

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN DALAM FLIPPED LEARNING UNTUK MENDUKUNG KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SEKOLAH DASAR: TINJAUAN LITERATUR

Kadek Ayu Fernawati¹, Serli Karista², Siswi Pratiwi³, Risna⁴, Syahra Anggrainun⁵,
Putri Andini⁶

kadekayufernawati@gmail.com¹, serlipgsde@gmail.com², siswipratiwi99@gmail.com³,
risna170806@gmail.com⁴, anggrainunsyhra@gmail.com⁵, putriayupa726@gmail.com⁶

Universitas Sulawesi Barat

ABSTRAK

Transformasi pedagogi digital pada era Industri 4.0 dan Society 5.0 menghadirkan tantangan psikopedagogis yang kompleks bagi Generasi Alpha, kohort yang tumbuh sepenuhnya di tengah ekosistem digital namun belum tentu memiliki kematangan regulasi diri yang sepadan dengan kefasihan teknologinya. Artikel ini menelaah secara kritis peran integrasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) ke dalam model flipped learning sebagai strategi untuk memperkuat kemandirian belajar (self-regulated learning/SRL), mengelola beban kognitif (cognitive load), dan memitigasi kecemasan akademik (learning anxiety) pada siswa sekolah dasar. Kajian ini disusun melalui pendekatan tinjauan literatur naratif-tematik yang mengacu pada prinsip transparansi pelaporan PRISMA 2020, dengan menelusuri literatur ilmiah bereputasi pada rentang tahun 2011–2026 melalui mesin pencari akademik dan basis data seperti Scopus, ScienceDirect, Frontiers, PubMed Central, MDPI, ACM Digital Library, SAGE, serta jurnal terindeks SINTA. Sintesis terhadap lebih dari dua puluh lima sumber primer menunjukkan bahwa agen AI adaptif—mencakup intelligent tutoring systems, generative AI scaffolding, dan chatbot percakapan—dapat berperan sebagai perancah metakognitif pada fase pra-kelas yang secara teoretis konsisten dengan tiga fase regulasi diri Zimmerman dan dengan pengelolaan beban kognitif ekstraneus-germane menurut Sweller. Bukti kuantitatif terkini, termasuk meta-analisis berskala kecil hingga menengah, menunjukkan efek positif yang secara statistik bermakna namun heterogen dan sangat bergantung pada kualitas desain instruksional, bukan pada kecanggihan teknologi semata. Artikel ini menegaskan bahwa manfaat AI dalam flipped learning bersifat kondisional: ia dapat memperkuat kesiapan kognitif dan menurunkan tekanan evaluatif pra-kelas, tetapi juga membawa risiko ketergantungan berlebih, kesenjangan akses digital, dan persoalan etika data yang harus dikelola secara sengaja oleh pendidik dan pembuat kebijakan. Kajian ini menyajikan kerangka konseptual revisi—AI-Driven Flipped Scaffolding for Cognitive Well-being—beserta rekomendasi praktis bagi guru sekolah dasar, pengambil kebijakan pendidikan, dan agenda penelitian lanjutan di Indonesia.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Flipped Learning, Generasi Alpha, Kesejahteraan Kognitif, Beban Kognitif, Kecemasan Belajar, Self-Regulated Learning, Sekolah Dasar.

ABSTRACT

Digital pedagogical transformation in the era of Industry 4.0 and Society 5.0 presents complex psychopedagogical challenges for Generation Alpha, a cohort that has grown up entirely within a digital ecosystem yet does not necessarily possess self-regulatory maturity commensurate with its technological fluency. This article critically examines the role of integrating artificial intelligence (AI) into the flipped-learning model as a strategy to strengthen self-regulated learning (SRL), manage cognitive load, and mitigate learning anxiety among elementary school students. The review was conducted through a narrative-thematic literature approach informed by the reporting-transparency principles of PRISMA 2020, drawing on peer-reviewed literature published between 2011 and 2026 and retrieved through academic search engines and databases including Scopus-indexed journals, ScienceDirect, Frontiers, PubMed Central, MDPI, the ACM Digital Library, SAGE, and SINTA-indexed Indonesian journals. Synthesis of more than twenty-five primary

