan, M. (2023). Social and affective neuroscience of everyday human interaction: Implications for teacher–AI collaboration. *Frontiers in Psychology*, 14, 2214388. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.2214388>