

Pengembangan GURU CERDIG (Guru Cerdas Digital) dengan Bantuan AI untuk Perencanaan *Deep Learning* di Sekolah Dasar Negeri Kabupaten Temanggung

Gati Destiyani^{1*}, Bambang Ismanto¹, Stefanus Christian Relmasira¹

¹ Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia

✉ Corresponding Author*: gatidestiyani533@gmail.com

ABSTRACT

The low level of students' Higher-Order Thinking Skills (HOTS), as reflected in the 2022 Programme for International Student Assessment (PISA) results, together with the substantial administrative burden faced by teachers in developing high-quality deep learning lesson plans, remains a significant challenge in primary education. This study aimed to develop an AI-powered website-based platform called Guru Cerdig (Guru Cerdas Digital) to assist teachers in preparing instructional plans more efficiently and effectively. Product feasibility was evaluated using both qualitative and quantitative approaches, including validity and reliability testing, to ensure that the developed platform met acceptable standards of quality, consistency, and practical usability in educational settings. The study employed a Research and Development (R&D) methodology by integrating the ADDIE and Borg & Gall development models. Data were analyzed using a mixed-methods approach, utilizing MAXQDA for qualitative analysis and SPSS inferential statistical tests for quantitative analysis. The findings revealed that existing instructional planning practices remain largely dominated by conventional administrative procedures with limited pedagogical depth. The GURU CERDIG platform was rated as "Highly Feasible" by subject matter experts (93.83%) and IT/media experts (78.13%). From a practical perspective, the AI-powered features significantly reduced the time required to prepare instructional plans from several days to less than five minutes, with a user satisfaction rate of 48%. Furthermore, the Wilcoxon Signed-Rank Test produced a significance value of $p < 0.001$, indicating that the platform significantly improved the quality of instructional planning. The study concludes that GURU CERDIG represents a transformational digital ecosystem capable of enhancing teachers' competence, efficiency, and confidence in implementing deep learning-oriented instructional practices.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Deep Learning, Instructional Planning, Research and Development (R&D).

ARTICLE INFO

Article history:

Received
January 15, 2026
Revised
April 25, 2026
Accepted
June 20, 2026

Journal Homepage <https://attractivejournal.com/index.php/aj/>

This is an open access article under the CC BY SA license

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

@ 2026 by the authors

Published by

CV. Creative Tugu Pena

INTRODUCTION

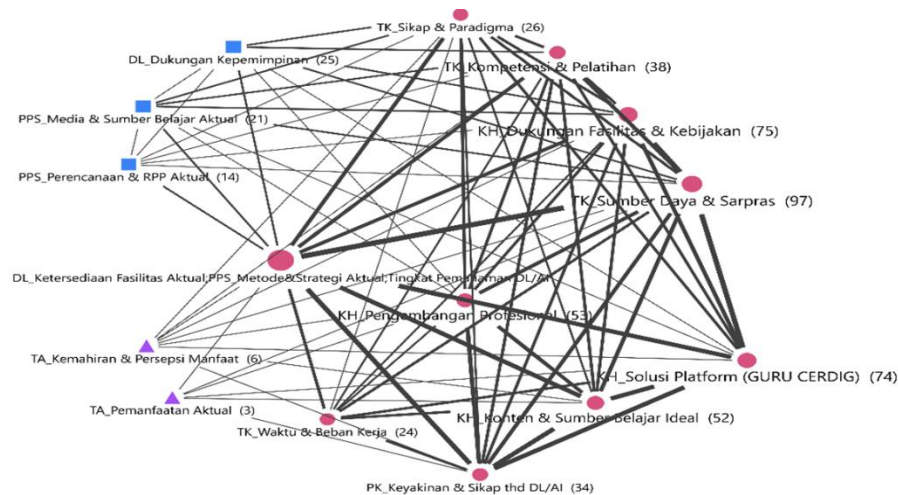
Perubahan paradigma pendidikan abad ke-21 menuntut guru bukan hanya menyampaikan pengetahuan dasar (surface learning), tetapi juga penguasaan kompetensi tingkat tinggi (HOTS). Salah satu pendekatan pembelajaran yang digunakan yaitu deep learning. Pendekatan deep learning merupakan pendekatan pembelajaran yang bukan hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan reflektif, tetapi juga mendorong keterlibatan serta motivasi intrinsik siswa dalam proses belajar (Burner &

Schipor, 2025; Hazima et al., 2025; Zhang et al., 2025). OECD, (2019) dalam laporan terbarunya mengungkapkan fakta memprihatinkan bahwa Indonesia masih menghadapi tantangan krisis literasi dan numerasi yang akut, di mana kurang dari 1% siswa mampu mencapai level berpikir tingkat tinggi (HOTS) pada penilaian PISA 2022.

Kondisi sistemik ini diperparah oleh beban administratif guru sekolah dasar yang sangat masif. Heibibi et al., (2026) and Sulistyaningrum et al., (2021) menyatakan bahwa proses perencanaan pembelajaran sering kali terjebak dalam formalitas dokumen administratif semata, daripada menjadi desain instruksional yang reflektif dan kreatif. Tidak hanya itu menurut Hasibuan et al., (2025) and Zhang et al., (2025) pembelajaran hendaknya memiliki enam kompetensi global atau 6C (*Character, Citizenship, Collaboration, Communication, Creativity, Critical Thinking*). Kompetensi tersebut harus diintegrasikan secara eksplisit dalam desain pembelajaran untuk membekali siswa untuk menghadapi kompleksitas masa depan yang tidak menentu. Selain itu, perencanaan yang matang harus mengacu pada model desain instruksional sistematis seperti *Nine Elements of Instruction* dari Gagne yang memastikan stimulus eksternal mampu memicu proses internal belajar siswa secara optimal melalui tahapan yang terukur dan logis (Sulistyaningrum et al., 2021). Dengan adanya beberapa substansi tersebut, penting untuk guru untuk menyiapkan alur pembelajaran sebelum mengajar.

Penyusunan rencana pembelajaran sebelum mengajar sangat penting, karena menjadi fondasi agar proses pembelajaran berjalan terarah, sistematis, dan berorientasi pada capaian hasil belajar (Alwakid et al., 2025; Hidayat & Hazima, 2026; Rohmah et al., 2022). Perencanaan yang matang memungkinkan guru memilih strategi, media, dan bentuk evaluasi yang tepat. Selain itu, mengintegrasikan inovasi seperti teknologi, pendekatan kontekstual, dan diferensiasi sesuai kebutuhan siswa. Tanpa perencanaan yang jelas, pembelajaran berisiko menjadi prosedural, kurang bermakna, dan tidak optimal dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

Realitas instruksional di Kabupaten Temanggung divisualisasi melalui analisis data kualitatif dengan peta jaringan analisis *co-occurrence* dengan aplikasi MAXQDA yang mengidentifikasi tiga kluster masalah utama yang saling berinteraksi. Kluster Merah (Hambatan Sistemik) menunjukkan dominasi variabel keterbatasan sarpras, rendahnya kompetensi pedagogis, dan beban waktu kerja yang sangat tinggi, yang memicu frustrasi guru dalam merejemahkan konsep deep learning ke dalam langkah teknis operasional. Kluster Biru (Dukungan Manajerial) meskipun menunjukkan ketersediaan RPP secara administratif, namun interaksi yang lemah dengan inovasi kelas mengindikasikan bahwa dukungan tersebut belum mampu mengatasi permasalahan substansial di lapangan. Kluster Segitiga Ungu (Pemanfaatan Teknologi) berada pada titik rendah, mencerminkan rendahnya kemahiran guru dalam memanfaatkan teknologi digital untuk pembelajaran, sehingga mereka cenderung kembali menggunakan metode ATM (*amati-tiru-modifikasi*) yang bersifat mekanistik. Visualisasi relasi antarvariabel yang menyebabkan stagnasi pedagogis di lokasi penelitian ini terangkum secara komprehensif dalam peta jaringan kualitatif pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Hasil Analisis Peta Jaringan *Co-occurrence* di Maxqda pada Studi Pendahuluan

Penelitian terdahulu telah menjelaskan mengenai pentingnya pengembangan modul pembelajaran dalam meningkatkan kualitas belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Beberapa studi melaporkan bahwa modul digital berbasis teknologi, seperti augmented reality, etnomatematika, dan media interaktif, efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa (Feibriyanti & Ain, 2021; Othman & Ching, 2024; Pramuditya et al., 2022). Selain itu, perencanaan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dapat meningkatkan pemahaman konseptual serta kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Ceilik et al., 2026; Marisa et al., 2024; Nyaaba & Zhai, 2025). Pengembangan modul yang mengintegrasikan pendekatan tertentu, seperti pemikiran induktif, HOTS, lintas pembelajaran (*learning trajectories*), dan desain kontekstual, terbukti mampu mendukung pembelajaran yang lebih bermakna dan berpusat pada kebutuhan siswa (Pratitasari et al., 2025; Purnomo et al., 2022; Rukayah et al., 2021; Tong et al., 2022). Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) juga menunjukkan potensi dalam mendukung perencanaan pembelajaran, pengembangan materi, personalisasi belajar, serta sistem evaluasi berbasis data yang lebih adaptif dan efisien (Chen et al., 2020; S. C. Reilmasira et al., 2023a; Tapalova & Zhiyembayeva, 2022; Zhang et al., 2025).

Deep learning semakin menjadi fokus dalam perubahan pendidikan di era digital. Kajian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran mendalam berkembang pesat dan membantu optimalisasi hasil belajar (Jong et al., 2025; Shein & Han, 2026). Optimalisasi penggunaan AI dapat dimanfaatkan untuk personalisasi pembelajaran, prediksi capaian belajar, penilaian otomatis, serta dukungan terhadap proses pembelajaran (Jong et al., 2025; Wang et al., 2026). Hal tersebut memungkinkan guru untuk lebih memfokuskan perannya pada fasilitasi interaksi, pendampingan, dan penguatan proses belajar siswa.

Pendidikan pembelajaran mendalam secara global berperan strategis dalam mendukung pendidikan berkelanjutan (Nafi'ah & Faruq, 2025; Pan et al., 2023). Melalui penguatan motivasi intrinsik, kemampuan pemecahan masalah, pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta kemampuan belajar sepanjang hayat. Kondisi ini semakin relevan bagi Indonesia yang memiliki tingkat literasi dan numerasi siswa yang masih berada di bawah rata-rata internasional. Oleh karena itu, integrasi pembelajaran mendalam yang didukung oleh inovasi teknologi dan desain pembelajaran yang kontekstual menjadi strategi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21.

Gap Study and Objective

Berdasarkan state of the art yang telah dipaparkan, pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) terbukti efektif dalam membantu guru menyusun perencanaan pembelajaran secara lebih cepat dan efisien. Perencanaan pembelajaran yang optimal memungkinkan guru melaksanakan proses pembelajaran yang lebih terarah, sistematis, dan sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik siswa. Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada pengembangan produk pembelajaran atau pengujian kualitas media berbasis AI dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran di kelas. Sementara itu, kajian tentang perencanaan pembelajaran umumnya hanya menekankan pada pengembangan strategi pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar, dan belum banyak menelaah pengembangan media yang secara khusus mengintegrasikan AI dalam proses penyusunan perencanaan pembelajaran (Burner & Schipor, 2025; Nafi'ah & Faruq, 2025; Pan et al., 2023; Zhang et al., 2025). Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam penelitian terdahulu lebih banyak diarahkan untuk membantu penyampaian materi secara interaktif, bukan untuk mendukung efisiensi kerja guru pada tahap perencanaan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media berbasis website bernama Guru Cerdig (Guru Cerdas Digital) yang memanfaatkan AI untuk membantu guru dalam menyusun perencanaan pembelajaran secara lebih efisien. Produk yang dikembangkan dirancang bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses penyusunan perangkat pembelajaran yang sistematis dan sesuai kebutuhan. Kelayakan produk dianalisis melalui pendekatan kualitatif dan kuantitatif, meliputi uji validitas dan reliabilitas, guna memastikan bahwa media yang dikembangkan memiliki kualitas yang layak, konsisten, dan dapat digunakan secara efektif dalam praktik pendidikan.