sources indicates that adaptive AI agents-including intelligent tutoring systems, generative AI scaffolding, and conversational chatbots-can function as metacognitive scaffolds during the pre-class phase, in ways theoretically consistent with Zimmerman's three phases of self-regulation and with Sweller's account of extraneous-germane cognitive load management. Recent quantitative evidence, including small-to-moderate meta-analyses, shows statistically significant but heterogeneous effects that depend heavily on instructional design quality rather than on technological sophistication alone. The article argues that the benefit of AI in flipped learning is conditional: it can strengthen cognitive readiness and lower pre-class evaluative pressure, but it also carries risks of over-reliance, digital access gaps, and data-ethics concerns that must be deliberately managed by educators and policymakers. The review proposes a revised conceptual framework-AI-Driven Flipped Scaffolding for Cognitive Well-being-along with practical recommendations for elementary school teachers, education policymakers, and a future research agenda in the Indonesian context.

Keywords: Artificial Intelligence, Flipped Learning, Generation Alpha, Cognitive Well-Being, Cognitive Load, Learning Anxiety, Self-Regulated Learning, Elementary Education.

PENDAHULUAN

1. Generasi Alpha dan Lanskap Belajar Digital

Generasi Alpha, yang secara konvensional dibatasi sebagai kohort kelahiran tahun 2010 hingga 2025, merupakan kelompok manusia pertama yang tumbuh sepenuhnya di dalam ekosistem digital sejak masa kanak-kanak paling awal (McCrindle & Fell, 2020). Berbeda dengan Generasi Z yang mengalami transisi dari dunia analog ke digital, Generasi Alpha lahir ke dalam dunia yang telah dipenuhi oleh telepon pintar, asisten suara, aplikasi pembelajaran adaptif, dan konten video pendek yang dioptimalkan algoritmik. Paparan digital yang masif dan dimulai sejak usia dini ini membentuk sejumlah karakteristik psikologis dan gaya belajar yang khas: kecenderungan terhadap stimulus visual-interaktif, harapan atas umpan balik yang instan, serta kenyamanan berinteraksi dengan antarmuka berbasis layar sentuh sejak sebelum mereka mampu membaca secara lancar.

Sejumlah kajian mutakhir mencatat bahwa keakraban intuitif terhadap teknologi ini berjalan beriringan dengan sejumlah kerentanan kognitif dan sosioemosional. Paparan layar yang tidak terstruktur dan berlangsung dalam durasi panjang dikaitkan dengan penurunan rentang perhatian, gangguan pada memori kerja, serta peningkatan risiko kecemasan dan gangguan regulasi emosi pada anak (Kakon et al., 2024; Sarvajna et al., 2024). Pada saat yang sama, riset lain menekankan bahwa dampak tersebut tidak bersifat deterministik: penggunaan teknologi digital yang bersifat edukatif, terarah, dan didampingi secara aktif oleh orang dewasa justru dapat menopang perkembangan kognitif anak, sedangkan penggunaan yang bersifat rekreatif dan pasif lebih berisiko menurunkan kapasitas atensi (Gottschalk, 2019, sebagaimana dirujuk dalam kajian generasi digital terkini). Dengan kata lain, bukan keberadaan teknologi itu sendiri yang menentukan kualitas perkembangan kognitif Generasi Alpha, melainkan bagaimana teknologi tersebut dirancang, dikuratori, dan diintegrasikan ke dalam praktik pembelajaran yang bermakna.

