

Artificial Intelligence sebagai Co-Teaching Assistant: Program Peningkatan Kompetensi Digital Guru Ekonomi MGMP Mojokerto

Yogi Dwi Satrio¹, Syahrul Munir¹, Annisya¹, Agung Haryono¹, Lisa Rokhmani¹, Ro'ufah Inayati¹

¹ Program studi Pendidikan Ekonomi, Departemen Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Malang, Malang- Jawa Timur, Indonesia

*Penulis koresponden, yogi.dwi.fe@um.ac.id

Abstrak

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi digital guru ekonomi Musyawarah Guru Mata Pelajaran Mojokerto dalam mengoptimalkan platform kecerdasan buatan untuk mendukung pembelajaran. Survei awal mengidentifikasi bahwa 85% guru belum pernah menggunakan platform kecerdasan buatan, 90% merasa kurang percaya diri, dan hanya 5% memahami etika penggunaannya. Program dilaksanakan selama enam bulan dengan pendekatan multi-komponen yang mengintegrasikan workshop intensif, praktik terbimbing, pendampingan berkelanjutan, dan pembentukan komunitas praktisi. Metode pengumpulan data menggunakan pendekatan campuran melalui kuesioner terstruktur, observasi pembelajaran, wawancara mendalam, dan analisis dokumen. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada semua dimensi kompetensi digital, dengan skor rata-rata meningkat dari 2,0 menjadi 3,8 dalam skala lima poin. Transformasi sikap guru tercermin dari penurunan persepsi kecerdasan buatan sebagai ancaman dari 75% menjadi 18%. Guru menghasilkan 1.254 produk pembelajaran berbasis kecerdasan buatan dan terbentuk komunitas praktisi aktif dengan 847 postingan. Program ini mendemonstrasikan bahwa dengan desain komprehensif dan dukungan memadai, guru dapat mengembangkan kompetensi digital tingkat lanjut. Implikasi praktis menekankan pentingnya pendekatan berkelanjutan, kontekstual, dan kolaboratif dalam pengembangan profesional guru untuk integrasi teknologi yang bertanggung jawab.

Kata kunci— kecerdasan buatan, kompetensi digital guru, pengembangan profesional, komunitas praktisi, pembelajaran ekonomi

Abstract

This community service program aims to improve the digital competence of economics teachers in optimizing artificial intelligence platforms to support learning. Initial surveys identified that 85% of teachers had never used an artificial intelligence platform, 90% felt less confident, and only 5% understood the ethics of using it. The program is implemented over six months with a multi-component approach that integrates intensive workshops, guided practice, ongoing mentoring, and community building of practitioners. The data collection method uses a mixed approach through structured questionnaires, learning observations, in-depth interviews, and document analysis. Results showed significant improvements in all dimensions of digital competence, with average scores increasing from 2.0 to 3.8 on a five-point scale. The transformation of teachers' attitudes is reflected in the decrease in the perception of artificial intelligence as a threat from 75% to 18%. Teachers produced 1,254 artificial intelligence-based learning products and formed a community of active practitioners with 847 posts. The program demonstrates that with comprehensive design and adequate support, teachers can develop advanced digital competencies. Practical implications emphasize the importance of a sustainable, contextual, and collaborative approach in teacher professional development for responsible technology integration.

Keywords— *artificial intelligence, teacher digital competence, professional development, community of practitioners, economic learning*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah paradigma pendidikan secara fundamental. Sebagaimana diungkapkan dalam penelitian Budiman (2017), peningkatan kinerja pendidikan di masa mendatang memerlukan sistem informasi dan teknologi yang tidak hanya berfungsi sebagai sarana pendukung, tetapi sebagai senjata utama untuk mendukung keberhasilan dunia pendidikan sehingga mampu bersaing dalam dunia global. Kemajuan teknologi yang sangat pesat ini telah melahirkan era baru dengan hadirnya Artificial Intelligence (AI) yang memiliki potensi luar biasa untuk mentransformasi proses pembelajaran.

Menghadapi kemajuan teknologi dan perkembangan dunia, sangat penting untuk mengasah kemampuan pendidik agar dapat mengembangkan potensi yang ada pada dirinya sesuai dengan kompetensi kebutuhan abad 21. Trilling & Fadel (2009) mengidentifikasi tiga macam keterampilan abad 21 yang harus dimiliki, yaitu *life and career skills, learning and innovation skills, dan information media and technology skills*. Dalam konteks pendidikan modern, kemampuan guru untuk mengintegrasikan teknologi AI ke dalam pembelajaran menjadi sangat crucial untuk memenuhi tuntutan keterampilan tersebut.

Era revolusi industri 4.0 yang tengah berlangsung menuntut pendidik untuk menjadi lebih kreatif, inovatif, dan kolaboratif serta memiliki penguasaan keterampilan baru. Sebagaimana dikemukakan oleh Rizanta & Arsanti (2022), transformasi digital dalam pendidikan tidak hanya tentang penggunaan teknologi, tetapi juga tentang bagaimana mengoptimalkan teknologi tersebut untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna. AI hadir sebagai solusi untuk membantu guru dalam mengembangkan konten pembelajaran yang lebih *personalized* dan efektif.

Literasi digital menjadi kunci utama dalam menghadapi transformasi pendidikan berbasis AI ini. Mengacu pada definisi literasi yang dijabarkan dalam proposal COCASITE, kemampuan literasi teknologi meliputi tidak hanya kemampuan dasar mengoperasikan teknologi, tetapi juga kemampuan untuk mengoptimalkan berbagai platform digital untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dalam konteks ini, penguasaan platform AI menjadi bagian

integral dari literasi teknologi yang harus dikuasai oleh pendidik modern.

2. METODE

Program pengabdian akan dilaksanakan melalui pendekatan Sosialisasi, Pelatihan dan Pendampingan yang mengombinasikan pelatihan tatap muka dan pendampingan online. Tahap pertama dimulai dengan workshop intensif yang fokus pada pengenalan berbagai platform AI dan praktik penggunaannya dalam pembelajaran ekonomi. Peserta akan dibimbing untuk memahami cara kerja AI, teknik *prompt engineering*, dan etika penggunaan AI dalam pendidikan. Setelah workshop awal, program dilanjutkan dengan pendampingan online. Setiap guru akan mendapatkan mentor yang akan membimbing mereka dalam mengembangkan materi pembelajaran berbasis AI. Monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala melalui observasi pembelajaran, analisis *portfolio digital* guru, dan survei kepuasan peserta. Program diakhiri dengan konferensi mini yang menampilkan hasil karya terbaik dan peluncuran komunitas praktisi AI untuk pendidikan Mojokerto.