METHOD

Type and Design

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan prototipe media berbasis website GURU CELRDIG (Guru Cerdas Digital) untuk membantu guru dalam menyusun perencanaan pembelajaran berbasis Artificial Intelligence (AI). Metode R&D digunakan karena berorientasi pada pengembangan produk sekaligus pengujian kelayakannya secara sistematis dalam konteks pendidikan. Prosedur pengembangan mengadaptasi model Borg & Gall yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan produk, validasi ahli, revisi, dan uji coba terbatas, dengan penyesuaian terhadap keterbatasan waktu dan sumber daya (Borg & Gall, 2003).

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (mixed methods) untuk memperoleh data yang komprehensif. Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara dan Focus Group Discussion (FGD) guna mengidentifikasi kebutuhan guru serta memperoleh masukan terhadap prototipe yang dikembangkan. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh melalui angket untuk mengukur persepsi guru terkait kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, serta efektivitas GURU CELRDIG. Penggunaan pendekatan campuran memungkinkan integrasi ke dalam analisis kualitatif dan kekuatan pengukuran kuantitatif, sehingga kualitas produk dapat dinilai secara lebih objektif melalui uji validitas dan reliabilitas instrumen (Creswell, 2014; Sugiyono, 2019).

Data and Data Source

Subjek penelitian ini adalah guru Sekolah Dasar (SD) di Kabupaten Temanggung yang berasal dari lima kecamatan dan melibatkan tujuh sekolah dasar sebagai sumber data utama pada tahap analisis kebutuhan dan pengumpulan informasi. Subjek penelitian ini melibatkan total 61 responden yang terdiri dari guru dan kepala sekolah, yang terbagi dalam tahap uji coba terbatas (18 responden) dan uji coba meluas (43 responden). Pemilihan subjek

dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan keterwakilan wilayah serta relevansi dengan kebutuhan pengembangan perencanaan pembelajaran. Sumber data dalam penelitian ini meliputi data kualitatif yang diperoleh melalui wawancara, diskusi kelompok terarah (Focus Group Discussion), dan umpan balik pengguna, serta data kuantitatif yang dikumpulkan melalui angket penilaian terhadap produk yang dikembangkan.

Uji coba terbatas dilakukan pada dua sekolah dasar di Kabupaten Temanggung untuk mengetahui kelayakan dan kebermanfaatan prototipe GURU CERDIG (Guru Cerdas Digital). Data yang diperoleh pada tahap ini digunakan untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, manfaat, serta efektivitas media dalam membantu guru menyusun perencanaan pembelajaran berbasis *deep learning*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa penggunaan GURU CERDIG mampu mendukung guru dalam merancang perencanaan pembelajaran yang lebih sistematis, efisien, dan sesuai dengan prinsip pembelajaran mendalam.

Data Collection Technique

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods sequential exploratory* yang diawali dengan pengumpulan data kualitatif dan dilanjutkan dengan pengumpulan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dengan kepala sekolah untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kondisi perencanaan pembelajaran *deep learning*, serta Focus Group Discussion (FGD) untuk memperdalam temuan dan memperoleh masukan terhadap prototipe yang dikembangkan.

Untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan benar-benar solutif, valid, dan efektif, proses pengembangan GURU CERDIG dilaksanakan secara sistematis mengikuti alur model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan terintegrasi. Kelima tahapan tersebut meliputi: (1) *Analyze* (Analisis) untuk membedah akar masalah dan kebutuhan guru, (2) *Design* (Perancangan) untuk menyusun kerangka solusi, (3) *Development* (Pengembangan) untuk merealisasikan produk nyata, (4) *Implementation* (Implementasi) untuk menerapkan produk di lapangan, dan (5) *Evaluation* (Evaluasi) untuk mengukur keberhasilan produk.

Data kuantitatif dikumpulkan menggunakan angket pada tahap validasi ahli, uji coba terbatas, dan uji coba meluas. Angket diberikan kepada ahli IT dan media, ahli konten, serta kepala sekolah dan guru untuk menilai kelayakan, kemudahan penggunaan, dan kebermanfaatan GURU CERDIG (Guru Cerdas Digital). Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif untuk menilai kualitas produk secara komprehensif.

Data Analysis

Data kualitatif dianalisis menggunakan model analisis interaktif menurut Miles dan Huberman yang meliputi tahap pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan atau verifikasi (Miles & Huberman, 1994). Analisis ini digunakan untuk mengkaji secara mendalam tingkat pemahaman kepala sekolah dan guru sebagai peserta terhadap perencanaan pembelajaran *deep learning* melalui penggunaan GURU CERDIG.

Analisis secara kuantitatif menggunakan statistik deskriptif (pengkategorian tinggi, sedang dan rendah). Tujuan dari analisis statistik deskriptif adalah untuk mendapatkan gambaran secara lebih detail mengenai evaluasi dari user terhadap prototipe ini melalui pengkategorian, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Kategori ini berfungsi untuk menilai produk. Kategori tersebut adalah sangat baik (SB), baik (B), cukup (C), kurang (K).

Tabel 1. Pedoman Penilaian

Kategori	Nilai Skor
Sangat Baik (SB)	4

Baik (B)	3
Cukup (C)	2
Kurang (K)	1

Berikut klasifikasi hasil perhitungan menggunakan kelas interval untuk pengkategorian.

Tabel 2. Pedoman Kategorisasi

Skor Rata-Rata	Presentase	Kategori
3,26-4,00	81,26%-100%	Sangat Baik (Sangat Layak)
2,51-3,25	62,51%-81,25%	Baik (Layak)
1,76-2,50	43,76%-62,50%	Cukup (Cukup Layak)
1,00-1,75	25,00%-43,75%	Kurang (Kurang Layak)

Analisis efektivitas produk GURU CELRDIG dilakukan menggunakan statistik inferensial untuk mengetahui keandalan produk dalam memfasilitasi perencanaan pembelajaran deep learning. Indikator efektivitas diukur berdasarkan self-reported competence dan efisiensi kinerja guru setelah menggunakan produk, yang mencakup aspek kebermanfaatan, efisiensi waktu, dan peningkatan pemahaman pedagogis. Data diperoleh melalui angket skala Likert 1-4 pada tahap uji coba terbatas dan meluas, kemudian dikonversi ke skala 0-100 menggunakan rumus konversi nilai (Arikunto, 2013).

Analisis data dilakukan dengan bantuan SPSS melalui uji prasyarat normalitas Shapiro-Wilk. Jika data berdistribusi normal (Sig. > 0,05), maka digunakan uji parametrik One-Sample T-Test. Sebaliknya, jika data tidak normal (Sig. < 0,05), digunakan uji nonparametrik One-Sample Wilcoxon Signed-Rank Test (Field, 2018). Pengujian menggunakan nilai acuan 75 sebagai batas minimal kategori baik. Produk dinyatakan efektif apabila nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) < 0,05 dan rata-rata hasil melebihi nilai acuan tersebut (Sugiyono, 2019).

RESULT AND DISCUSSION

Result



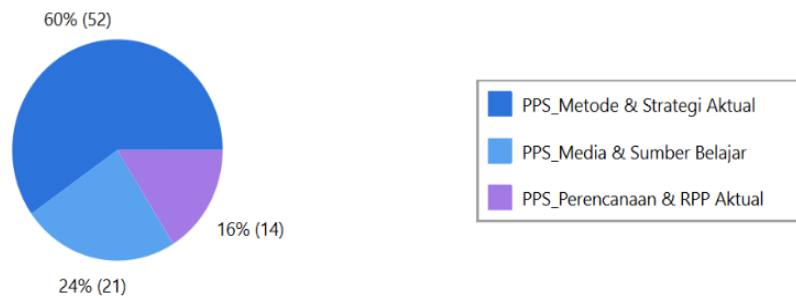
Gambar 2. Diagram Tingkat Pemahaman Deep Learning

Gambar 2 menunjukkan bahwa sebagian besar guru telah mengenal deep learning dan artificial intelligence, namun pemahaman tersebut hanya sebatas pemahaman substantif. Pemahaman guru belum menyentuh aspek pemahaman dan pengimplementasian. Hal tersebut menyebabkan guru belum dapat mengikuti perkembangan pembelajaran dan teknologi secara optimal. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dengan salah satu guru Negeri Watis yang menyatakan,

“....saya mendengar Deep Learning dari paparan Pak Menteri saja, saya belum begitu paham dan belum berani mengimplementasikannya.”

Hal tersebut juga sejalan dengan guru lainnya yang menyatakan bahwa mereka hanya mengetahui teori mengenai konsep deep learning, namun belum mengimplementasikannya karena kurang memahami secara praktik. Di sisi lain, guru juga menyadari bahwa esensi pembelajaran mendalam ini meningkatkan kemampuan pemahaman tingkat tinggi siswa. Hal tersebut menjadi temuan bahwa perlu adanya bantuan

dalam membantu guru dalam pembuatan rencana pembelajaran yang dapat menggabungkan konsep *deep learning* dan AI, sehingga dapat membantu mereka untuk meningkatkan proses pembelajaran yang mengarah ke penalaran tingkat tinggi dan membantu guru dalam menyiapkan rencana pembelajaran secara efektif dan efisien.



Gambar 3. Diagram Praktik Pembelajaran Saat ini

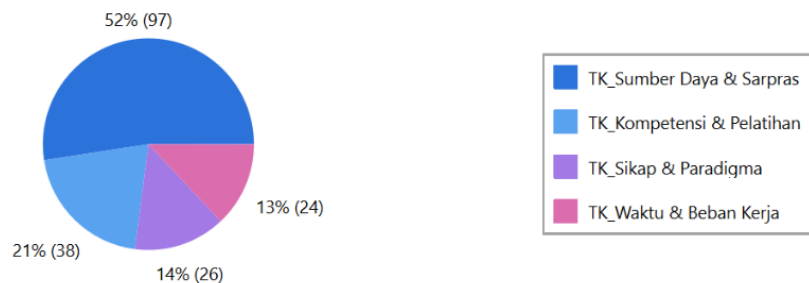
Gambar 3 menunjukkan guru telah mengetahui metode dan strategi pembelajaran aktual dengan persentase sebesar 60%. Hal tersebut menjadi modal dalam pembuatan perencanaan pembelajaran yang baik. Selanjutnya, pada media dan sumber belajar sebesar 24% yang menunjukkan bahwa guru memerlukan media dan sumber belajar yang actual. Hal tersebut menunjukkan perlunya media dan sumber belajar yang membantu guru untuk menyampaikan pembelajaran kepada siswa. Terakhir, yaitu pada praktik pembuatan perencanaan pembelajaran actual sebesar 16%. Sebelum pembelajaran, tidak sedikit guru yang belum membuat perencanaan pembelajaran yang actual dikarenakan beban kerja yang tidak sedikit. Hal tersebut membuat pembelajaran belum terstruktur dengan optimal. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dengan salah satu guru wates yang menyatakan bahwa

“Pelaksanaan di kelas sudah terintegrasi *deep learning* walaupun belum menyeluruh, namun belum tertulis secara dokumen.”

Selain itu, hasil wawancara dengan salah satu guru negeri sarangan menyatakan bahwa

“Keikuran implementasi *deep learning* meliputi keterbatasan waktu, sarana prasarana, dan kesiapan siswa.....”

hal tersebut juga ditegaskan dengan hasil wawancara dengan guru-guru lainnya yang menyatakan tantangan dan kendala pada poin yang sama. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa perencanaan pembelajaran di sekolah dasar negeri Temanggung masih bersifat formalitas dan belum secara optimal dikembangkan guru dalam proses belajar mengajar.



Gambar 4. Diagram Tantangan dan Kendala

Berdasarkan Gambar 4, terdapat beberapa tantangan dan hambatan dalam pengelolaan administrasi pembelajaran. Terlihat bahwa tantangan dan kendala terbesar pada sumber daya dan sarana prasarana adalah 52%. Selain itu, tantangan dan kendala berikutnya terdapat pada aspek kompetensi dan pelatihan sebesar 21%. Selanjutnya, yaitu

pada aspek sikap dan paradigma dengan persentase 14%. Terakhir, yaitu pada aspek waktu dan beban kerja sebesar 13%. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dengan guru SD Negeri Pageirgunung, yang menyatakan

“Akses internet yang terbatas dan tidak stabil menjadi tantangan dalam menjalankan infrastruktur secara optimal.”

“Sekolah telah difasilitasi dengan laptop dan Chromebook, namun karena internet tidak stabil, anggaran bersifat mandiri...”