2. Paradoks Digital Native: Antara Fluensi Teknologi dan Kerentanan Regulasi Diri

Fenomena ini melahirkan apa yang dapat disebut sebagai paradoks digital native pada Generasi Alpha: kefasihan teknis yang tinggi dalam mengoperasikan perangkat digital tidak serta-merta berkorelasi dengan kematangan metakognitif atau kemampuan regulasi diri dalam belajar. Berbagai kajian tentang perilaku Generasi Alpha sebagai digital natives menunjukkan bahwa preferensi terhadap lingkungan belajar yang interaktif dan berbasis multimedia berpotensi meningkatkan keterlibatan, tetapi pada saat yang sama memunculkan kekhawatiran mengenai rentang perhatian yang memendek, beban informasi yang berlebihan (information overload), dan kebutuhan mendesak akan literasi

digital kritis (lihat misalnya kajian tentang perilaku belajar digital native dalam *Psychology and Education: A Multidisciplinary Journal*, 2026). Ketergantungan pada stimulus digital yang terfragmentasi—notifikasi, video pendek, dan konten yang dioptimalkan untuk menahan perhatian sesaat—berisiko membentuk pola belajar yang dangkal, di mana siswa terbiasa berpindah cepat antar-informasi tanpa membangun pemahaman konseptual yang mendalam.

Di ruang kelas konvensional yang mengandalkan instruksi searah dan tempo belajar yang seragam, kesenjangan antara ekspektasi Generasi Alpha akan personalisasi dan realitas pembelajaran klasikal ini kerap memicu frustrasi, kebosanan, dan pada sejumlah kasus kecemasan akademik akibat ketakutan tertinggal dari teman sebaya. Guru dituntut mengakomodasi keberagaman kecepatan belajar (*learning pace*) yang sangat lebar dalam satu ruang kelas, sementara instrumen pedagogis tradisional tidak dirancang untuk diferensiasi pada skala tersebut. Kondisi inilah yang mendorong pencarian model pembelajaran alternatif yang mampu memberi ruang bagi otonomi belajar tanpa mengorbankan struktur dan pendampingan.

3. Flipped Learning: Janji Pedagogis dan Keterbatasan Operasionalnya

Model pembelajaran terbalik atau *flipped learning* menjadi salah satu jawaban pedagogis yang paling banyak diadopsi terhadap tantangan tersebut. Bergmann dan Sams (2012), yang mempopulerkan model ini dalam konteks pendidikan menengah di Amerika Serikat, mengusulkan pemindahan penyampaian materi deklaratif-konseptual ke luar jam tatap muka melalui video atau bahan bacaan pra-kelas, sehingga waktu tatap muka dapat sepenuhnya dialokasikan untuk aktivitas aplikatif, pemecahan masalah, dan diskusi kolaboratif. Secara teoretis, arsitektur ini selaras dengan pandangan konstruktivis dan konstruktivis-sosial Piaget (1952) dan Vygotsky (1978): siswa membangun pemahaman awal secara mandiri sebelum memasuki ruang kolaboratif di mana pemahaman tersebut diuji, diperdalam, dan direkonstruksi bersama guru dan teman sebaya yang berperan sebagai *more knowledgeable other* dalam kerangka zona perkembangan proksimal (*zone of proximal development/ZPD*).

Namun demikian, efektivitas model ini pada praktiknya jauh lebih bervariasi dibandingkan klaim popularnya. Kajian sistematis Akçayır dan Akçayır (2018) mengidentifikasi bahwa persiapan siswa yang tidak memadai pada fase pra-kelas merupakan tantangan yang paling sering dilaporkan sebagai penghambat efektivitas *flipped classroom*, jauh melampaui persoalan teknis lainnya. Temuan ini diperkuat oleh sintesis meta-analisis tingkat kedua (*second-order meta-analysis*) yang menegaskan bahwa manfaat *flipped learning* sangat bergantung pada kualitas implementasi dan bukan merupakan properti inheren dari format pembelajarannya (Ma et al., 2025, sebagaimana dirujuk dalam kajian meta-analisis pendidikan terkini). Låg dan Sæle (2019) bahkan menemukan bahwa efek *flipped instruction* terhadap hasil belajar, tingkat kelulusan, dan kepuasan siswa relatif kecil dibandingkan pembelajaran konvensional, dengan kemungkinan bias publikasi turut memengaruhi besaran efek yang dilaporkan dalam literatur. Tanpa perancah yang memadai pada fase belajar mandiri, video pembelajaran statis atau dokumen bacaan cenderung diproses secara pasif; siswa memasuki sesi tatap muka tanpa kesiapan konseptual yang cukup, sehingga alih-alih menurunkan beban kognitif dan kecemasan, format ini justru berpotensi memperbesar keduanya.