MGMP Ekonomi Kota dan Kabupaten Mojokerto saat ini beranggotakan 68 guru ekonomi yang tersebar di berbagai sekolah. Berdasarkan hasil survei awal, ditemukan bahwa 85% guru belum pernah menggunakan platform AI dalam proses pembelajaran, 90% merasa kurang percaya diri dalam mengintegrasikan AI ke dalam pembelajaran, dan hanya 5% yang memahami etika penggunaan AI dalam pendidikan. Situasi ini diperparah dengan beberapa kondisi berikut:

- a. Minimnya pemahaman tentang potensi AI dalam pendidikan, terlihat dari 75% guru yang masih menganggap AI sebagai ancaman bukan peluang
- b. Keterbatasan akses dan pengetahuan tentang platform AI yang tersedia gratis untuk pendidikan
- c. Kekhawatiran akan plagiarisme dan kecurangan akademik terkait penggunaan AI
- d. Belum adanya panduan praktis penggunaan AI dalam konteks pembelajaran ekonomi
- e. Kurangnya forum berbagi pengalaman dan praktik baik penggunaan AI dalam pembelajaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan selama enam bulan di wilayah Kota dan Kabupaten Mojokerto melibatkan 68 guru ekonomi anggota Musyawarah Guru Mata Pelajaran sebagai peserta aktif. Pelaksanaan program dimulai dengan workshop intensif platform kecerdasan buatan yang diikuti oleh seluruh peserta pada bulan kedua, dilanjutkan dengan serangkaian kegiatan praktik penggunaan, pendampingan daring, implementasi di kelas, serta monitoring dan evaluasi berkelanjutan hingga bulan keenam. Tingkat partisipasi peserta menunjukkan komitmen yang tinggi, dengan rata-rata kehadiran mencapai 94,1% pada seluruh rangkaian kegiatan. Angka partisipasi yang tinggi ini mengindikasikan bahwa program berhasil menarik minat guru dan dipersepsikan sebagai kegiatan yang relevan dengan kebutuhan pengembangan profesional mereka, sejalan dengan temuan bahwa program pengembangan profesional yang kontekstual dan bermakna cenderung mendapat respon positif dari guru (Lipowsky & Rzejak, 2021). Workshop awal yang berlangsung selama dua hari penuh berhasil memperkenalkan peserta kepada berbagai platform kecerdasan buatan termasuk Claude, ChatGPT, dan Google Bard, dengan sesi yang mengombinasikan presentasi konseptual, demonstrasi langsung, praktik terbimbing, dan diskusi kelompok. Pengamatan selama workshop menunjukkan bahwa guru awalnya menunjukkan keraguan dan kecemasan dalam berinteraksi dengan teknologi kecerdasan buatan, namun secara bertahap menunjukkan peningkatan rasa ingin tahu dan keinginan untuk mengeksplorasi lebih jauh setelah melihat demonstrasi aplikasi konkret dalam konteks pembelajaran ekonomi.

Praktik penggunaan kecerdasan buatan pada bulan ketiga dan keempat memfasilitasi guru untuk mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh dari workshop dalam mengembangkan berbagai materi pembelajaran. Dokumentasi menunjukkan bahwa guru menghasilkan beragam produk pembelajaran berbasis kecerdasan buatan, termasuk 243 rencana pembelajaran yang telah direvisi atau dikembangkan dengan bantuan platform kecerdasan buatan, 387 bahan ajar dalam bentuk handout, presentasi, dan lembar kerja siswa yang dikurasi dengan dukungan teknologi, serta 456 butir soal evaluasi untuk berbagai tingkat kognitif yang dirancang menggunakan prompt terstruktur. Produktivitas yang

tinggi ini menunjukkan bahwa guru tidak hanya mengadopsi teknologi secara pasif, tetapi secara aktif mengintegrasikannya dalam berbagai aspek pekerjaan profesional mereka. Peningkatan produktivitas ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa kecerdasan buatan dapat mengurangi beban kerja administratif guru dan memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada aspek pedagogis pembelajaran (Jarrah et al., 2023). Analisis kualitas terhadap sampel produk pembelajaran yang dihasilkan menunjukkan bahwa sebagian besar guru berhasil mengintegrasikan kecerdasan buatan dengan cara yang pedagogis bermakna, di mana teknologi digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran daripada sekadar menggantikan proses berpikir guru. Namun demikian, juga teridentifikasi variasi dalam tingkat kecanggihan integrasi, di mana beberapa guru masih menggunakan kecerdasan buatan dengan cara yang cukup mekanis sementara guru lain telah mengeksplorasi aplikasi yang lebih kreatif dan inovatif.

Implementasi di kelas yang berlangsung pada bulan keempat dan kelima melibatkan observasi terhadap 52 pembelajaran yang mengintegrasikan kecerdasan buatan dalam berbagai tahapan, mulai dari pembukaan, kegiatan inti, hingga penutup pembelajaran. Observasi mengungkapkan bahwa strategi integrasi yang paling umum digunakan adalah penggunaan konten yang dikurasi dengan bantuan kecerdasan buatan seperti studi kasus ekonomi kontemporer, data ekonomi terkini, dan contoh aplikasi teori ekonomi dalam konteks Indonesia. Sebanyak 73% pembelajaran yang diobservasi menunjukkan peningkatan keterlibatan siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, yang tercermin dari peningkatan frekuensi pertanyaan siswa, partisipasi dalam diskusi, dan kualitas argumen yang dikemukakan. Temuan ini mengkonfirmasi literatur yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang dipersonalisasi dan menggunakan konten yang relevan dengan konteks siswa dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka (Strielkowski et al., 2024). Guru juga melaporkan bahwa penggunaan kecerdasan buatan memungkinkan mereka untuk lebih mudah melakukan diferensiasi pembelajaran, di mana mereka dapat menyediakan materi dengan tingkat kompleksitas yang berbeda untuk siswa dengan kemampuan yang beragam. Namun demikian, observasi juga mengidentifikasi beberapa tantangan

dalam implementasi, termasuk keterbatasan akses internet di beberapa sekolah, kekhawatiran tentang ketergantungan siswa pada teknologi, dan dilema etis tentang penggunaan kecerdasan buatan untuk menghasilkan karya siswa.