Hal tersebut menjadi hambatan dalam pengoptimalan proses perencanaan pembelajaran, sehingga pembelajaran masih bersifat konvensional dan kurang menanamkan pemikiran tingkat tinggi siswa. Di sisi lain, selain terdapat hambatan dari teknis infrastruktur yang kurang optimal, dari kompetensi guru juga perlu adanya peningkatan pemahaman mengenai pendekatan *deep learning*. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dengan salah satu guru SD N Wonocoyo dan salah satu guru SD N Wateis yang menyatakan bahwa :

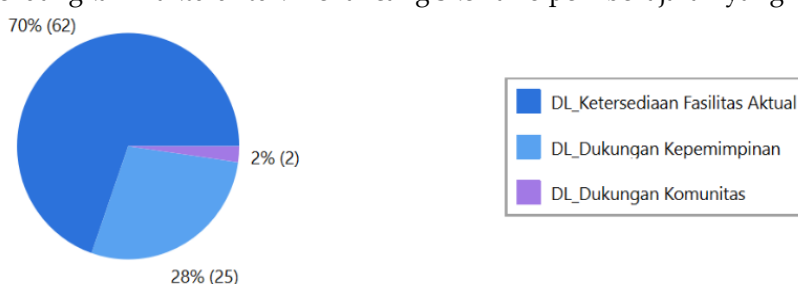
“Hambatan utama saya yaitu pada pemahaman konsep *deep learning* itu sendiri...”

“...selama ini belum ada pengalaman teknis, jadi saya belum berani menyusun rencana pembelajaran *deep learning*...”

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, dapat disimpulkan bahwa guru perlu adanya pendampingan dalam penyusunan rencana pembelajaran *deep learning*. Walaupun sarana dan prasarana sudah memadai, belum ada pemahaman yang cukup, sehingga guru belum bisa meningkatkan kualitas pembelajaran yang sesuai. Selain itu, terdapat tantangan lain dalam implementasi pengembangan rencana pembelajaran *deep learning*, yaitu pada aspek beban administrasi dan manajemen waktu. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara dengan salah satu guru SD N Balerejo

“Waktu perencanaan terbatas, kurikulum yang kompleks. Membuat pemahaman konsep menjadi terpisah-pisah.”

Padatnya kurikulum dan tugas-tugas administratif lainnya membuat guru cenderung memilih jalan pintas dalam menyusun perencanaan pembelajaran. Hal tersebut membuat guru enggan meluangkan waktu untuk merancang skenario pembelajaran yang kompleks.



Gambar 51. Diagram Dukungan dan Lingkungan

Gambar 5 menunjukkan tingkat dukungan rekan sejawat dan lingkungan di sekolah. Aspek pertama menunjukkan ketersediaan fasilitas aktual sebesar 70%, yang menunjukkan hasil yang sangat tinggi. Sedangkan untuk dukungan pemimpin dan dukungan komunitas rendah yaitu pada persentase 28% dan 2%. Hal tersebut mengindikasikan kurangnya dukungan dalam peningkatan guru oleh kepala sekolah dan rekan sejawat guru.

Hal tersebut terlihat dari hasil wawancara dengan salah satu guru SD N Balerejo, yang menyatakan :

“.....saya pernah menggunakan media digital; hasilnya, siswa lebih antusias dan termotivasi.”

Hal tersebut menjadi bukti positif bahwa masih terdapat guru yang ingin meningkatkan kompetensi dan hasil belajar dengan terus belajar meningkatkan media

pembelajaran yang variatif. Namun, ketika hal tersebut tidak didukung oleh lingkungan, kemampuan dan semangat guru juga akan menurun. Di sisi lain, beberapa sekolah juga sudah memaksimalkan sumber daya manusia secara maksimal. Hal tersebut ditegaskan oleh Kepala sekolah dan salah satu guru yang menyatakan bahwa :

“Sekolah sangat concern terhadap pengembangan profesional guru, dengan adanya pendampingan materi maupun teknis.”

“.....sekolah mengandalkan kelompok belajar sekolah untuk kegiatan berbagi informasi.”

Berdasarkan wawancara di atas, dukungan kepala sekolah dan kegiatan kelompok belajar menjadi bagian penting bagi guru untuk meningkatkan profesionalitasnya. Namun, belum banyak sekolah yang melaksanakan program tersebut, sehingga guru gagal berkembang. Hal tersebut menjadi hal yang crucial untuk segera diberikan solusi agar guru senantiasa mengembangkan kemampuannya dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna, menyenangkan, dan berkeadilan sesuai dengan prinsip deep learning.

Berdasarkan kendala, tantangan, dan hambatan yang telah dijelaskan, perlu adanya media untuk membantu guru dalam efisiensi pembuatan administrasi pembelajaran. Kebaruan dalam penelitian ini yaitu menghadirkan platform Guru Cerdig (cerdas digital) sebagai media yang dapat membantu guru dalam pembuatan rencana pembelajaran dengan bantuan artificial intelligence. Platform Guru Cerdig dikembangkan dengan model ADDIE dengan analisis Bord and Gall untuk memastikan efektivitas platform sebagai media pembuatan perangkat pembelajaran berbantuan AI.

Hasil Validasi Ahli Media

Validasi media pembelajaran dilakukan oleh seorang ahli media yang memiliki kompetensi dalam bidang desain instruksional dan teknologi pendidikan. Proses validasi bertujuan untuk mengevaluasi aspek visual, fungsionalitas, keterpakaian (usability), dan kesesuaian pedagogis dari media berbasis artificial intelligence yang dikembangkan. Hasil validasi media dapat dilihat berdasarkan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli IT/Media

Aspek yang dinilai	Rata-rata	Presentase	Kriteria
Fungsionalitas & Kesesuaian Fungsi	3,5	87,5 %	Sangat Layak
Performa dan Efisiensi Kinerja	3	75 %	Layak
Keandalan dan Keamanan	3	75 %	Layak
Pengalaman Pengguna Khusus AI	3	75 %	Layak
Rata-rata nilai validasi Ahli IT/Media	3,13	78,13 %	Layak

Berdasarkan tabel di atas. Hasil validasi dari ahli IT/media menunjukkan bahwa website Guru Cerdig (Cerdas Digital) yang telah dikembangkan dinyatakan “layak” dengan total persentase 78.13%. Penilaian dilakukan terhadap empat aspek uji kelayakan yang meliputi fungsionalitas & kesesuaian fungsi, performa dan efisiensi kinerja, keandalan dan keamanan, dan pengalaman pengguna khusus AI. Nilai tertinggi berdasarkan uji kelayakan di atas ditunjukkan pada aspek fungsionalitas dan kesesuaian fungsi yang memperoleh rata-rata 3,5 dengan persentase 87.5% dengan kategori “sangat layak”. Hal tersebut mengindikasikan fitur-fitur yang tersedia sudah berjalan sesuai tujuan dan kebutuhan pengguna.

Perolehan skor pada 3 poin yaitu pada aspek performa dan efisiensi kinerja, keandalan dan keamanan, dan pengalaman penggunaan khusus AI dengan kategori “layak”. Hal tersebut menunjukkan sistem sudah bekerja cukup baik dari segi kecepatan dan efisiensi, meskipun masih dapat ditingkatkan. Selain itu, sistem relatif stabil dan aman digunakan,

namun masih memiliki ruang pengembangan dan fitur AI sudah baik namun belum optimal ditingkatkan oleh pengguna.

Berdasarkan hasil tersebut, website Guru Cerdig dinyatakan layak digunakan sebagai media pendukung pembelajaran. Aspek fungsionalitas menjadi keunggulan utama karena memperoleh kategori Sangat Layak. Sementara itu, aspek performa, keamanan, dan pengalaman pengguna sudah memenuhi standar kelayakan namun tetap memerlukan penyempurnaan untuk mencapai kategori Sangat Layak.

Hasil Validasi Ahli Materi

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Konten / Materi

Aspek yang dinilai	Rata-rata	Presentase	Kriteria
Relevansi Isi dengan <i>Deep Learning</i>	3,84	96 %	Sangat Layak
Kualitas Tampilan dan Komunikasi Visual	3,67	91,75 %	Sangat Layak
Aspek Pedagogis dan Keigunaan	3,75	93,75 %	Sangat Layak
Rata-rata nilai validasi Ahli Konten /Materi	3,75	93,83 %	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4, konten atau materi berdasarkan website Guru Cerdas (cerdas digital) dinyatakan "sangat layak" untuk mendukung proses perencanaan pembelajaran. Validasi uji kelayakan konten/materi dinilai berdasarkan tiga kategori yaitu relevansi isi dengan deep learning, kualitas tampilan dan komunikasi visual, dan aspek pedagogis dan kegunaan. Pada aspek relevansi isi dengan deep learning memperoleh rata-rata skor 3.84 dengan persentase 96% dan termasuk kategori Sangat Layak. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam website telah sangat sesuai dengan konsep dan prinsip pembelajaran Deep Learning. Pada aspek kualitas tampilan dan komunikasi visual, mendapatkan rata-rata 3,67 dengan persentase 91,75%, berkategori Sangat Layak. Hal ini menunjukkan penyajian materi, desain visual, serta kejelasan komunikasi informasi sudah sangat baik dan mendukung pemahaman pengguna. Aspek ketiga yaitu aspek pedagogis dan kegunaan memperoleh rata-rata 3,75 dengan persentase 93,75% dan kategori Sangat Layak. Hal tersebut menunjukkan materi yang dikembangkan telah memenuhi prinsip pedagogis serta memiliki kegunaan yang tinggi dalam mendukung proses pembelajaran.

Persentase total menunjukkan website Guru Cerdig (cerdas digital) sangat layak digunakan dari segi konten/materi, dengan perolehan skor 3.75 dengan persentase 93.83% dengan kategori "sangat layak". Berdasarkan hasil tersebut, konten atau materi dalam website Guru Cerdig dinyatakan sangat layak untuk mendukung proses pembelajaran. Seluruh aspek memperoleh kategori *Sangat Layak*, yang menunjukkan bahwa materi telah relevan dengan pendekatan *Deep Learning*, disajikan secara visual dengan baik, serta memenuhi prinsip pedagogis yang mendukung efektivitas pembelajaran.

Hasil Uji Coba Terbatas

Analisis Statistik Efektivitas Produk

Pengujian efektivitas diawali dengan uji prasyarat normalitas data *post-test* menggunakan metode *Shapiro-Wilk* mengingat jumlah sampel yang kecil (< 50).

Tabel 51. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Uji Terbatas	.303	18	<.001	.816	18	.003

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,03, yang mana nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha=0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa data

penelitian tidak berdistribusi normal. Mengingat asumsi prasyarat normalitas tidak terpenuhi, maka teknik analisis data untuk uji efektivitas selanjutnya dialihkan menggunakan statistik nonparametrik Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon Satu Sampel (One-Sample Wilcoxon Signed-Rank Test).

Tabel 6. Hasil Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon Satu Sampel (One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test)

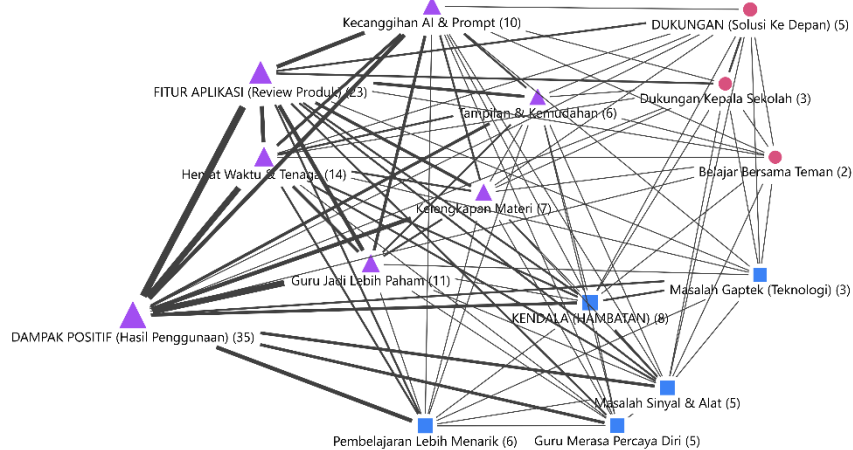
Test Statistics ^a	
	nol - selisih_posttest
Z	-3.524 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Berdasarkan hasil Wilcoxon One-Sample Test, diperoleh nilai statistik uji sebesar $Z = -3,524$ dengan $\text{Asymp. Sig. (2-tailed)} < 0,001$. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil daripada taraf signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Penolakan H_0 menunjukkan bahwa rata-rata skor efektivitas penggunaan GURU CELRDIG secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan nilai acuan 75. Dengan demikian, hasil pengujian ini memberikan bukti statistik bahwa penggunaan GURU CELRDIG memenuhi kriteria efektivitas dan mampu melampaui standar minimal yang telah ditetapkan.