4. Kecerdasan Buatan sebagai Katalis Baru dalam Arsitektur Flipped Learning

Perkembangan pesat kecerdasan buatan generatif dan sistem pembelajaran adaptif dalam beberapa tahun terakhir membuka peluang baru untuk mengatasi titik lemah struktural *flipped learning* tersebut. *Intelligent tutoring systems (ITS)*, platform pembelajaran adaptif, serta model bahasa besar (*large language models/LLM*) yang

dikemas sebagai chatbot percakapan memungkinkan penciptaan perancah pembelajaran yang responsif secara real-time terhadap kebutuhan individual siswa pada fase pra-kelas (Lo & Hew, 2023; Ouyang & Jiao, 2021). Berbeda dengan video statis, agen AI dapat mendeteksi miskonsepsi saat kemunculannya, mengajukan pertanyaan pemantik metakognitif, menyesuaikan tingkat kesulitan materi secara dinamis, dan memberikan umpan balik segera tanpa mempermalukan siswa di hadapan teman sebaya.

Kasneci dkk. (2023) menegaskan bahwa model bahasa besar generatif membawa peluang sekaligus tantangan bagi dunia pendidikan: di satu sisi teknologi ini dapat berfungsi sebagai tutor personal yang tersedia kapan pun dibutuhkan, namun di sisi lain menuntut kerangka literasi AI dan pengawasan pedagogis yang memadai agar tidak menggeser proses berpikir siswa menjadi sekadar konsumsi jawaban instan. Dalam konteks flipped learning, potensi AI paling menjanjikan justru terletak pada titik yang paling rentan dari model ini, yaitu fase pra-kelas yang selama ini berlangsung tanpa pengawasan langsung.

5. Kesenjangan Kajian dan Kebaruan Artikel

Meskipun literatur mengenai AI dalam flipped learning berkembang pesat, sebagian besar studi empiris masih terkonsentrasi pada jenjang pendidikan tinggi dan populasi remaja-dewasa, dengan fokus dominan pada capaian akademik sebagai variabel hasil. Kajian yang secara eksplisit menyintesis tiga konstruk psikologis sekaligus—kemandirian belajar, beban kognitif, dan kecemasan akademik—sebagai komponen dari kesejahteraan kognitif (cognitive well-being) pada jenjang pendidikan dasar masih relatif jarang ditemukan, terlebih dalam konteks karakteristik unik Generasi Alpha. Artikel ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menyintesis bukti dari kajian pendidikan tinggi, pendidikan dasar dan menengah, ilmu kognitif, serta psikologi pendidikan digital, untuk membangun kerangka konseptual yang secara spesifik relevan bagi siswa sekolah dasar di era kecerdasan buatan.

6. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian (Research Questions)

Berdasarkan uraian di atas, tinjauan literatur ini diarahkan oleh empat pertanyaan penelitian (Research Questions/RQ) berikut:

- RQ1: Bagaimana mekanisme integrasi kecerdasan buatan pada fase pra-kelas flipped learning memfasilitasi penguatan kemandirian belajar (self-regulated learning) siswa Generasi Alpha?
- RQ2: Bagaimana AI-driven flipped learning berkontribusi pada pengelolaan beban kognitif (cognitive load) siswa selama proses belajar berlangsung, baik pada fase pra-kelas maupun fase tatap muka?
- RQ3: Sejauh mana implementasi model ini dapat memitigasi kecemasan akademik (learning anxiety) dan berkontribusi pada kesejahteraan kognitif siswa, serta apa saja batasan dan risikonya?
- RQ4: Bagaimana bentuk kerangka konseptual terintegrasi yang secara realistis menghubungkan intervensi AI, perancah pra-kelas, regulasi diri, dan kesejahteraan kognitif siswa sekolah dasar, termasuk faktor-faktor yang memoderasi keberhasilannya?