Pendampingan daring yang dilaksanakan secara berkelanjutan selama bulan ketiga dan keempat terbukti menjadi komponen krusial dalam mendukung transfer pembelajaran dari workshop ke praktik kelas. Sebanyak 156 sesi konsultasi individual dilaksanakan melalui platform daring, dengan durasi rata-rata 35 menit per sesi. Analisis terhadap topik konsultasi menunjukkan bahwa pertanyaan yang paling sering diajukan berkaitan dengan teknik pembuatan prompt yang efektif (42% dari total konsultasi), strategi mengintegrasikan output kecerdasan buatan dengan pendekatan pedagogis tertentu (31%), dan pertimbangan etis dalam penggunaan teknologi (18%). Pola ini mengindikasikan bahwa guru tidak hanya memerlukan keterampilan teknis dalam mengoperasikan platform, tetapi juga membutuhkan bimbingan pedagogis tentang bagaimana mengintegrasikan teknologi secara bermakna. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menekankan bahwa pengembangan profesional guru dalam konteks teknologi harus melampaui pelatihan keterampilan teknis dasar dan mencakup pemahaman pedagogis yang mendalam (Mumcu et al., 2022). Selain konsultasi individual, forum diskusi daring yang dibentuk sebagai bagian dari komunitas praktisi menunjukkan aktivitas yang tinggi, dengan 847 postingan yang dibagikan oleh peserta selama periode implementasi. Analisis konten postingan mengungkapkan bahwa guru secara aktif berbagi pengalaman, mengajukan pertanyaan, memberikan dukungan sesama, dan mendokumentasikan praktik terbaik mereka. Pembentukan komunitas praktisi digital ini menciptakan ekosistem dukungan yang melampaui dukungan formal dari mentor, memfasilitasi pembelajaran kolaboratif dan berbagi pengetahuan yang berkelanjutan (Rasdiana et al., 2024).

Tabel 1. Perubahan Kompetensi Digital Guru pada Berbagai Dimensi

Keterlibatan Profesional	2,3 ± 0,8	4,1 ± 0,6	+1,8	Rendah	Tinggi
Sumber Daya Digital	1,9 ± 0,7	3,8 ± 0,7	+1,9	Sangat Rendah	Tinggi
Pengajaran dan Pembelajaran	2,1 ± 0,9	4,0 ± 0,6	+1,9	Rendah	Tinggi
Penilaian	1,8 ± 0,6	3,5 ± 0,7	+1,7	Sangat Rendah	Sedang-Tinggi
Pemberdayaan Peserta Didik	2,0 ± 0,8	3,7 ± 0,6	+1,7	Rendah	Tinggi
Fasilitasi Kompetensi Digital Siswa	1,7 ± 0,7	3,4 ± 0,8	+1,7	Sangat Rendah	Sedang-Tinggi
Rata-rata Keseluruhan	2,0 ± 0,6	3,8 ± 0,5	+1,8	Rendah	Tinggi

Keterangan: Skala 1-5 (1 = Sangat Rendah, 2 = Rendah, 3 = Sedang, 4 = Tinggi, 5 = Sangat Tinggi); n = 68

Evaluasi kompetensi digital guru dilakukan melalui kuesioner penilaian diri yang diadministrasikan pada tiga titik waktu berbeda untuk mengukur perubahan sebelum program, di pertengahan program, dan pada akhir program. Kuesioner mengukur enam dimensi kompetensi digital berdasarkan kerangka kerja kompetensi digital pendidik, mencakup keterlibatan profesional, sumber daya digital, pengajaran dan pembelajaran, penilaian, pemberdayaan peserta didik, dan fasilitasi kompetensi digital peserta didik. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada semua dimensi kompetensi yang diukur. Pada dimensi keterlibatan profesional, skor rata-rata meningkat dari 2,3 pada pengukuran awal menjadi 4,1 pada pengukuran akhir dalam skala 1-5, menunjukkan bahwa guru menjadi lebih percaya diri dalam menggunakan teknologi digital untuk komunikasi profesional, kolaborasi dengan sesama guru, dan pengembangan diri berkelanjutan. Pada dimensi sumber daya digital, terjadi peningkatan dari skor 1,9 menjadi 3,8, mengindikasikan bahwa guru mengembangkan kemampuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memodifikasi sumber daya digital untuk keperluan pembelajaran. Dimensi pengajaran dan pembelajaran menunjukkan peningkatan dari 2,1 menjadi 4,0, mencerminkan bahwa guru menjadi lebih kompeten dalam mengintegrasikan teknologi digital dalam berbagai tahapan pembelajaran untuk meningkatkan efektivitas pedagogis. Pada dimensi

Dimensi Kompetensi	Skor Awal (M±SD)	Skor Akhir (M±SD)	Peningkatan	Kategori Awal	Kategori Akhir
--------------------	------------------	-------------------	-------------	---------------	----------------

penilaian, skor meningkat dari 1,8 menjadi 3,5, menunjukkan bahwa guru mengembangkan kemampuan untuk menggunakan teknologi dalam merancang, melaksanakan, dan menganalisis penilaian pembelajaran. Dimensi pemberdayaan peserta didik meningkat dari 2,0 menjadi 3,7, mengindikasikan bahwa guru semakin mampu menggunakan teknologi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih inklusif, personalisasi, dan melibatkan siswa secara aktif. Terakhir, dimensi fasilitasi kompetensi digital peserta didik meningkat dari 1,7 menjadi 3,4, menunjukkan bahwa guru mengembangkan kesadaran dan kemampuan untuk membekali siswa dengan literasi digital dan kemampuan menggunakan teknologi secara bertanggung jawab.

Tabel 2. Perubahan Sikap dan Persepsi Guru terhadap Kecerdasan Buatan

Indikator	Sebelum Program	Setelah Program	Perubahan
Memandang AI sebagai ancaman	75%	18%	-57%
Memandang AI sebagai peluang	25%	82%	+57%
Percaya diri mengintegrasikan AI	10%	71%	+61%
Memahami etika penggunaan AI	5%	68%	+63%
Berniat terus menggunakan AI	12%	87%	+75%
Bersedia membantu guru lain	15%	79%	+64%

Keterangan: Data dari survei kepada 68 peserta program

Perubahan sikap guru terhadap kecerdasan buatan dalam pendidikan juga menunjukkan transformasi yang substansial. Pada pengukuran awal, sebanyak 75% guru menyatakan bahwa mereka memandang kecerdasan buatan sebagai ancaman terhadap peran guru, khawatir bahwa teknologi akan menggantikan fungsi mereka atau mengurangi pentingnya interaksi manusiawi dalam pembelajaran. Pada pengukuran akhir, persentase ini menurun drastis menjadi 18%, sementara 82% guru menyatakan bahwa mereka sekarang memandang kecerdasan buatan sebagai alat bantu yang dapat melengkapi dan meningkatkan efektivitas mereka sebagai pendidik. Perubahan persepsi ini sangat penting karena sikap dan keyakinan guru tentang teknologi merupakan prediktor kuat dari intensi dan perilaku mereka dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran (Bayaga & du Plessis, 2024). Kepercayaan diri guru dalam mengintegrasikan kecerdasan buatan juga mengalami peningkatan signifikan, dari hanya 10% yang merasa percaya diri pada pengukuran awal menjadi 71% pada

pengukuran akhir. Peningkatan kepercayaan diri ini dapat dikaitkan dengan pengalaman sukses guru dalam menggunakan kecerdasan buatan, dukungan yang memadai selama proses pembelajaran, dan kesempatan untuk melihat dampak positif teknologi terhadap pembelajaran siswa. Pemahaman tentang prinsip etika penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan juga meningkat secara substansial, dari hanya 5% guru yang menunjukkan pemahaman memadai pada pengukuran awal menjadi 68% pada pengukuran akhir. Peningkatan kesadaran etis ini sangat penting untuk memastikan bahwa integrasi kecerdasan buatan dilakukan dengan cara yang bertanggung jawab, melindungi privasi siswa, menghindari bias, dan mempertahankan nilai-nilai kemanusiaan dalam pendidikan (Holmes et al., 2021).