Analisis Kualitatif: Pemetaan Respon Pengguna



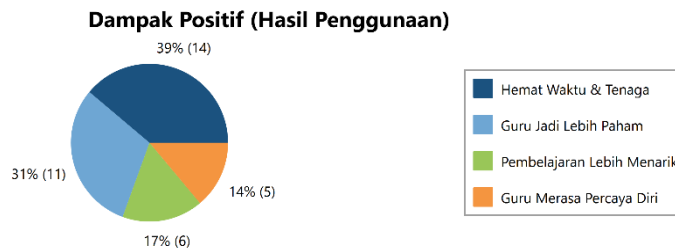
Gambar 6. Hasil Uji Coba Terbatas

Analisis terhadap peta jaringan temuan memperlihatkan bahwa implementasi platform GURU CELRDIG membentuk tiga kluster utama yang saling berhubungan, yaitu kluster fitur teknologi, kluster perubahan psikologis-pedagogis, dan kluster dukungan lingkungan.

Kluster pertama menunjukkan bahwa fitur berbasis kecerdasan buatan menjadi faktor paling dominan dalam menunjang keberhasilan penggunaan platform. Temuan yang paling sering muncul berkaitan dengan dampak positif penggunaan aplikasi, disusul oleh keberadaan fitur dan kecanggihan sistem prompt AI. Data ini mengindikasikan bahwa teknologi yang terintegrasi dalam platform tidak sekedar pelengkap, melainkan berperan langsung dalam menyederhanakan proses penyusunan perangkat pembelajaran. Pada tahap

uji coba terbatas, seluruh responden menyatakan adanya penghematan waktu dan tenaga secara signifikan. Diskusi kelompok juga menguatkan bahwa pekerjaan yang sebelumnya memerlukan waktu berhari-hari dapat diselesaikan dalam hitungan menit. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan efisiensi sekaligus pemahaman guru terhadap konsep pembelajaran Deep Learning.

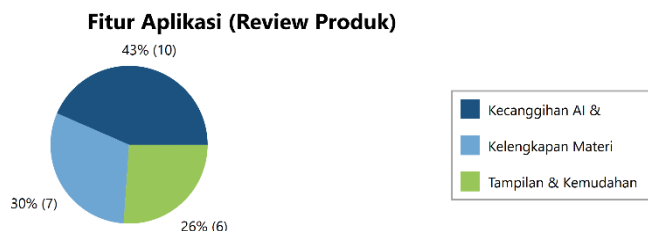
Temuan kualitatif tersebut sejalan dengan rekapitulasi respon pengguna secara keseluruhan, yang menunjukkan tingkat kepuasan yang seragam sebagaimana divisualisasikan dalam diagram berikut:



Gambar 7. Diagram Dampak Positif (Hasil Penggunaan)

Klaster kedua merefleksikan perubahan yang terjadi pada aspek internal guru. Peningkatan pemahaman menjadi temuan yang paling dominan dan berkorelasi dengan munculnya rasa percaya diri serta pembelajaran yang lebih menarik di kelas. Pergeiseran ini menunjukkan perubahan kondisi awal yang sebelumnya diwarnai keraguan dan beban administratif, menjadi kondisi yang lebih optimis dan siap menerapkan inovasi pembelajaran. Penilaian yang sangat positif terhadap tampilan dan kelengkapan materi memperkuat bahwa desain aplikasi yang sederhana dan mudah digunakan berkontribusi besar terhadap peningkatan profesionalisme diri guru.

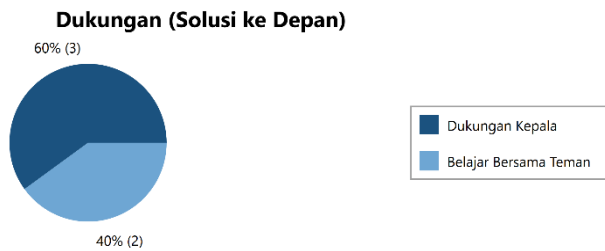
Keberhasilan transformasi sosial ini berasal pada kualitas fitur yang disediakan oleh platform. Penilaian responden terhadap performa aplikasi menunjukkan tingkat kepuasan yang luar biasa, sebagaimana divisualisasikan dalam diagram berikut:



Gambar 8. Hasil Uji Aplikasi (Review Produk)

Klaster ketiga menyoroti pentingnya dukungan institusional dan sosial dalam menjaga keberlanjutan penggunaan platform. Dukungan kepala sekolah, inisiatif penyediaan infrastruktur, serta praktik belajar bersama antarguru menjadi faktor penguat implementasi. Dengan demikian, keberhasilan GURU CELRDIG tidak hanya ditentukan oleh kualitas teknologinya, tetapi juga oleh kesiapan individu dan dukungan lingkungan sekolah.

Temuan kualitatif tersebut sejalan dengan rekapitulasi respon pengguna secara keseluruhan, sebagaimana divisualisasikan dalam diagram berikut:



Gambar 9. Hasil dari Dukungan (Solusi Ke Depan)

Secara keseluruhan, ketiga klaster tersebut menunjukkan hubungan yang saling melengkapi antara inovasi teknologi, transformasi kapasitas guru, dan dukungan ekosistem pendidikan dalam mendorong implementasi yang efektif dan berkelanjutan. Hasil uji coba terbatas di SD Negeri Balerejo dan SD Negeri Purbosari mengonfirmasi bahwa GURU CELRDIG berfungsi efektif sebagai akselerator kompetensi. Secara teknis, platform ini berhasil mengubah beban administrasi yang berat menjadi proses yang ringan dan cepat (efisiensi waktu >50%). Secara psikologis, produk ini mampu menghilangkan kecemasan guru terhadap teknologi baru dan menggantinya dengan antusiasme untuk berinovasi. Temuan ini menjadi landasan kuat untuk melangkah ke tahap uji coba yang lebih luas.

Hasil Uji Coba Meluas

Setelah uji coba terbatas, produk GURU CELRDIG diimplementasikan pada skala yang lebih luas (uji coba meluas). Tahap ini melibatkan 43 responden yang terdiri dari guru dan kepala sekolah dari lima sekolah dasar, yaitu SD Negeri Wonocoyo, SD Negeri Wates, SD Negeri Jragan, SD Negeri Campursalam, dan SD Negeri Gandu. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk mengukur efektivitas produk secara komprehensif dan memvalidasi keberterimaan sistem dalam ekosistem sekolah dengan karakteristik yang beragam.

Analisis Statistik Efektivitas Produk (Skala Luas)

Pengujian efektivitas diawali dengan uji prasyarat normalitas data *post-test* menggunakan metode *Shapiro-Wilk*.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Uji Meluas	.257	43	<.001	.613	43	<.001

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil uji normalitas tahap kedua menggunakan uji *Shapiro-Wilk* terhadap data dari 43 responden, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) < 0,001. Nilai ini lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha=0,05$, yang mengindikasikan bahwa data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, asumsi prasyarat untuk uji parametrik tidak terpenuhi. Sebagai konsekuensinya, analisis uji efektivitas selanjutnya dialihkan menggunakan statistik non-parametrik Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon Satu Sampel (*One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test*).

Tabel 3. Hasil Uji One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test

Test Statistics^a

	nol - selisih_poste stmeluas
Z	-4.537 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

Berdasarkan hasil Wilcoxon One-Sample Test, diperoleh nilai statistik uji sebesar $Z = -4,537$ dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) $< 0,001$. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil daripada taraf signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor efektivitas yang diperoleh responden dengan nilai acuan yang digunakan dalam penelitian.

Penolakan hipotesis nol mengindikasikan bahwa rata-rata skor efektivitas penggunaan produk secara signifikan lebih tinggi dibandingkan nilai acuan 75. Dengan kata lain, skor yang dihasilkan oleh responden tidak hanya berbeda secara kebetulan, tetapi perbedaan tersebut didukung oleh bukti statistik yang kuat. Nilai statistik Z yang relatif besar secara absolut ($|Z| = 4,537$) menunjukkan bahwa tingkat penyimpangan skor responden dari nilai acuan cukup kuat, sehingga memperkuat kesimpulan bahwa hasil yang diperoleh bersifat konsisten dan bermakna.

Revisi Produk

Berdasarkan komentar dan saran yang telah diberikan oleh ahli media, produk direvisi sesuai dengan masukan dan saran dari validator. Masukan dari validator ahli materi menekankan pentingnya aspek etika akademik dan konsistensi penyajian, meliputi pencantuman sitasi pada video eksternal YouTube, penulisan istilah asing secara italic, penambahan definisi operasional pada sintaks model pembelajaran, serta perbaikan bug pada tombol "Mari Belajar". Sementara itu, validator ahli media/IT merekomendasikan penambahan panduan alur penggunaan di halaman awal dan fitur sertifikat otomatis untuk meningkatkan motivasi pengguna.

Dari sisi pengguna, hasil FGD dan wawancara mengungkap kendala kompatibilitas perangkat, khususnya akses melalui ponsel dan peramban tertentu, serta kebutuhan tutorial yang lebih sederhana. Selain itu, terdapat usulan perluasan fitur administrasi dari RPP ke format penilaian dan buku nilai siswa. Berdasarkan seluruh evaluasi tersebut, revisi difokuskan pada peningkatan stabilitas sistem mobile, kelengkapan legalitas konten, dan pengembangan fitur administrasi pendukung. Berikut ini hasil revisi produk yang dikembangkan:



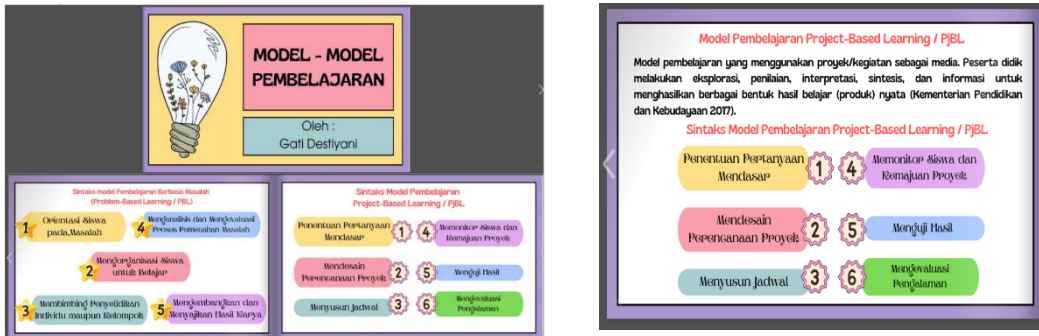
Gambar 10. Revisi bagian Daftar Pustaka

Ketidaktepatan letak, format, dan kelengkapan daftar pustaka. Maka dari guru, peneliti menyesuaikan letak penulisan daftar pustaka sesuai standar ilmiah yang berlaku, meliputi konsistensi gaya sitasi dan kelengkapan identitas sumber. Hal tersebut bertujuan agar menjamin ketepatan akademik dan memenuhi etika penulisan ilmiah.



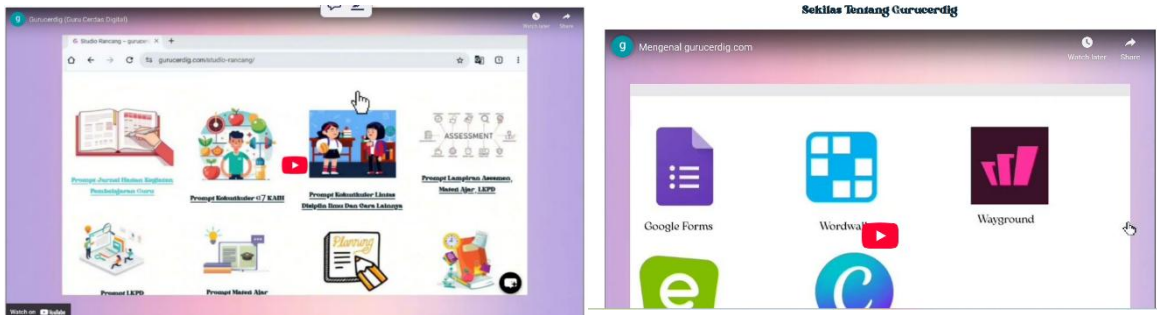
Gambar 11. Penulisan Italic pada Istilah Asing

Pada bagian penulisan, istilah asing belum dicetak miring (*italic*). Maka dari itu, peneliti mencetak miring seluruh istilah asing dalam konten. Hal tersebut bertujuan agar penulisan menyesuaikan dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.