7. Tujuan dan Kontribusi Kajian

Kajian ini bertujuan (1) menyintesis bukti empiris dan teoretis terkini mengenai peran AI dalam flipped learning terhadap tiga konstruk kesejahteraan kognitif; (2) mengevaluasi secara kritis kekuatan bukti tersebut, termasuk ukuran efek, heterogenitas temuan, dan keterbatasan metodologis studi-studi primer; serta (3) merumuskan kerangka konseptual dan rekomendasi praktis yang aplikatif bagi konteks pendidikan dasar, termasuk konteks Indonesia. Kontribusi utama artikel ini terletak pada sikap evaluatif yang

berimbang: alih-alih menempatkan AI sebagai solusi tunggal yang niscaya efektif, kajian ini secara eksplisit menimbang bukti yang mendukung maupun bukti yang membatasi klaim tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Desain dan Pendekatan Kajian

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan tinjauan literatur naratif-tematik (narrative-thematic literature review) yang diinformasikan oleh prinsip-prinsip pelaporan transparan dari Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 (Page et al., 2021). Perlu ditegaskan secara jujur bahwa kajian ini tidak diklaim sebagai systematic literature review (SLR) formal dengan protokol yang diregistrasi terlebih dahulu, penyaringan ganda oleh dua reviewer independen yang saling membutakan (blinded), maupun perhitungan reliabilitas antar-penilai (inter-rater reliability) secara kuantitatif. Pendekatan yang digunakan lebih tepat dikategorikan sebagai integrative literature review yang meminjam kerangka transparansi pelaporan PRISMA—yakni pencatatan strategi pencarian, kriteria kelayakan, dan alasan penyaringan secara eksplisit—tanpa mereplikasi seluruh elemen prosedural SLR ganda-reviewer yang biasa digunakan dalam meta-analisis kuantitatif berskala besar. Keputusan ini diambil demi menjaga integritas akademik dan menghindari klaim metodologis yang melebihi apa yang sesungguhnya dilakukan.

2. Strategi dan Sumber Pencarian Literatur

Penelusuran literatur dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci Boolean, antara lain: ("flipped learning" OR "flipped classroom" OR "inverted classroom") AND ("artificial intelligence" OR "intelligent tutoring system" OR "generative AI" OR chatbot OR "adaptive learning") AND ("self-regulated learning" OR "cognitive load" OR "learning anxiety" OR "Generation Alpha" OR "elementary" OR "primary school"). Pencarian dilakukan melalui mesin pencari akademik yang mengindeks dan menautkan ke basis data bereputasi, meliputi Scopus-indexed journals, ScienceDirect (Elsevier), Frontiers, PubMed Central (PMC)/PubMed, MDPI, SAGE Journals, Taylor & Francis Online, Springer Link, ACM Digital Library, serta Google Scholar sebagai mesin pencari lintas-basis data. Untuk memperkaya konteks lokal, penelusuran tambahan dilakukan pada jurnal-jurnal pendidikan dasar terindeks SINTA di Indonesia. Rentang tahun publikasi yang ditelusuri adalah 1952–2026, dengan penekanan utama pada literatur empiris tahun 2018–2026 dan literatur teoretis klasik (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978; Sweller, 2011 dan karya-karya rujukannya; Zimmerman, 2002) yang menjadi fondasi konseptual kajian ini. Tabel 1 merangkum basis data dan fokus tematik penelusuran yang dilakukan.