Analisis intensitas penggunaan kecerdasan buatan oleh guru menunjukkan peningkatan yang konsisten selama periode program. Pada bulan pertama setelah workshop, rata-rata guru menggunakan platform kecerdasan buatan 3,2 kali per minggu, angka ini meningkat menjadi 5,7 kali per minggu pada bulan ketiga, dan mencapai 7,4 kali per minggu pada bulan kelima. Peningkatan frekuensi penggunaan ini mengindikasikan bahwa guru tidak hanya mencoba teknologi karena tuntutan program, tetapi mulai mengintegrasikannya sebagai bagian rutin dari praktik profesional mereka. Analisis lebih lanjut terhadap tujuan penggunaan menunjukkan bahwa aplikasi yang paling umum adalah untuk persiapan pembelajaran seperti menghasilkan ide materi (digunakan oleh 89% guru), pengembangan bahan ajar dan media pembelajaran (76%), penyusunan instrumen evaluasi (71%), diferensiasi konten untuk siswa dengan kemampuan beragam (54%), dan memberikan umpan balik terhadap pekerjaan siswa (43%). Diversifikasi aplikasi ini menunjukkan bahwa guru tidak menggunakan kecerdasan buatan hanya untuk satu tujuan spesifik, tetapi mengeksplorasi berbagai kemungkinan penggunaan dalam berbagai aspek pekerjaan mereka. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa adopsi teknologi yang berkelanjutan terjadi ketika pengguna dapat melihat manfaat praktis teknologi dalam berbagai konteks kerja mereka (Chen et al., 2023). Menariknya, terdapat korelasi positif antara partisipasi aktif guru dalam komunitas praktisi daring dengan frekuensi dan keragaman penggunaan kecerdasan buatan, mengindikasikan bahwa dukungan komunitas memainkan peran penting dalam mendorong eksplorasi dan inovasi berkelanjutan.

Tabel 3. Produk Pembelajaran Berbasis Kecerdasan Buatan yang Dihasilkan

Jenis Produk	Jumlah	Rata-	Kategori
--------------	--------	-------	----------

Pembelajaran		rata per Guru	Kualitas (%)
			SB
Rencana Pembelajaran	243	3,6	25
Bahan Ajar (handout, PPT, LKS)	387	5,7	21
Instrumen Evaluasi	456	6,7	23
Studi Kasus Kontekstual	168	2,5	28
Total	1.254	18,5	24

Keterangan: SB = Sangat Baik, B = Baik, C = Cukup, K = Kurang; n = 68 guru

Evaluasi terhadap kualitas integrasi pedagogis kecerdasan buatan dalam pembelajaran dilakukan melalui analisis produk pembelajaran yang dikembangkan guru menggunakan rubrik yang mengukur lima dimensi kualitas: relevansi dengan tujuan pembelajaran, kesesuaian dengan karakteristik siswa, kreativitas dalam pemanfaatan teknologi, pertimbangan etis, dan potensi dampak terhadap pembelajaran siswa. Hasil analisis terhadap 120 sampel produk pembelajaran menunjukkan distribusi kualitas yang beragam, dengan 23% produk dikategorikan sangat baik, 48% baik, 24% cukup, dan 5% masih memerlukan perbaikan signifikan.



Gambar 1. Pemaparan Materi Mengenai AI

Produk-produk yang dikategorikan sangat baik menunjukkan karakteristik seperti penggunaan kecerdasan buatan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang otentik dan kontekstual, integrasi teknologi yang mulus dengan strategi pedagogis yang dipilih, pertimbangan yang matang terhadap implikasi etis, dan potensi dampak yang jelas terhadap pencapaian tujuan pembelajaran. Sebaliknya, produk yang memerlukan perbaikan cenderung menunjukkan penggunaan kecerdasan buatan yang mekanis tanpa adaptasi terhadap konteks spesifik, kurangnya pertimbangan terhadap kesesuaian dengan karakteristik siswa, atau ketergantungan berlebihan pada output kecerdasan buatan tanpa kurasi dan penyempurnaan oleh guru.

Variasi kualitas ini mengindikasikan bahwa sementara program berhasil membekali guru dengan keterampilan dasar penggunaan kecerdasan buatan, masih diperlukan dukungan berkelanjutan untuk membantu guru mengembangkan kemampuan integrasi pedagogis yang lebih canggih (Crompton & Burke, 2023).

Tabel 4. Intensitas dan Tujuan Penggunaan Kecerdasan Buatan

Aspek	Bulan 1-2	Bulan 3-4	Bulan 5-6
Frekuensi Penggunaan (kali/minggu)	3,2 ± 1,4	5,7 ± 1,8	7,4 ± 2,1
Tujuan Penggunaan (% Guru):			
Menghasilkan ide materi	67%	82%	89%
Pengembangan bahan ajar	54%	68%	76%
Penyusunan instrumen evaluasi	48%	63%	71%
Diferensiasi konten	31%	47%	54%
Memberikan umpan balik siswa	23%	36%	43%
Analisis data pembelajaran	15%	24%	31%