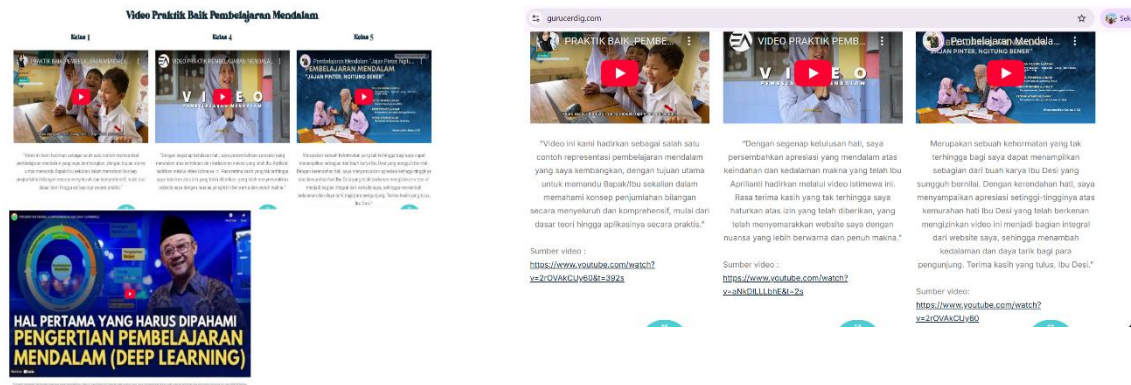
Gambar 12. Penambahan deskripsi mengenai Model Pembelajaran

Pada menu model-model pembelajaran, belum ada deskripsi mengenai model-model pembelajaran yang telah ada. Maka dari itu, peneliti menambahkan deskripsi tambahan sebelum menjelaskan sintaks (alur pembelajaran), sehingga lebih mudah guru mengenali model pembelajaran yang akan digunakan.



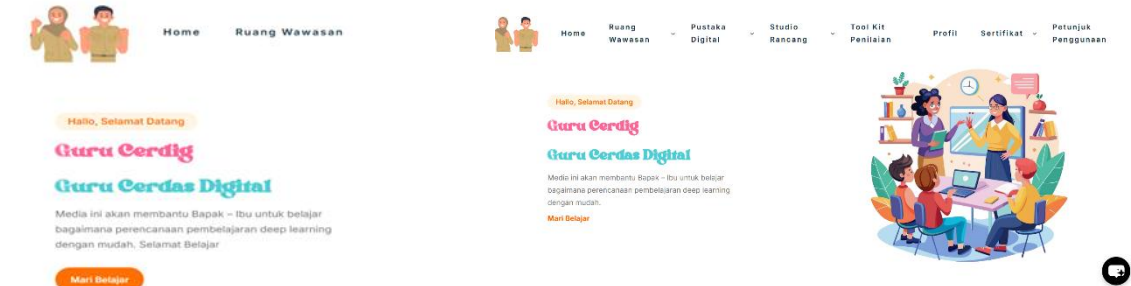
Gambar 13. Pemberian Video Penggunaan Website di Menu Home

Belum tersedia panduan penggunaan pada halaman awal. Maka dari itu, peneliti membuat video penggunaan website dan menambahkannya pada menu home di awal laman website. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pengguna memahami alur dan fungsi platform sejak awal.



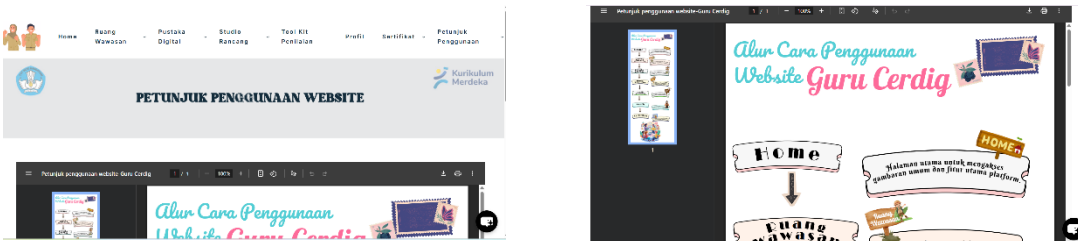
Gambar 14. Pemberian Link Reismi Video Pembelajaran

Video pembelajaran eksternal belum menyantumkan sumber resmi. Maka dari itu, peneliti menambahkan tautan resmi (link) sesuai dengan sumber masing-masing video. Hal tersebut bertujuan untuk memenuhi etika sitasi digital.



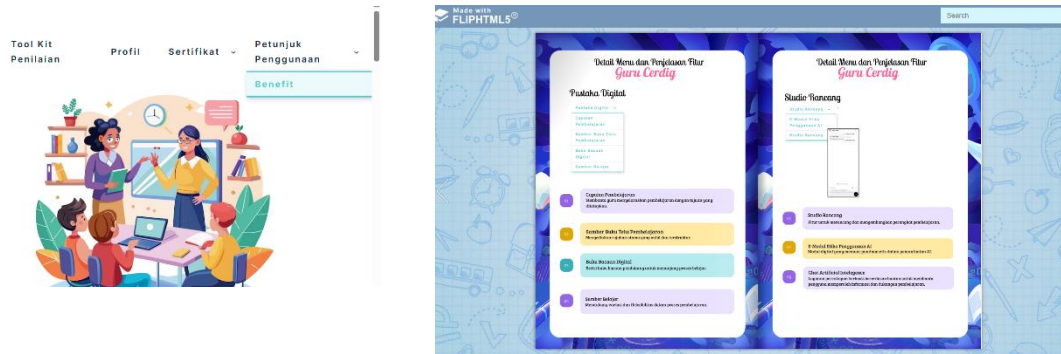
Gambar 15. Penghapusan Tombol "Mari Belajar"

Tombol "Mari Belajar" tidak berfungsi (bug). Maka dari itu, peneliti mengubah pada tombol "Mati Belajar" menjadi bentuk sederhana. Hal tersebut bertujuan agar pengguna lebih nyaman dalam navigasi website.



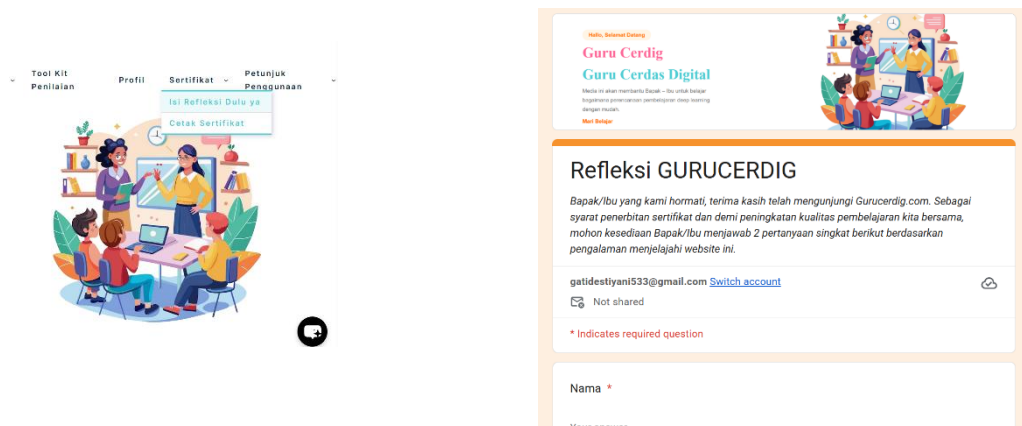
Gambar 16. Penambahan alur Penggunaan Website

Selain alur berupa video pada menu awal, revisi produk juga terdapat pada penambahan alur penggunaan website berupa urutan alur dan keterangan yang harus ditambahkan pada toolbar website. Maka dari itu, peneliti menambahkan daftar menu beserta fungsinya pada toolbar website. Hal tersebut bertujuan untuk memberikan kejelasan Langkah operasional bagi pengguna dan meningkatkan pemahaman pengguna dalam penggunaan website.



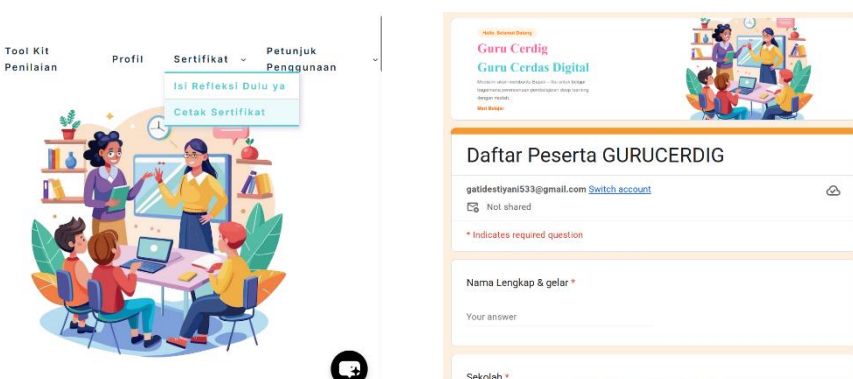
Gambar 17. Penambahan Daftar Menu dan Fungsinya

Selain alur, revisi produk juga mencatat penambahan flipbook daftar menu dan fungsinya. Hal tersebut bertujuan untuk mempermudah eksplorasi fitur dan meningkatkan pemahaman struktur website. Hal tersebut penting ditambahkan agar pengguna secara detail mengetahui detail setiap menu yang telah disediakan.



Gambar 18. Penambahan Menu Reifleksi Bagi Guru

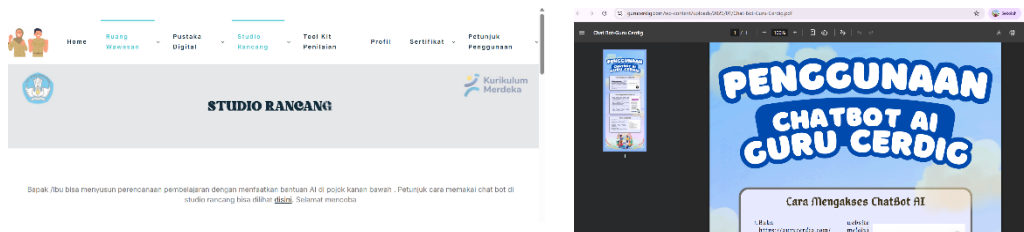
Revisi produk selanjutnya yaitu pada penambahan menu reifleksi bagi guru atau pengguna website. Maka dari itu, peneliti menambahkan menu reifleksi bagi guru yang telah mempelajari perencanaan mendalam. Hal tersebut bertujuan untuk memberikan ruang evaluasi diri, memperkuat kesadaran pedagogis, serta mendukung perbaikan website ke depannya.



Gambar 19. Penambahan Menu Sertifikat Pelatihan

Berdasarkan masukan pengguna, dilakukan pengembangan fitur yang berorientasi pada peningkatan motivasi dan kemudahan penggunaan. Untuk memenuhi kebutuhan akan

berbentuk apresiasi dan bukti partisipasi, ditambahkan Menu Sertifikat Pelatihan yang dapat diakses dan dicetak secara mandiri oleh pengguna. Fitur ini bertujuan memberikan pengakuan formal atas keterlibatan guru sekaligus mendorong partisipasi yang lebih aktif dalam pemanfaatan platform.



Gambar 20. Penambahan Menu Penggunaan Chatbot AI dari Website

Masukan selanjutnya, yaitu cara penggunaan chatbot AI menjawab kebutuhan pengguna terhadap panduan teknis yang lebih jelas, ditambahkan menu penggunaan chatbot AI yang memuat tutorial serta petunjuk operasional secara sistematis. Fitur ini dirancang untuk membantu guru memahami cara kerja dan strategi penggunaan *prompt* secara tepat, sehingga pemanfaatan kecerdasan buatan dalam platform dapat berlangsung secara optimal. Dengan adanya panduan tersebut, diharapkan kendala teknis dapat diminimalkan dan pengguna merasa lebih percaya diri dalam mengintegrasikan chatbot AI ke dalam perencanaan pembelajaran.