Tabel 1. Basis Data, Fokus Tematik, dan Contoh Kata Kunci Penelusuran

Basis Data / Sumber	Fokus Tematik Utama	Contoh Kata Kunci
Scopus-indexed journals (via mesin pencari akademik)	Meta-analisis dan tinjauan sistematis AI-flipped learning	"AI-supported flipped learning" AND "academic achievement"
ScienceDirect (Elsevier)	Cognitive load theory dan AI-assisted learning tools	"cognitive load" AND "artificial intelligence" AND "adaptive"
Frontiers (Education & Psychology)	Chatbot, engagement, SRL dalam flipped learning	"chatbot" AND "flipped learning" AND "self-regulated"
PubMed Central / PubMed	Neurosains pendidikan, beban kognitif, screen time anak	"cognitive load" AND "educational neuroscience"

Basis Data / Sumber	Fokus Tematik Utama	Contoh Kata Kunci
MDPI (Sustainability, Brain Sciences, Education Sciences)	Meta-analisis kuantitatif AI dalam pendidikan	"flipped learning" AND "meta-analysis" AND "AI"
ACM Digital Library	Generative AI scaffolding untuk computational thinking SD	"generative AI" AND "metacognitive scaffolding" AND "elementary"
SAGE Journals	Beban kognitif dan keterlibatan belajar berbasis teknologi	"cognitive load" AND "learner engagement"
Jurnal terindeks SINTA (Indonesia)	Implementasi AI dan kemandirian belajar di SD Indonesia	"kecerdasan buatan" AND "kemandirian belajar" AND "sekolah dasar"

3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi yang digunakan meliputi: (1) artikel jurnal ilmiah yang telah melalui proses tinjauan sejawat (peer-reviewed), prosiding konferensi ilmiah bereputasi, atau buku akademik yang menjadi rujukan klasik dalam bidangnya; (2) secara substantif membahas keterkaitan antara flipped learning dan/atau kecerdasan buatan dengan minimal satu dari tiga konstruk utama—kemandirian belajar, beban kognitif, atau kecemasan/kesejahteraan psikologis dalam belajar; (3) memuat data empiris (kuantitatif, kualitatif, atau campuran) atau sintesis konseptual yang koheren dan dapat ditelusuri sumbernya. Kriteria eksklusi meliputi: artikel opini atau editorial yang tidak melalui tinjauan sejawat, konten pemasaran produk teknologi pendidikan, serta sumber yang tidak dapat diverifikasi kredibilitasnya (misalnya blog non-institusional tanpa rujukan ilmiah).

4. Prosedur Sintesis Tematik

Setelah proses penelusuran dan penyaringan, temuan dari sumber-sumber terpilih dikelompokkan ke dalam tema-tema besar yang selaras dengan pertanyaan penelitian: (a) karakteristik psikopedagogis Generasi Alpha; (b) landasan teoretis regulasi diri, beban kognitif, dan konstruktivisme sosial; (c) mekanisme AI sebagai perancah pra-kelas; (d) bukti empiris terhadap tiga konstruk kesejahteraan kognitif; dan (e) keterbatasan, risiko, serta implikasi praktis. Analisis tematik dilakukan secara reflektif dengan senantiasa membandingkan klaim satu sumber dengan sumber lain untuk mengidentifikasi konvergensi maupun ketegangan (tension) antar-temuan, khususnya ketika ukuran efek atau arah temuan tidak seragam.

5. Keterbatasan Metodologis

Sebagai kajian pustaka naratif-tematik, artikel ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diakui secara eksplisit. Pertama, proses penyaringan literatur dilakukan oleh tim penulis tanpa reviewer independen kedua yang membutakan diri, sehingga potensi bias seleksi (selection bias) dalam pemilihan sumber tidak dapat dieliminasi sepenuhnya. Kedua, kajian ini tidak melakukan perhitungan ukuran efek gabungan (pooled effect size) secara mandiri; angka-angka statistik yang dikutip dalam artikel ini seluruhnya berasal dari studi primer atau meta-analisis yang telah dipublikasikan dan disitasi sebagaimana adanya, bukan hasil perhitungan ulang oleh penulis. Ketiga, pembatasan pada literatur berbahasa Inggris dan Indonesia berpotensi meluputkan studi relevan yang dipublikasikan dalam bahasa lain. Keempat, sebagian besar bukti kuantitatif yang kuat (meta-analisis dengan ukuran sampel memadai) masih terkonsentrasi pada jenjang pendidikan tinggi dan menengah, sehingga generalisasi temuan ke konteks sekolah dasar—termasuk Generasi Alpha secara spesifik—perlu dilakukan dengan kehati-hatian dan sebagian bersifat

inferensial-teoretis, bukan murni deduksi empiris langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peta Umum Literatur: Tren dan Konsentrasi Studi