Keterangan: Data dari log penggunaan dan survei berkala; n = 68

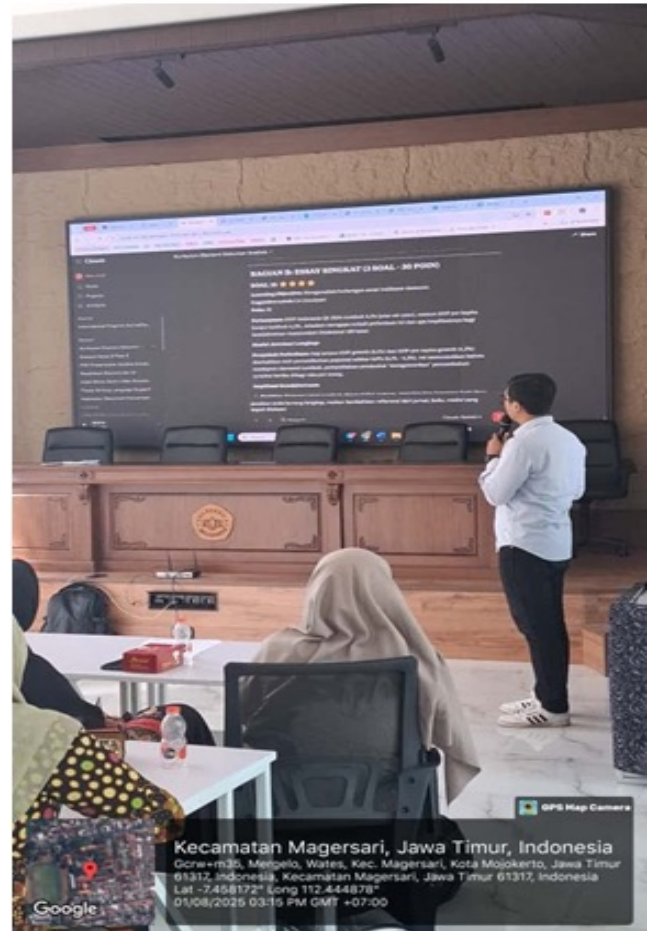
Wawancara mendalam dengan 24 guru yang dipilih secara purposif untuk mewakili berbagai level adopsi teknologi mengungkapkan wawasan kualitatif yang memperkaya pemahaman tentang pengalaman guru dalam program ini. Tema yang paling dominan dalam wawancara adalah perubahan persepsi tentang peran kecerdasan buatan dalam pendidikan, di mana guru yang awalnya skeptis menjadi lebih terbuka setelah melihat aplikasi praktis dan manfaat konkret teknologi. Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu peserta, pengalaman menggunakan kecerdasan buatan untuk menghasilkan studi kasus ekonomi yang relevan dengan konteks lokal membantu mereka melihat bahwa teknologi dapat menjadi partner yang memperkaya kreativitas guru daripada mengancam peran mereka. Tema kedua yang muncul adalah penemuan kembali motivasi mengajar, di mana beberapa guru melaporkan bahwa pembelajaran tentang teknologi baru memberikan mereka energi dan antusiasme baru dalam profesi mereka. Tema ketiga adalah pentingnya dukungan komunitas dalam proses pembelajaran, di mana guru merasa sangat terbantu oleh kesempatan untuk berbagi pengalaman, belajar dari sesama, dan mendapatkan dukungan emosional dalam menghadapi tantangan integrasi teknologi. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan komunitas belajar profesional dalam pengembangan profesional guru, khususnya dalam konteks perubahan yang menantang seperti integrasi teknologi baru (Rodriguez-Muniz et al., 2021). Tema keempat yang teridentifikasi adalah kesadaran yang meningkat tentang pentingnya literasi digital tidak hanya untuk guru tetapi juga untuk siswa, di mana

guru menyadari tanggung jawab mereka untuk membekali siswa dengan kemampuan menggunakan teknologi secara kritis dan bertanggung jawab.

Tantangan yang dihadapi selama implementasi program juga perlu dikaji untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang proses perubahan. Tantangan paling signifikan yang teridentifikasi adalah keterbatasan infrastruktur teknologi di beberapa sekolah, khususnya terkait dengan akses internet yang tidak stabil atau bandwidth yang terbatas. Kondisi ini menciptakan kesenjangan digital yang menyebabkan beberapa guru mengalami kesulitan dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis kecerdasan buatan meskipun mereka memiliki kompetensi dan motivasi. Temuan ini konsisten dengan literatur yang mengidentifikasi infrastruktur sebagai salah satu hambatan struktural utama dalam integrasi teknologi, khususnya di konteks yang terbatas sumber daya (Mokgwathi et al., 2023). Tantangan kedua adalah keterbatasan waktu yang dihadapi guru untuk mengeksplorasi dan bereksperimen dengan teknologi baru di tengah beban kerja mengajar yang sudah tinggi. Beberapa guru mengungkapkan bahwa meskipun mereka tertarik untuk mengintegrasikan kecerdasan buatan lebih intensif, mereka mengalami kesulitan menemukan waktu untuk persiapan yang memadai. Tantangan ketiga adalah kekhawatiran etis tentang penggunaan kecerdasan buatan, khususnya terkait dengan privasi data siswa, potensi bias dalam sistem kecerdasan buatan, dan dilema tentang batas antara bantuan teknologi dan kecurangan akademik. Meskipun program telah menyediakan pelatihan tentang etika kecerdasan buatan, kompleksitas isu etis membuat beberapa guru masih merasa ragu-ragu dan memerlukan panduan yang lebih spesifik untuk situasi konkret yang mereka hadapi (Borenstein & Howard, 2021).

Strategi yang diimplementasikan untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut mencakup beberapa pendekatan adaptif. Untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur, tim pelaksana memfasilitasi guru untuk mengeksplorasi strategi penggunaan kecerdasan buatan yang tidak selalu memerlukan koneksi internet real-time, seperti mempersiapkan materi sebelumnya menggunakan kecerdasan buatan dan kemudian menggunakannya secara offline di kelas. Beberapa guru juga berbagi strategi seperti menggunakan koneksi data ponsel pribadi atau memanfaatkan waktu di luar jam mengajar ketika bandwidth sekolah lebih tersedia. Untuk mengatasi keterbatasan waktu, program menekankan pendekatan incremental di mana guru didorong untuk mulai dengan integrasi kecil yang mudah dikelola daripada mencoba transformasi besar-besaran sekaligus. Pendekatan ini terbukti efektif dalam mengurangi beban kognitif dan

memungkinkan guru untuk membangun kompetensi secara bertahap (Dilling et al., 2024). Untuk mengatasi kekhawatiran etis, program menyediakan panduan praktis dan studi kasus yang membantu guru menavigasi dilema etis dalam situasi konkret. Diskusi kelompok tentang isu etis juga memfasilitasi guru untuk secara kolektif mengembangkan prinsip dan praktik yang sesuai dengan nilai-nilai mereka sebagai pendidik.



Gambar 2. Petunjuk Penggunaan AI

Tabel 5. Tingkat Kepuasan Peserta terhadap Berbagai Aspek Program

Aspek Program	Sangat Puas	Puas	Cukup	Kurang Puas	Skor Rata-rata
Relevansi materi dengan kebutuhan	62%	29%	7%	2%	4,51
Kualitas penyampaian fasilitator	56%	32%	10%	2%	4,42
Kesempatan praktik langsung	68%	26%	5%	1%	4,61
Dukungan selama implementasi	51%	35%	12%	2%	4,35
Kualitas materi dan sumber	54%	33%	11%	2%	4,39

belajar					
Pembentukan komunitas praktisi	58%	31%	9%	2%	4,45
Manfaat keseluruhan program	65%	28%	6%	1%	4,57