Discuss

Berdasarkan hasil Analisis data kualitatif menggunakan aplikasi Maxqda, analisis peta jaringan (*network map*) *co-occurrence* menunjukkan bahwa fitur berbasis artificial intelligence (AI) menjadi faktor dominan dalam keberhasilan website Guru Cerdig. Sistem prompt AI membantu guru menyusun perangkat pembelajaran secara tepat dan sistematis. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya efisiensi waktu yang secara signifikan (>50%) dalam penyusunan perangkat pembelajaran deep learning. Pekerjaan administratif yang sebelumnya mengharuskan waktu yang lama dapat diselesaikan dalam hitungan menit dengan bantuan website Guru Cerdig. Website Guru Cerdig bukan hanya sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai akselerator pemahaman konsep deep learning.

Berbagai kajian menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan berpotensi besar meningkatkan efisiensi perencanaan pembelajaran, personalisasi materi, penyediaan umpan balik adaptif, serta penguatan manajemen akademik berbasis data (Kılıç & Çelik, 2025; Lei et al., 2021; Pokrivcakova, 2023). AI mendukung guru dalam menyusun rencana pelajaran, diferensiasi instruksi, analisis kinerja siswa, hingga otomatisasi tugas administratif, sekaligus membuka peluang pembelajaran yang lebih inklusif dan responsif terhadap kebutuhan individu (Alwakid et al., 2025; Hidayatullah et al., 2025; Setiyawan et al., 2025; Zhang et al., 2025). Namun, efektivitas implementasinya sangat bergantung pada kesiapan pedagogis guru, persepsi dan faktor emosional pengguna, dukungan kebijakan institusional, serta integrasi yang disengaja dalam kurikulum (Hazima, Prasetyo, Annisa, & Maryanti, 2024; Peizer et al., 2024; Umami, 2018). Penelitian lainnya menegaskan pentingnya menjaga etika, privasi data, transparansi algoritma, dan pencegahan bias sistemik, serta memastikan bahwa AI berperan sebagai alat pendukung profesional guru bukan pengganti dalam menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, adaptif, dan berpusat pada siswa (Abuova & Sharina, 2025; Chen et al., 2020; Taveiras et al., 2025; Yu et al., 2022).

Selain peningkatan kompetensi teknis, terjadi perubahan signifikan pada aspek psikologis dan pedagogis guru. Awalnya guru merasa ragu dan kurang percaya diri dalam

menerapkan Deep Learning. Setelah menggunakan platform, muncul rasa percaya diri, kesiapan berinovasi, dan pemahaman yang lebih utuh terhadap pembelajaran mendalam. Guru tidak lagi melihat teknologi sebagai beban, melainkan sebagai mitra profesional dalam merancang pembelajaran.

Platform digital yang dirancang secara pedagogis berpotensi menjadi sarana pengembangan profesional berkelanjutan bagi guru. Tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga mendorong transformasi mindset sebagai indikator utama keberhasilan implementasi inovasi Pendidikan (Bardach et al., 2024; Hart & Jimeison, 2021; Kroeper et al., 2022). Perubahan pola pikir yang lebih terbuka terhadap teknologi dan pembelajaran inovatif memperkuat kesiapan guru dalam mengadaptasi praktik mengajar mereka (Buchbinder & Mccrone, 2022; Indriayu, 2019; Rissanein et al., 2021; Sahagun et al., 2021). Oleh karena itu, pelatihan guru berbasis praktik langsung (hands-on) terbukti lebih efektif dibandingkan sekadar sosialisasi teoritis, karena memberikan pengalaman nyata yang membangun kompetensi, kepercayaan diri, dan kemampuan aplikatif dalam konteks pembelajaran sehari-hari.

Keberhasilan implementasi GURU CELRDIG tidak berdiri pada kualitas teknologi semata. Data menunjukkan bahwa dukungan kepala sekolah, ketersediaan infrastruktur, serta kolaborasi antar guru menjadi faktor penguat keberlanjutan penggunaan platform. Pada sekolah dengan dukungan institusional yang baik, implementasi berlangsung lebih optimal dan konsisten.

Inovasi pendidikan perlu dipandang sebagai sebuah ekosistem yang melibatkan berbagai unsur pendukung, bukan sekadar sebagai produk teknologi yang berdiri sendiri. Keberhasilan transformasi digital sangat dipengaruhi oleh peran strategis kepemimpinan sekolah dalam menciptakan visi, kebijakan, dan dukungan yang kondusif bagi penggunaan teknologi secara optimal (Goveinder & Amevor, 2025; Putri et al., 2020; Quezada & Albornoz, 2023). Oleh karena itu, program adopsi teknologi pendidikan harus dibarengi dengan penguatan budaya kolaboratif di sekolah, sehingga guru dapat saling berbagi praktik baik, belajar bersama, dan membangun komunitas profesional yang mendukung keberlanjutan inovasi.

Hasil uji terbatas maupun meluas menunjukkan signifikansi statistik yang kuat ($Sig < 0,001$). Secara empiris, guru merasakan peningkatan efisiensi, pemahaman, dan kualitas perencanaan pembelajaran. Konsistensi hasil pada dua tahap pengujian menunjukkan bahwa efektivitas platform bukan bersifat kebetulan, melainkan stabil pada populasi yang lebih luas. Model pengembangan berbasis ADDIE yang digunakan terbukti efektif dalam menghasilkan inovasi pendidikan yang teruji.

Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) digunakan karena memberikan kerangka kerja yang sistematis, terstruktur, dan fleksibel dalam mengembangkan produk pendidikan berbasis kebutuhan nyata (Mohajan, 2020). Pada tahap analysis, peneliti dapat mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan pengguna, dan konteks implementasi secara mendalam sehingga produk yang dikembangkan benar-benar relevan. Tahap design memungkinkan perencanaan konseptual dan pedagogis dilakukan secara matang sebelum produk dibuat. Selanjutnya, tahap development memastikan produk dikembangkan sesuai spesifikasi yang telah dirancang dan divalidasi oleh ahli. Tahap implementation memberikan kesempatan untuk menguji keefektifan produk dalam konteks nyata, baik secara terbatas maupun meluas. Terakhir, tahap evaluation memungkinkan perbaikan berkelanjutan melalui umpan balik dan analisis data (Ahmad & Wilkins, 2025; Mohajan, 2020).

Revisi ahli media/IT pada Guru Cerdig (perbaikan navigasi, tutorial, stabilitas mobile) menunjukkan bahwa pengalaman pengguna menentukan keberlanjutan penggunaan

platform. Literatur tentang penerimaan teknologi menunjukkan bahwa perceived ease of use dan perceived enjoyment berpengaruh langsung terhadap niat penggunaan. Literatur STELM dan pendidikan guru sains menegaskan bahwa teknologi tidak otomatis meningkatkan kualitas pembelajaran; integrasi yang disengaja dan berbasis pedagogi sangat krusial. Temuan revisi ahli materi pada Guru Ceirdig (penambahan definisi operasional, sitasi, kejelasan sintaks) menunjukkan bahwa kualitas pedagogis menjadi prioritas (Falloon et al., 2020; Hazima, Praseityo, Annisa, Maryanti, et al., 2024; Hourigan et al., 2022; Probosari et al., 2021).

Selain menggunakan analisis peta jaringan *co-occurrence* pada aplikasi Maxqda 2020 dan analisis kuantitatif menggunakan SPSS, penelitian menggunakan FGD dan wawancara guna memastikan bahwa pengembangan Guru Ceirdig bersifat kontekstual. Hal tersebut memastikan bahwa pengembangan website sesuai dengan keadaan dan kebutuhan di lapangan. Hasil wawancara dan FGD menjadi bahan evaluasi peneliti untuk memperbaiki website Guru Ceirdig. Hal tersebut membantu peneliti untuk menyesuaikan desain website agar dapat digunakan secara optimal, efektif, dan user-friendly oleh pengguna.

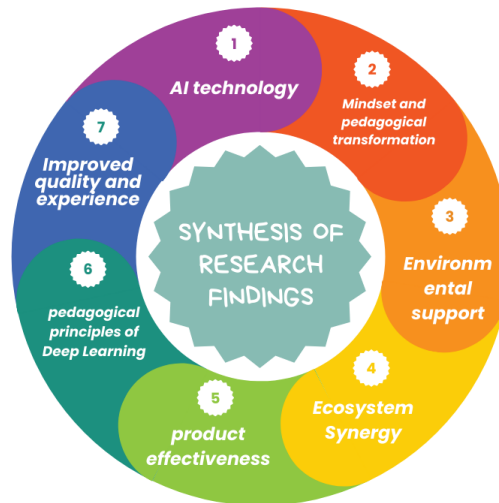
Menurut Celik et al. (2022) pengembangan AI dalam bidang Pendidikan perlu dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan guru sebagai perancang utama dalam merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi hasil belajar siswa. Umpan balik pengguna harus menjadi bagian dari siklus evaluasi berkelanjutan agar sistem dapat terus diperbaiki sesuai kebutuhan kontekstual sekolah. Prinsip ini selaras dengan pendekatan evaluasi model CIPP (Context, Input, Process, Product) yang menekankan pentingnya kesesuaian kebijakan dengan kebutuhan nyata institusi, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian kepemimpinan kepala sekolah di Dili, Timor-Leste (Meitsärinne & Korhonen, 2017; Tilman et al., 2025). Selain itu, studi tentang optimalisasi sumber daya manusia dalam manajemen sekolah menunjukkan bahwa peran strategis kepala sekolah dalam penguatan kompetensi guru, sistem evaluasi berbasis data, dan manajemen berkelanjutan sangat menentukan efektivitas layanan pendidikan.

Tabel 9. Sintesis Deskriptif berdasarkan Penemuan Penelitian

Temuan Penelitian	Deskripsi Kualitatif dan Implikasi	Referensi Pendukung
Teknologi AI pada GURU CEIRDIG sebagai solusi praktis terhadap beban administrasi dan keterbatasan waktu guru.	Guru merasakan efisiensi signifikan karena sistem prompt AI mampu mengotomatisasi struktur RPP, sintaks pembelajaran, hingga penyusunan indikator berbasis Deep Learning. Implikasinya, AI dapat diposisikan sebagai alat strategis untuk mengurangi beban administratif sehingga guru dapat lebih fokus pada interaksi pedagogis di kelas.	(Alwakid et al., 2025; Celik et al., 2026; Chen et al., 2020; Dogan, 2026; Kılıç & Çelik, 2025; Pargmann et al., 2025; Sung & An, 2026)
Peningkatan kompetensi teknis, transformasi mindset dan kesiapan pedagogis guru.	Transformasi digital pendidikan perlu memperhatikan dimensi emosional dan psikologis pengguna, bukan sekadar aspek teknis. Literatur tentang Extended Technology Acceptance Model (ELTA) menegaskan bahwa persepsi kegunaan, kemudahan penggunaan, kepercayaan, serta faktor emosional sangat berpengaruh terhadap penerimaan dan adopsi teknologi AI oleh pendidik.	(Ayotte-Beaudet et al., 2023; Cao et al., 2026; Davies & Mansour, 2022; Harris et al., 2020; Hidayatullah et al., 2025; Kim & Wilkinson, 2019; S.; Reilmasira et al., 2017; Setiyawan et