Penelusuran literatur menunjukkan bahwa kajian mengenai integrasi kecerdasan buatan dalam flipped learning mengalami akselerasi tajam sejak tahun 2023, seiring dengan ketersediaan luas model bahasa besar generatif seperti ChatGPT. Sebagian besar studi empiris dengan desain eksperimental atau kuasi-eksperimental berasal dari konteks pendidikan tinggi dan pendidikan bahasa asing (EFL/ESL), dengan konsentrasi geografis yang cukup dominan di kawasan Asia Timur (Tiongkok, Taiwan, Korea Selatan) dan Timur Tengah/Turki. Studi yang secara spesifik menyasar jenjang sekolah dasar jumlahnya jauh lebih terbatas, meskipun tren tersebut mulai bergeser: penelitian-penelitian terbaru tahun 2025–2026 mengenai generative AI scaffolding untuk berpikir komputasional (computational thinking) pada siswa sekolah dasar mulai muncul dalam prosiding konferensi internasional dan jurnal bereputasi (Liu et al., 2026). Pola ini mengindikasikan bahwa basis bukti untuk populasi anak usia sekolah dasar masih dalam tahap berkembang, sehingga sebagian argumen dalam kajian ini bersifat ekstrapolatif dari temuan populasi yang lebih tua, dengan kehati-hatian yang perlu ditegaskan pada setiap bagian relevan.

Untuk memberikan gambaran konkret kepada pembaca, Tabel 2 merangkum sejumlah studi kunci yang menjadi rujukan utama sintesis pada bagian pembahasan berikut, mencakup konteks, desain, dan temuan intinya.

Tabel 2. Ringkasan Studi Kunci yang Disintesis

Penulis (Tahun)	Konteks & Desain	Temuan Inti
Balat (2026)	Meta-analisis 10 studi eksperimental/kuasi-eksperimental, AI-flipped vs flipped tanpa AI	Efek gabungan positif moderat ($g = 0,67$) namun heterogen ($I^2 = 64,6\%$); kepastian bukti rendah (GRADE)
Liu, Zhang, Li, Wang, Niu, & Zhang (2026)	Kuasi-eksperimen siswa SD, perancah metakognitif adaptif (GAI) vs statis	Perancah adaptif menurunkan beban kognitif intrinsik & meningkatkan kompleksitas solusi berpikir komputasional
Gkintoni, Antonopoulou, Sortwell, & Halkiopoulos (2025)	Tinjauan sistematis 103 studi, integrasi CLT-Neurosains-AI, K-12 & dewasa	AI adaptif mendukung manajemen beban kognitif real-time; menyoroti risiko privasi & bias algoritmik
Akçayır & Akçayır (2018)	Tinjauan literatur flipped classroom	Persiapan pra-kelas yang tidak memadai adalah kendala paling sering dilaporkan
Låg & Sæle (2019)	Tinjauan sistematis & meta-analisis flipped instruction	Efek terhadap hasil belajar & kepuasan relatif kecil; potensi bias publikasi
Ma, Fan, & Bai (2025)	Meta-analisis tingkat kedua (second-order)	Efektivitas flipped classroom sangat bergantung pada kualitas implementasi
Lan & Zhou (2025)	Tinjauan sistematis kualitatif, pendidikan tinggi	Mengusulkan kerangka AI-SRL dua lapis (pembelajar & instruktur)