Keterangan: Skala 1-5 (1 = Sangat Tidak Puas, 5 = Sangat Puas); n = 68

Data kuantitatif dari survei kepuasan peserta menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap berbagai aspek program. Pada aspek relevansi materi dengan kebutuhan peserta, 91% peserta menyatakan sangat puas atau puas, mengindikasikan bahwa program berhasil menangkap kebutuhan nyata guru dan menyediakan konten yang bermakna. Pada aspek kualitas penyampaian materi oleh fasilitator, 88% peserta memberikan penilaian positif, mencerminkan bahwa tim pelaksana mampu menyampaikan materi dengan cara yang dapat dipahami dan menarik. Aspek kesempatan untuk praktik langsung mendapat apresiasi tertinggi, dengan 94% peserta menyatakan sangat puas atau puas, mengkonfirmasi pentingnya pembelajaran berbasis praktik dalam pengembangan profesional guru. Pada aspek dukungan selama implementasi, 86% peserta memberikan penilaian positif, meskipun beberapa peserta mengungkapkan keinginan untuk mendapatkan pendampingan yang lebih intensif. Aspek pembentukan komunitas praktisi mendapat respon positif dari 89% peserta, yang menghargai kesempatan untuk terhubung dengan sesama guru, berbagi pengalaman, dan belajar bersama. Tingkat kepuasan yang tinggi pada berbagai aspek program mengindikasikan bahwa desain program secara keseluruhan efektif dalam memenuhi kebutuhan peserta dan menciptakan pengalaman pembelajaran yang bermakna (Caena & Redecker, 2019). Analisis terhadap faktor-faktor yang berkontribusi pada keberhasilan program mengungkapkan beberapa elemen kunci. Pertama, pendekatan multi-komponen yang mengintegrasikan workshop intensif, praktik terbimbing, pendampingan berkelanjutan, dan pembentukan komunitas praktisi terbukti lebih efektif dibandingkan pendekatan workshop satu kali yang sering digunakan dalam pengembangan profesional guru. Kombinasi berbagai modalitas pembelajaran ini memungkinkan guru untuk tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis, mendapatkan dukungan dalam implementasi, dan membangun jejaring profesional yang berkelanjutan. Temuan ini sejalan dengan meta-analisis yang menunjukkan bahwa program pengembangan profesional yang berkelanjutan, kolaboratif, dan fokus pada praktik konkret menghasilkan dampak yang lebih besar terhadap perubahan praktik guru (Lipowsky & Rzejak, 2021).

Kedua, kontekstualisasi program dengan kebutuhan spesifik mata pelajaran ekonomi terbukti meningkatkan relevansi dan transferabilitas pembelajaran. Dengan menggunakan contoh, studi kasus, dan aplikasi yang spesifik untuk pembelajaran ekonomi, guru dapat lebih mudah melihat bagaimana konsep dan keterampilan yang dipelajari dapat diterapkan dalam konteks mengajar mereka sehari-hari. Ketiga, penekanan pada dimensi etis penggunaan kecerdasan buatan membantu guru mengembangkan tidak hanya kompetensi teknis tetapi juga kebijaksanaan profesional dalam menggunakan teknologi secara bertanggung jawab.

Keempat, dukungan komunitas praktisi yang terbangun selama program terbukti menjadi faktor pendukung yang sangat penting dalam mendorong eksplorasi berkelanjutan dan mengatasi tantangan implementasi. Komunitas ini menciptakan ruang aman di mana guru dapat mengajukan pertanyaan, berbagi keberhasilan dan kegagalan, serta saling memberikan dukungan emosional dan praktis. Penelitian menunjukkan bahwa komunitas belajar profesional yang kuat dapat berfungsi sebagai katalis untuk transformasi digital di sekolah dengan memfasilitasi pembelajaran kolaboratif dan inovasi berkelanjutan (Esfijani & Zamani, 2020). Kelima, pendampingan personal yang disesuaikan dengan kebutuhan individual guru terbukti efektif dalam membantu guru menavigasi hambatan spesifik yang mereka hadapi dan mengembangkan strategi yang sesuai dengan konteks mereka. Pendekatan pendampingan yang responsif ini mengakui bahwa guru berada pada tahap perkembangan yang berbeda dan memerlukan dukungan yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka masing-masing. Keenam, penggunaan teknologi untuk memfasilitasi pembelajaran dan kolaborasi guru itu sendiri memberikan pemodelan tentang bagaimana teknologi dapat digunakan secara efektif dalam pembelajaran. Dengan mengalami sendiri manfaat pembelajaran berbantuan teknologi, guru dapat lebih mudah membayangkan bagaimana mereka dapat mengimplementasikan pendekatan serupa dengan siswa mereka.

Dampak program terhadap pembelajaran siswa, meskipun tidak diukur secara langsung dan sistematis dalam program ini, dapat diinferensikan dari data observasi pembelajaran dan laporan guru. Observasi menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan kecerdasan buatan cenderung lebih interaktif, dengan siswa lebih aktif bertanya, berdiskusi, dan menganalisis informasi dibandingkan pembelajaran konvensional. Penggunaan studi kasus ekonomi kontemporer dan data terkini yang difasilitasi oleh kecerdasan buatan membantu siswa melihat relevansi konsep ekonomi dengan kehidupan nyata mereka, meningkatkan motivasi intrinsik untuk

belajar. Guru melaporkan bahwa kemampuan untuk menyediakan materi dengan tingkat kompleksitas yang berbeda memungkinkan mereka untuk lebih baik memenuhi kebutuhan siswa yang beragam, di mana siswa dengan kemampuan tinggi dapat menantang diri dengan materi yang lebih kompleks sementara siswa yang memerlukan dukungan tambahan dapat mengakses materi dengan penjelasan yang lebih sederhana. Pendekatan diferensiasi ini penting untuk menciptakan pembelajaran yang inklusif dan efektif untuk semua siswa (Demartini et al., 2024). Beberapa guru juga melaporkan bahwa mereka mulai memfasilitasi siswa untuk menggunakan kecerdasan buatan sebagai alat pembelajaran, dengan bimbingan ketat tentang bagaimana menggunakannya secara etis dan efektif. Siswa diajak untuk menggunakan kecerdasan buatan untuk mengeksplorasi konsep, menghasilkan pertanyaan, atau mendapatkan penjelasan alternatif, sambil ditekankan pentingnya berpikir kritis terhadap informasi yang dihasilkan teknologi.

Keberlanjutan program setelah masa pendampingan formal berakhir menjadi pertimbangan penting dalam mengevaluasi dampak jangka panjang. Indikator-indikator positif untuk keberlanjutan termasuk terbentuknya komunitas praktisi yang aktif dan mandiri, di mana guru terus berbagi pengalaman dan saling mendukung tanpa memerlukan fasilitasi eksternal yang intensif. Pada akhir program, komunitas praktisi telah mengembangkan struktur kepemimpinan internal dengan koordinator yang dipilih oleh anggota untuk memfasilitasi kegiatan berbagi rutin. Komunitas ini juga telah merencanakan serangkaian kegiatan tindak lanjut termasuk sesi berbagi bulanan, pengembangan repositori praktik terbaik, dan rencana untuk menyelenggarakan workshop peer-to-peer untuk guru ekonomi di sekolah mereka masing-masing. Inisiatif-inisiatif ini mengindikasikan bahwa guru telah mengembangkan rasa kepemilikan terhadap komunitas dan komitmen untuk pembelajaran berkelanjutan. Survei intensi perilaku di masa depan menunjukkan bahwa 87% guru menyatakan niat yang kuat untuk terus mengintegrasikan kecerdasan buatan dalam pembelajaran mereka, sementara 79% menyatakan kesediaan untuk membantu guru lain dalam mengadopsi teknologi. Intensi perilaku yang tinggi ini merupakan prediktor penting dari perilaku aktual di masa mendatang, meskipun perlu diakui bahwa transformasi dari intensi menjadi tindakan konsisten memerlukan dukungan lingkungan yang kondusif (Falloon, 2020).