<p>Faktor keberhasilan GURU CELRDIG merupakan hasil sinergi antara inovasi teknologi, kesiapan guru, dan dukungan lingkungan sekolah.</p>	<p>Integrasi AI harus dipandang sebagai bagian dari ekosistem pendidikan yang melibatkan kepemimpinan, kebijakan sekolah, dan komunitas belajar profesional. Literatur pendidikan STELM dan pendidikan guru sains menegaskan bahwa teknologi tidak akan mengubah pembelajaran secara otomatis tanpa integrasi pedagogis yang disengaja dan dukungan sistemik yang kuat.</p>	<p>al., 2025; Tristiana et al., 2024) (Djusalinar & Mukti, 2022; Koeihler et al., 2013; Rahmawati et al., 2020; S. C. Reimasira et al., 2023b; Zainuddin et al., 2019)</p>
<p>Efektivitas GURU CELRDIG secara statistik dan empiris pada skala terbatas maupun meluas.</p>	<p>Produk Guru Cerdig memiliki landasan empiris yang memadai untuk direkomendasikan dalam implementasi lebih luas atau kebijakan pendidikan berbasis AI. Penelitian terdahulu telah mengonfirmasi dan menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam perencanaan instruksional berkorelasi positif dengan peningkatan kualitas pembelajaran dan kinerja siswa.</p>	<p>(Aldemir et al., 2025; Chen et al., 2020; Jong et al., 2025; Shein & Han, 2026; Zhang et al., 2025)</p>
<p>Revisi dari ahli materi berfokus pada penyempurnaan kualitas konten dan prinsip pedagogis Deep Learning.</p>	<p>Pengembangan teknologi pendidikan berbasis AI harus tetap menjunjung tinggi integritas ilmiah dan prinsip pedagogis agar tidak sekadar menjadi alat teknis. Penelitian terdahulu mengenai integrasi AI dalam kurikulum menegaskan dapat menjadikan pembelajaran lebih actual, mendalam, dan bermakna.</p>	<p>(Hart & Jimerson, 2021; Jayadiputra et al., 2020; Monsillion et al., 2025)</p>
<p>Masukan dari ahli media/IT berorientasi pada peningkatan kualitas sistem dan pengalaman pengguna.</p>	<p>Desain berbasis user-centered design menjadi kunci keberhasilan adopsi teknologi pendidikan. Penelitian terdahulu untuk penerimaan teknologi menunjukkan bahwa perceived ease of use dan perceived enjoyment berpengaruh signifikan terhadap niat perilaku penggunaan AI dalam konteks pendidikan, sehingga optimalisasi pengalaman pengguna menjadi aspek strategis dalam pengembangan platform digital.</p>	<p>(Cao et al., 2026; Çelik et al., 2026; Dogan, 2026; Fontyn et al., 2025; Setiyawan et al., 2025; Yeh et al., 2021)</p>
<p>FGD dan wawancara memastikan produk responsif terhadap kebutuhan riil guru di lapangan.</p>	<p>Secara kualitatif, keterlibatan pengguna meningkatkan rasa kepemilikan dan keberlanjutan penggunaan platform. Penggunaan AI dan pengembangan profesional guru menunjukkan bahwa niat, perilaku, dan kebiasaan penggunaan meningkat ketika pengguna dilibatkan secara aktif dalam proses pengembangan dan evaluasi sistem.</p>	<p>(Bwalya et al., 2023; Harris et al., 2020; Koeihler et al., 2013; Misiaszek, 2016; Umami, 2018)</p>

Tabel sintesis temuan penelitian dengan referensi pendukung di atas dapat divisualisasikan sebagai berikut:



Gambar 21. Synthesis of Research Findings

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan platform GURU CELRDIG berbasis AI efektif dalam meningkatkan efisiensi perencanaan pembelajaran, kesiapan pedagogis guru, serta kualitas implementasi pembelajaran berbasis Deep Learning. Hasil uji terbatas dan meluas mengonfirmasi efektivitas produk secara empiris dan statistik, sekaligus memperlihatkan adanya perubahan mindset guru terhadap pemanfaatan teknologi dalam praktik profesional mereka. Proses revisi berbasis validasi ahli materi, ahli media/IT, serta FGD dan wawancara pengguna memperkuat kualitas akademik, teknis, dan kontekstual produk sehingga layak digunakan secara lebih luas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi AI berbasis sistem prompt yang dirancang secara pedagogis untuk membantu guru menyusun perangkat pembelajaran berbasis Deep Learning secara sistematis dan terstruktur. Berbeda dari platform AI generatif umum, GURU CELRDIG dikembangkan melalui model ADDIE yang menempatkan analisis kebutuhan guru sebagai fondasi utama, serta mengintegrasikan validasi ahli dan evaluasi empiris dalam dua tahap implementasi (skala terbatas dan meluas). Selain itu, penelitian ini tidak hanya menilai aspek teknis penggunaan AI, tetapi juga mengevaluasi transformasi mindset dan kesiapan pedagogis guru sebagai indikator keberhasilan inovasi pendidikan berbasis teknologi.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, implementasi masih terbatas pada konteks sekolah dasar dengan karakteristik tertentu sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati. Kedua, durasi implementasi relatif singkat sehingga belum sepenuhnya mengukur dampak jangka panjang terhadap kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa. Ketiga, pengukuran lebih banyak berfokus pada persepsi dan efektivitas perencanaan pembelajaran, belum pada analisis mendalam terhadap perubahan praktik mengajar di kelas secara longitudinal.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat konsep bahwa integrasi AI dalam pendidikan harus dirancang berbasis pedagogi, partisipatif, dan kontekstual, bukan sekadar adopsi teknologi. Secara praktis, hasil penelitian memberikan implikasi bahwa sekolah perlu membangun ekosistem pendukung yang mencakup kepemimpinan yang adaptif, budaya kolaboratif, serta pelatihan berbasis praktik langsung (*hands-on training*) untuk

memastikan keberlanjutan inovasi. Secara kebijakan, integrasi AI di sekolah sebaiknya melibatkan guru sebagai aktor utama dalam perencanaan dan evaluasi, disertai penguatan infrastruktur serta regulasi etika penggunaan AI.

REFERENCE

- Abuova, J., & Sharina, S. I. (2025). Integration of Artificial Intelligence into English for Academic Purposes. *ACM International Conference Proceeding Series*, 261–265. <https://doi.org/10.1145/3726122.3726159>
- Ahmad, M., & Wilkins, S. (2025). Purposive sampling in qualitative research: a framework for the entire journey. *Quality and Quantity*, 59(2), 1461–1479. <https://doi.org/10.1007/s11135-024-02022-5>
- Aldemir, T., Kilinc, S., Bicer, A., Grant, P., Davis, T., & Sweany, N. W. (2025). Intelligent-TPACK in practice: design and evidence from a three-week teacher preparation module. *Computers and Education Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100306>
- Alwakid, W. N., Dahri, N. A., Humayun, M., & Alwakid, G. N. (2025). Exploring the Role of AI and Teacher Competencies on Instructional Planning and Student Performance in an Outcome-Based Education System. *Systems*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/systems13070517>
- Ayotte-Beaudet, J. P., Chastelay, P., Beaudry, M. C., L'Heureux, K., Giameillaro, M., Smith, J., Desjarlais, E., & Paquette, A. (2023). Exploring the impacts of contextualised outdoor science education on learning: the case of primary school students learning about ecosystem relationships. *Journal of Biological Education*, 57(2), 277–294. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909634>
- Bardach, L., Bostwick, K. C. P., Fütterer, T., Kopatz, M., Hobbi, D. M., Klassen, R. M., & Pietschnig, J. (2024). A Meta-Analysis on Teachers' Growth Mindset. *Educational Psychology Review*, 36(3). <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09925-7>
- Buchbinder, O., & McCrone, S. (2022). Guiding principles for teaching mathematics via reasoning and proving. *The 12th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CELRME 12), Bozen-Bolzano, Italy.*, 1–9. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03746878>
- Burner, T., & Schipor, D. (2025). Deep learning in the primary school English classroom in Norway. *Nordic Journal of Comparative and International Education*, 9(4). <https://doi.org/10.7577/njie.6176>
- Bwalya, A., Ruteigwa, M., Tukahabwa, D., & Mapulanga, T. (2023). ENHANCING PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS' TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE THROUGH A TPACK-BASED TECHNOLOGY INTEGRATION COURSE. *Journal of Baltic Science Education*, 22(6), 956–973. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.956>
- Cao, X., Huang, Z., Li, M., & He, T. (2026). Teachers' AI-TPACK as a tangible outcome in the digital transformation of education: A machine learning-based multilevel approach. *Teaching and Teacher Education*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105270>
- Çelik, F., Drummond, A., Elrsanlı, C. Y., Duran, V., & Barjeishi, H. (2026). Evaluating ChatGPT's TPACK Performance: A More Knowledgeable Other for Teacher Training. *Telematics and Informatics Reports*, 100300. <https://doi.org/10.1016/j.teir.2026.100300>
- Çelik, I., Dindar, M., Muukkonein, H., & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66(4), 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>

- Cellik, I., Kontkanem, S., Laru, J., & Dalyanci, A. A. (2026). Co-constructing adaptive lesson plans with GenAI: Pre-service teachers' Intelligent-TPACK and prompt engineering strategies. *Computers and Education*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105485>
- Chem, L., Chem, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCELS.2020.2988510>
- Davies, O., & Mansour, N. (2022). Exploring the Use of Cognitive Science Approaches Alongside SOLO Taxonomy as a Pedagogical Framework to Build Deeper Knowledge in Science and Foundation Subjects at Primary Schools in UK. *Education Sciences*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/educsci12080523>
- Djusmalinar, D., & Mukti, F. D. (2022). The Urgency of Technology-Based Education for Primary School in Indonesia. *Waniambey: Journal of Islamic Education*, 3(1), 12–23. <https://doi.org/10.53837/waniambey.v3i1.434>
- Dogan, S. (2026). Designing effective AI professional development: A framework grounded in intelligent-TPACK. *Computers and Education Open*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2026.100337>
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STELM Education: a Framework for Developing STELM Literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369–385. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- Febriyanti, D. A., & Ain, S. Q. (2021). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Etnomatematika Pada Materi Bangun Datar di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1409–1417. <http://jbasic.org/index.php/basicedu>
- Fontyn, F., Tondeur, J., & Sermeus, J. (2025). A review of reviews on TPACK research: is there any focus? *Computers and Education Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100285>
- Goveinder, R., & Ameivor, G. (2025). Instructional-based learning of cyclic quadrilateral theorems: Making geometric thinking visible and enhancing learners' spatial and geometry cognitions. *Pythagoras*, 46(1). <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v46i1.812>
- Harris, B. N., McCarthy, P. C., Wright, A. M., Schutz, H., Boersma, K. S., Shepherd, S. L., Manning, L. A., Malisch, J. L., & Ellington, R. M. (2020). From panic to pedagogy: Using online active learning to promote inclusive instruction in ecology and evolutionary biology courses and beyond. *Ecology and Evolution*, 10(22), 12581–12612. <https://doi.org/10.1002/ece3.6915>
- Hart, S. R., & Jimerson, S. R. (2021). The Student Engagement in Schools Questionnaire (SElSQ) and the Teacher Engagement Report Form-New (TElRF-N). *Examining the Preliminary Evidence Gabinetei dei Estudos-Ordem Dos Psicólogos Portugueses View Project Mindful ELating in the Schools Project View Pro. Doi: <https://www.researchgate.net/Publication/312453625>*. <https://doi.org/10.1007/BF03340964>
- Hasibuan, M. P., Sunarno, W., & Susanti, E. V. H. (2025). Creative thinking enhancement through project-based learning in science: a meta-analytic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 14(5), 3994–4005. <https://doi.org/10.11591/ijerei.v14i5.34521>
- Hazima, A. A., Hidayat, T., Fitri, A., Arifin, A. J., Hening, P. P., & Sasmito, T. A. (2025). EXPLORING STUDENT PERCEPTIONS OF LECTURE EVALUATION IN LEARNING ACTIVITIES. <https://ejournal.duniakampus.org/index.php/edusphere/>
- Hazima, A. A., Praseityo, E., Annisa, A. H., & Maryanti, R. (2024). Implementation of STELAM and Thematic Learning Models Assisted by STELMATIK Learning Media in Elementary School. *Mathematics Education Journal*, 8(2), 159–171. <https://doi.org/10.22219/mej.v8i2.34029>