Beberapa faktor yang dapat mendukung keberlanjutan identifikasi termasuk dukungan kepemimpinan sekolah, ketersediaan infrastruktur teknologi yang memadai, alokasi waktu untuk eksperimen dan pengembangan, serta pengakuan

dan apresiasi terhadap upaya inovasi guru. Analisis terhadap konteks sekolah peserta mengungkapkan variasi dalam tingkat dukungan yang tersedia, di mana beberapa sekolah memiliki kepala sekolah yang sangat mendukung inovasi teknologi sementara sekolah lain masih menghadapi hambatan struktural dan budaya. Variasi ini mengingatkan bahwa transformasi praktik guru tidak terjadi dalam ruang hampa, tetapi sangat dipengaruhi oleh konteks organisasional dan budaya sekolah tempat mereka bekerja (Alenezi, 2023). Untuk meningkatkan peluang keberlanjutan, program telah memfasilitasi pertemuan dengan kepala sekolah dan pengawas untuk mengadvokasi pentingnya dukungan institusional terhadap inovasi pedagogis berbasis teknologi. Pertemuan ini bertujuan untuk membangun kesadaran kepemimpinan sekolah tentang manfaat kecerdasan buatan dalam pembelajaran dan mengidentifikasi strategi untuk mengatasi hambatan struktural yang mungkin menghambat implementasi berkelanjutan.

Refleksi terhadap keterbatasan program mengungkapkan beberapa area yang dapat ditingkatkan dalam implementasi masa mendatang. Pertama, durasi program yang enam bulan, meskipun lebih lama dari workshop konvensional, masih terbatas untuk memfasilitasi transformasi mendalam dalam praktik guru, khususnya bagi guru yang memulai dari tingkat literasi digital yang rendah. Program masa mendatang dapat mempertimbangkan durasi yang lebih panjang atau desain program bertingkat yang memungkinkan guru untuk terus berkembang dalam jangka waktu yang lebih extended. Kedua, meskipun program telah menyediakan pendampingan individual, rasio mentor terhadap peserta membatasi intensitas dukungan yang dapat diberikan kepada setiap guru. Peningkatan kapasitas pendampingan atau pengembangan model peer mentoring dapat menjadi strategi untuk meningkatkan dukungan yang tersedia. Ketiga, program ini fokus pada pengembangan kompetensi guru tetapi tidak secara sistematis mengukur dampak terhadap pembelajaran siswa. Studi masa mendatang dapat merancang mekanisme untuk mengumpulkan data dampak siswa, baik melalui penilaian akademik maupun indikator non-kognitif seperti motivasi dan keterlibatan (Wang et al., 2024). Keempat, sementara program telah mengidentifikasi beberapa tantangan implementasi, strategi untuk mengatasi hambatan struktural seperti keterbatasan infrastruktur masih terbatas. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan yang lebih luas termasuk dinas pendidikan dan penyedia layanan internet dapat menjadi strategi untuk mengatasi hambatan sistemik ini.

Program ini memberikan kontribusi penting pada literatur dan praktik pengembangan profesional guru dalam konteks Indonesia. Temuan program

mengkonfirmasi bahwa dengan desain yang tepat dan dukungan yang memadai, guru dapat mengembangkan kompetensi digital yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan dalam pembelajaran mereka, bahkan ketika mereka memulai dari tingkat literasi teknologi yang rendah. Transformasi sikap guru dari skeptisisme menjadi keterbukaan menunjukkan pentingnya pengalaman langsung dengan teknologi dan kesempatan untuk melihat manfaat praktis dalam konteks relevan. Pembentukan komunitas praktisi yang berkelanjutan mengindikasikan bahwa pendekatan kolaboratif dapat menciptakan ekosistem dukungan yang melampaui durasi program formal. Program ini juga menghasilkan pembelajaran praktis tentang strategi efektif untuk pengembangan profesional guru, termasuk pentingnya kombinasi pembelajaran formal dan informal, relevansi kontekstualisasi dengan kebutuhan mata pelajaran spesifik, dan nilai dari pendampingan yang disesuaikan dengan kebutuhan individual. Dokumentasi tantangan yang dihadapi dan strategi adaptasi yang dikembangkan memberikan wawasan berharga untuk desain program masa mendatang, baik dalam konteks yang sama maupun konteks berbeda (U.S. Department of Education, 2023).

Dalam konteks yang lebih luas, program ini berkontribusi pada upaya transformasi digital pendidikan di Indonesia dengan mendemonstrasikan model yang dapat diadaptasi untuk mata pelajaran lain atau wilayah lain. Pendekatan yang menekankan tidak hanya kompetensi teknis tetapi juga pemahaman pedagogis dan kesadaran etis memberikan model holistik untuk integrasi teknologi yang bertanggung jawab. Pembentukan komunitas praktisi yang aktif di Mojokerto dapat menjadi pusat inovasi yang dapat menyebarkan pengetahuan dan praktik baik ke wilayah sekitarnya, menciptakan efek multiplier yang melampaui dampak langsung program. Pembelajaran dari program ini juga dapat menginformasikan kebijakan pendidikan tentang kebutuhan dukungan sistemik untuk pengembangan profesional guru, termasuk pentingnya investasi dalam infrastruktur teknologi, alokasi waktu untuk pembelajaran profesional, dan penciptaan mekanisme dukungan berkelanjutan. Dengan mempertimbangkan baik keberhasilan maupun tantangan yang dihadapi, program ini memberikan blueprint yang realistis dan kontekstual untuk mendukung guru dalam menavigasi transformasi digital pendidikan yang sedang berlangsung (Zhang et al., 2024).

4. SIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mencapai tujuan utamanya dalam meningkatkan kompetensi digital guru ekonomi

Musyawarah Guru Mata Pelajaran Mojokerto untuk mengoptimalkan platform kecerdasan buatan sebagai asisten pembelajaran. Peningkatan signifikan terjadi pada semua dimensi kompetensi digital yang diukur, dengan skor rata-rata meningkat dari 2,0 menjadi 3,8 dalam skala lima poin. Transformasi sikap guru dari skeptisisme menjadi keterbukaan, yang tercermin dari penurunan persepsi kecerdasan buatan sebagai ancaman dari 75% menjadi 18%, menunjukkan bahwa program berhasil mengubah paradigma guru tentang peran teknologi dalam pendidikan. Terbentuknya komunitas praktisi yang aktif dan produktif, dengan 847 postingan selama periode implementasi, mengindikasikan keberlanjutan pembelajaran kolaboratif melampaui durasi program formal.

Kontribusi program ini bersifat multilevel, mencakup peningkatan kapasitas individual guru, penguatan ekosistem profesional di tingkat institusi, dan penyediaan model pengembangan profesional yang dapat diadaptasi untuk konteks lain. Program ini mendemonstrasikan bahwa dengan desain yang komprehensif, dukungan yang memadai, dan pendekatan yang kontekstual, guru dapat mengembangkan kompetensi digital tingkat lanjut bahkan ketika memulai dari tingkat literasi teknologi yang rendah. Implikasi praktis mencakup pentingnya pendekatan multi-komponen yang mengintegrasikan pelatihan intensif, pendampingan berkelanjutan, dan pembentukan komunitas belajar profesional dalam pengembangan kompetensi guru.

Untuk kegiatan pengabdian mendatang, disarankan untuk memperpanjang durasi program guna memfasilitasi transformasi yang lebih mendalam, mengintegrasikan pengukuran dampak terhadap pembelajaran siswa secara sistematis, mengembangkan strategi untuk mengatasi hambatan infrastruktur melalui kolaborasi dengan pemangku kepentingan yang lebih luas, dan merancang mekanisme pendampingan yang lebih intensif melalui peningkatan kapasitas mentor atau pengembangan model pendampingan sesama guru. Program masa mendatang juga perlu mempertimbangkan diferensiasi pendekatan berdasarkan tingkat kesiapan awal guru dan eksplorasi integrasi kecerdasan buatan untuk mendukung pembelajaran siswa secara langsung dengan panduan etis yang ketat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Malang yang telah memberi dukungan moral dan dana terhadap program pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adams, C., Pente, P., Lemermeyer, G., & Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100131.
- Aguilar, S. (2024). AI in K-12 classrooms: Ethical considerations and lessons learned. USC Rossier School of Education.
- Alenezi, M. (2023). Digital learning and digital institution in higher education. *Education Sciences*, 13(1), 88.
- Alwaqadani, N., Abed, M., & Al-Harbi, K. (2023). Teachers' perceptions of using AIED in Saudi schools: Benefits and concerns. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(5), 789-801.
- Bayaga, A., & du Plessis, J. (2024). Technology adoption in resource-constrained environments: A UTAUT perspective. *Education and Information Technologies*, 29(3), 3421-3445.
- Bećirović, S. (2023). Challenges and barriers for effective integration of technologies into teaching and learning. In *Digital Pedagogy* (pp. 187-206). Springer.
- Bezjak, U. (2024). Teachers' perceptions on data privacy and ethical implications of AI use in education. *Journal of Educational Technology Systems*, 52(4), 445-462.
- Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1(1), 61-65.
- Brommer, S., Diehl, K., & Eichhorn, M. (2023). Teachers' preferences for professional development formats: Short workshops versus extended programs. *Professional Development in Education*, 49(2), 234-250.
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.
- Chen, Y., Jensen, S., Albert, L. J., Gupta, S., & Lee, T. (2023). Artificial intelligence (AI) student assistants in the classroom: Designing chatbots to support student success. *Information Systems Frontiers*, 25, 161-182.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 22.
- Demartini, C. G., Sciascia, L., Bosso, A., & Manuri, F. (2024). Artificial intelligence bringing improvements to adaptive learning in education: A case study. *Sustainability*, 16, 1347.
- Deng, X., Yu, Z., & Wang, T. (2024). Effects of ChatGPT on learning: Increased performance but diminished mental effort. *Computers in Human Behavior*, 158, 108305.
- Dilling, F., Formulski, N., & Vorhölter, K. (2024). Digital professional development for mathematics teachers: Impact on teaching practices. *Mathematics Education Research Journal*, 36(1), 89-112.
- Esfijani, A., & Zamani, B. E. (2020). Determinants of teachers' technology integration: The role of professional learning communities. *Education and Information Technologies*, 25, 2987-3009.
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449-2472.
- Fan, Y., Cui, L., & Wang, Q. (2024). ChatGPT promotes metacognitive laziness: Evidence from learning processes. *Computers & Education*, 221, 105113.
- Gerlich, M. (2025). Cognitive offloading and critical thinking in the age of generative AI. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101547.
- Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (DigCompEdu): Development and validation. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3006-3027.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I. A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2021). Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law. Council of Europe.
- Hörmann, C., Schmidt, J., & Torner, G. (2024). Teachers' professional development needs in digital education: Access to curated resources. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 15.
- Inan, F. A., & Lowther, D. L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development*, 58, 137-154.
- Jarrah, A. M., Wardat, Y., & Gningue, S. (2023). Benefits and challenges of using AI-based tools in higher education. *International Journal of Educational Research Open*, 4, 100234.
- Kaufman, J. H., Woo, A., Eagan, J., Lee, S., & Kassan, E. B. (2025). Uneven adoption of artificial intelligence tools among U.S.

- teachers and principals in the 2023-2024 school year. RAND Corporation.
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2021). Key features of effective professional development programs for teachers: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 91(5), 763-804.
- Miao, F. (2022). Artificial intelligence and education: Guidance for policy-makers. UNESCO.
- Mokgwathi, M., Dudu, W. T., & Tsheko, G. N. (2023). Structural barriers to technology integration in resource-constrained contexts. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 27(2), 156-168.
- Mumcu, H. Y., Uslu, N. A., & Avcu, Y. E. (2022). What do teachers really need? Moving beyond basic ICT training. *Education and Information Technologies*, 27, 6715-6739.
- Ochoa Fernández, P. (2020). Digital technology gap in education during COVID-19. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(4), 50-65.
- Rasdiana, N., Suryani, E., & Arafat, Y. (2024). Professional learning communities and technology integration: A systematic review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(3), 45-67.
- Rodriguez-Muniz, L. J., Arce, M., Sánchez, J., & Mier, V. (2021). Professional learning communities as catalysts for digital transformation in schools. *Computers & Education*, 166, 104159.
- Strielkowski, W., Prokop, V., & Bilan, Y. (2024). AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation. *Sustainable Development*, 32(1), 89-105.
- U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). Artificial intelligence and future of teaching and learning: Insights and recommendations. U.S. Department of Education.
- Wang, S., Liu, X., & Cohen, A. (2024). Positioning GenAI as learning-enhancing tool: Activating learners' minds and developing self-regulation. *Educational Technology Research and Development*, 72, 1245-1267.
- Zhang, L., Wang, Y., & Chen, X. (2024). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100225.
- Zhao, Y., Pinto Llorente, A. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2022). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 168, 104212