- Hazima, A. A., Prasetyo, E., Annisa, A. H., Maryanti, R., Surakarta, U. M., Education, C., Surakarta, U. M., Education, M., & Surakarta, U. M. (2024). *Implementation of STELAM and Thematic Learning Models Assisted by STELMATIK Learning Media in Elementary School*. 8(2), 159–171. <https://doi.org/10.22219/mej.v8i2.34029>
- Heibibi, F., Runge, I., & Lazarides, R. (2026). To plan or not to plan: Technology integration in student teachers' lesson plans and their relation to dimensions of instructional quality. *Teaching and Teacher Education*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2026.105410>
- Hidayat, M. T., & Hazima, A. A. (2026). Systematic Comparison of Civics Learning Models in Elementary Schools: Indonesia Versus Finland. *Journal of Teaching and Learning*, 20(1). <https://doi.org/10.22329/jtl.v20i1.9344>
- Hidayatullah, R. S., Soeryanto, S., Kurniawan, W. D., Putra, B. A. W., Patar, M. N. A. A., & Ajiban, M. H. (2025). The effect of implementing a deep learning approach assisted by a STELM based diesel motor trainer media to improve high-order thinking skills. *EL3S Web of Conferences*, 645. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202564506002>
- Hourigan, M., O'Dwyer, A., Leavy, A. M., & Corry, E. (2022). Integrated STELM—a step too far in primary education contexts? *Irish Educational Studies*, 41(4), 687–711.
- Indriayu, M. (2019). Effectiveness of Experiential Learning-Based Teaching Material in Mathematics. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(1), 57–63.
- Jayadiputra, E., Sapriya, Karim, A. A., & Rahmat. (2020). 21st Century Competences in Civic Education Curriculum of Indonesia. *Proceedings of the 2nd Annual Civic Education Conference (ACELC 2019)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200320.019>
- Jong, M., Ruzaini, A., Thulasi, S., Ravi, D. M., Munirah, W. A., Md Yunus, M., Hashim, H., & Salehi, H. (2025). Leveraging Artificial Intelligence (AI) to Enhance Differentiated Learning Strategies in Malaysian ESL Learners: A Conceptual Paper. *ASELAN Artificial Intelligence Journal*, 2(1), 1–18. <https://doi.org/10.37934/aaaj.2.1.118>
- Kim, M., & Wilkinson, I. A. G. (2019). Learning, Culture and Social Interaction What is dialogic teaching? Constructing, deconstructing, and reconstructing a pedagogy of classroom talk. *Learning, Culture and Social Interaction*, 21(July 2018), 70–86. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.02.003>
- Kılıç, E., & Çelik, H. E. (2025). Factors affecting acceptance of ChatGPT-4o by English language instructors: The extended TAM approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100452>
- Koehler, M. J., Mishra, P., Akcaoglu, M., & Rosenberg, J. M. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework for teachers and teacher educators. *ICT Integrated Teacher Education: A Resource Book*, 2–7.
- Kroeper, K. M., Fried, A. C., & Murphy, M. C. (2022). Towards fostering growth mindset classrooms: identifying teaching behaviors that signal instructors' fixed and growth mindsets beliefs to students. *Social Psychology of Education*, 25(2–3), 371–398. <https://doi.org/10.1007/s11218-022-09689-4>
- Lei, S., Mott, B., Ottenbreit-Leiftwich, A., Scribner, A., Taylor, S., Park, K., Rowe, J., Glazewski, K., Hmeilo-Silver, C. E., & Leister, J. (2021). AI-Infused collaborative inquiry in upper elementary school: A Game-based learning approach. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(17). <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17836>
- Marisa, S., Gunawan, & Susilawati, E. (2024). Global Education Development Plan to Build Sustainable Education Based on Artificial Intelligence. *Qubahan Academic Journal*, 4(2), 38–46. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n2a207>
- Meitsärinne, M., & Korhonen, R. (2017). Young People and Active Citizenship in Post-Soviet Times. In B. Krzywosz-Rynkiewicz, A. M. Zalewska, & K. J. Kennedy (Eds.), *Young*

- People and Active Citizenship in Post-Soviet Times: A Challenge for Citizenship Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315564005>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- Misiaszek, G. W. (2016). Ecology as an element of citizenship education: The dialectic of global/local spheres of citizenship and critical environmental pedagogies. *International Review of Education*, 62(5), 587–607. <https://doi.org/10.1007/s11159-016-9587-0>
- Mohajan, H. K. (2020). Quantitative research: A successful investigation in natural and social sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 9(4), 50–79. <https://doi.org/https://www.ceriol.com/search/article-detail?id=939590>
- Monsillion, J., Romo, L., & Zeibdi, R. (2025). Exploring the effects of a School Mindfulness-Based Intervention in French Primary Public Schools – A Pilot Study. *Pediatric Reports*, 17(2). <https://doi.org/10.3390/pediatric17020031>
- Nafi'ah, J., & Faruq, D. J. (2025). Conceptualizing Deep Learning Approach in Primary Education: Integrating Mindful, Meaningful, and Joyful. *Journal of Educational Research and Practice*, 3(2), 225. <https://doi.org/10.70376/jerp.v3i2.384>
- Nyaaba, M., & Zhai, X. (2025). Developing a theory-grounded AI tool for the generation of culturally responsive lesson plans. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100474>
- OECD. (2019). Pendidikan di Indonesia belajar dari hasil PISA 2018. *Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang KEMENDIKBUD*, (021), 1–206.
- Othman, M. K., & Ching, S. K. (2024). Gamifying science education: How board games enhances engagement, motivate and develop social interaction, and learning. *Education and Information Technologies*, 29(18), 24525–24561. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12818-5>
- Pan, Q., Zhou, J., Yang, D., Shi, D., Wang, D., Chen, X., & Liu, J. (2023). Mapping Knowledge Domain Analysis in Deep Learning Research of Global Education. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043097>
- Pargmann, J., Berding, F., Reibmann, K., & Riebinbauer, E. (2025). How AI feedback supports lesson planning in vocational teacher education: a longitudinal intervention study using an analytical AI platform. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40461-025-00202-7>
- Peizer, P., Hoffman, J., & Hajer, M. A. (2024). The mixed classroom: a pedagogical experiment with students and policymakers. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03146-7>
- Pokrivcakova, S. (2023). Pre-service teachers' attitudes towards artificial intelligence and its integration into EFL teaching and learning. *Journal of Language and Cultural Education*, 11(3), 100–114. <https://doi.org/10.2478/jolace-2023-0031>
- Prafitasari, F., Haryanto, & Hastuti, W. S. (2025). Designing a Metacognition–Social Complexity-Based Model for Science Subject in Elementary Education: A Comprehensive Needs Analysis Study. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 18(1), 123–137. <https://doi.org/10.26822/iejeei.2025.424>
- Pramuditya, S. A., Pitriyana, S., Subroto, T., & Wafiqoh, R. (2022). Implementation of augmented reality-assisted learning media on three-dimensional shapes. *Jurnal Elemem*, 8(2), 480–493. <https://doi.org/10.29408/jeil.v8i2.5238>
- Probosari, R. M., Utami, B., & Widyastuti, F. (2021). Teacher's Candidate Readiness and Beliefs in teaching STELM: Formulating Best Strategy in Scientific Communication.

- Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012011>
- Purnomo, EL. A., Sukestiyarno, Y. L., Junaedi, I., & Agoestanto, A. (2022). Analysis of Problem Solving Process on HOTS Test for Integral Calculus. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 14(1), 199–214. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1361643>
- Putri, H. EL., Wahyudy, M. A., Yuliyanto, A., & Nuraeni, F. (2020). Development of instruments to measure mathematical anxiety of elementary school students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6), 282–302. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.19.6.17>
- Quezada, V. DÍ., & Albornoz, M. S. (2023). Validation of an Instrument to Assess Deductive Reasoning in Solving Types of Problems. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(7), 50–64. <https://doi.org/10.3991/ijeip.v13i7.40153>
- Rahmawati, A., Suryani, N., Akhyar, M., & Sukarmin. (2020). Technology-Integrated Project-Based Learning for Pre-Service Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Open Engineering*, 10(1), 620–629. <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0069>
- Reilmasira, S. C., Lai, Y. C., & Donaldson, J. P. (2023a). Fostering AI literacy in elementary science, technology, engineering, art, and mathematics (STELAM) education in the age of generative AI. *Sustainability*, 15(18), 13595.
- Reilmasira, S. C., Lai, Y. C., & Donaldson, J. P. (2023b). Fostering AI Literacy in Elementary Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STELAM) Education in the Age of Generative AI. *Sustainability (Switzerland)*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813595>
- Reilmasira, S. ;, Thrupp, R.-M. ;, & Hunt, J. (2017). *Indonesian Teachers' Use of the Internet for Learning*. <https://research.usc.edu.au>
- Rissanen, I., Laine, S., Puusepp, I., Kuusisto, EL., & Tirri, K. (2021). Implementing and Evaluating Growth Mindset Pedagogy - A Study of Finnish Elementary School Teachers. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feeduc.2021.753698>
- Rohmah, A. N., Sutama, S., Hidayati, Y. M., Fauziati, EL., & Rahmawati, L. EL. (2022). Planning for Cultivation Numerical Literacy in Mathematics Learning for Minimum Competency Assessment (AKM) in Elementary Schools. *Mimbar Sekolah Dasar*, 9(3), 503–516. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v9i3.51774>
- Rukayah, R., Daryanto, J., Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., & Saputri, D. Y. (2021). Needs Analysis of Natural Science Learning Media Development with STELAM-Based Augmented Reality in Elementary School. *ACM International Conference Proceeding Series*, 13(2). <https://doi.org/10.1145/3516875.3516935>
- Sahagun, M. A., Moser, R., Shomaker, J., & Fortier, J. (2021). Developing a growth-mindset pedagogy for higher education and testing its efficacy. *Social Sciences and Humanities Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100168>
- Setiyawan, A., Soeharto, S., Wijaya, T. T., Korenova, L., & Lavicza, Z. (2025). Measuring Teachers' competencies for AI integration: Development and validation of the AI-TPACK in vocational education. *Computers and Education Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100319>
- Shen, Y., & Han, Y. (2026). Fostering undergraduates' critical thinking in digital multimodal composition with generative artificial intelligence. *Thinking Skills and Creativity*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.102045>
- Sulistyaningrum, R., Sutama, S., & Deissty, A. (2021). Analysing Skills of Planning, Conduct, and Assessment In Teachers During Online Mathematics Teaching. *Profesi Pendidikan Dasar*, 8(1), 63–74. <https://doi.org/10.23917/ppd.v8i1.13108>

- Sung, W., & An, H. (2026). From surface to substance: Experiential learning to promote understanding of ChatGPT for K-12 lesson planning. *Teaching and Teacher Education*, 172, 105375. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105375>
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial Intelligence in Education: AIEd for Personalised Learning Pathways. *The Electronic Journal of E-Learning*, 20(5), 639-653. www.ejeil.org
- Taveiras, C. M., Claro, S., Santelices, M. V., & Trzeisniewski, K. (2025). Exploring teacher growth mindset measurement: an analytical synthesis. In *Cogent Education* (Vol. 12, Number 1). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2536360>
- Tilman, A. de A., Sarmento, T. A., Ismanto, B., & Waruwu, M. (2025). Evaluation of School Principal Leadership in Enhancing the Spirituality of Students at Finantil State High School in Dili, Timor-Leste Through CIPP. *International Journal of Sustainable Applied Sciences*, 3(10), 659-670. <https://doi.org/10.59890/ijzas.v3i10.171>
- Tong, L. C., Rosli, M. S., & Saleh, N. S. (2022). Enhancing HOTS using Problem-Based Learning and Digital Game in the Context of Malaysian Primary School. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(2), 101-112. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i02.27677>
- Tristiana, N. E., Hartono, R., Faridi, A., & Fitriati, S. W. (2024). ICT-based Classroom Instruction Design: Exploring EFL Pre-Service Teachers' Perception of Project-Based Learning Strategy for Developing Pedagogical Competence. *Teaching English Language*, 18(2), 347-378. <https://doi.org/10.22132/te.2024.459941.1620>
- Umami, I. (2018). Moderating influence of curriculum, pedagogy, and assessment practices on learning outcomes in Indonesian secondary education. *Journal of Social Studies Education Research*, 9(1), 60-75. <https://doi.org/10.17499/jsse.37505>
- Wang, A., Pontre, B., & Mdeitshe, S. (2026). Teaching artificial intelligence to future radiographers: Curriculum enhancement in a New Zealand radiography course. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 57(2). <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2026.102193>
- Yeh, Y. F., Chan, K. K. H., & Hsu, Y. S. (2021). Toward a framework that connects individual TPACK and collective TPACK: A systematic review of TPACK studies investigating teacher collaborative discourse in the learning by design process. *Computers and Education*, 171(November 2020), 104238. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104238>
- Yu, J., Kreijkes, P., & Salmela-Aro, K. (2022). Students' growth mindset: Relation to teacher beliefs, teaching practices, and school climate. *Learning and Instruction*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101616>
- Zainuddin, Z., Hermawan, H. D., Nuraini, F., Prayitno, S. M., & Probowasito, T. (2019). Flipping the classroom with a LMS: Designing a technologybased learning model. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(3), 309-317. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i3.12886>
- Zhang, F., Wang, X., & Zhang, X. (2025). Applications of deep learning method of artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 30(2), 1563-1587. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12883-w>

▪