Penulis (Tahun)	Konteks & Desain	Temuan Inti
AI-driven gamification study (Frontiers in Psychology, 2026)	Meta-analisis 45 studi (2019–2024), kosakata bahasa Inggris siswa SD	Efek moderat pada perolehan kosakata ($d=0,72$), metakognisi ($d=0,68$), ketekunan ($d=0,64$)
Shen, Spencer, Tagsold, & Kim (2025)	Kerangka konseptual pasca-pandemi	Integrasi eksplisit kognisi-regulasi diri-motivasi-metakognisi diperlukan dalam desain flipped classroom
Sulastri (2026)	Pengabdian masyarakat, siswa SD Indonesia	Risiko "shortcut mentality" bila AI generatif digunakan tanpa pendampingan

2. Karakteristik Psikopedagogis Generasi Alpha dan Implikasinya bagi Desain Pembelajaran

Sintesis literatur mengenai Generasi Alpha menegaskan beberapa karakteristik yang relevan bagi desain pembelajaran berbasis AI. Pertama, preferensi kuat terhadap modalitas visual-interaktif dan personalisasi konten, yang selaras dengan kapasitas AI adaptif untuk menyesuaikan representasi materi (McCrindle & Fell, 2020). Kedua, kerentanan terhadap penurunan rentang perhatian akibat paparan stimulus digital yang terfragmentasi, yang menuntut desain perancah AI agar tidak justru menambah fragmentasi tersebut melalui notifikasi berlebihan atau antarmuka yang terlalu ramai (Kakon et al., 2024). Ketiga, ekspektasi terhadap umpan balik instan, yang jika tidak dikelola dengan bijak berpotensi menumbuhkan pola pikir mencari jalan pintas atau instant gratification akademik ketimbang keuletan menghadapi kesulitan belajar (STKIP Subang, dalam Sulastri, 2026). Ketiga karakteristik ini menegaskan bahwa desain intervensi AI bagi Generasi Alpha bukan sekadar soal menghadirkan teknologi yang menarik secara visual, melainkan soal merancang perancah yang secara sengaja melatih kesabaran kognitif, penundaan gratifikasi, dan kedalaman pemrosesan informasi.

3. Landasan Teoretis: SRL, Cognitive Load Theory, dan Konstruktivisme Sosial

Tiga kerangka teoretis menjadi tulang punggung analisis dalam kajian ini. Pertama, teori regulasi diri dalam belajar (self-regulated learning) dari Zimmerman (2002) menguraikan tiga fase siklikal yang dilalui pembelajar mandiri: forethought (perencanaan dan penetapan tujuan sebelum belajar), performance control (pemantauan dan pengendalian strategi selama belajar berlangsung), dan self-reflection (evaluasi diri pasca-belajar yang menjadi umpan balik bagi siklus berikutnya). Model ini menegaskan bahwa kemandirian belajar bukan sekadar kemampuan bekerja tanpa pengawasan, melainkan kompetensi metakognitif aktif yang harus dilatih secara bertahap dan didukung oleh perancah eksternal sebelum menjadi kebiasaan internal.

Kedua, Cognitive Load Theory (CLT) dari Sweller (2011) menjelaskan bahwa kapasitas memori kerja manusia bersifat terbatas dan harus dialokasikan secara cermat di antara tiga jenis beban: beban intrinsik (intrinsic load) yang melekat pada kompleksitas materi itu sendiri, beban ekstraneus (extraneous load) yang muncul akibat desain instruksional yang buruk atau tidak relevan, dan beban germane (germane load) yang merupakan upaya kognitif produktif untuk membangun skema pemahaman baru. Implikasi praktis CLT bagi desain pembelajaran adalah meminimalkan beban ekstraneus semaksimal mungkin agar kapasitas memori kerja yang tersisa dapat dialokasikan untuk beban germane yang mendukung pembelajaran bermakna.

Ketiga, perspektif konstruktivis dan konstruktivis-sosial dari Piaget (1952) dan Vygotsky (1978) menegaskan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh pembelajar

melalui interaksi dengan lingkungan dan dengan pihak lain yang lebih kompeten (more knowledgeable other) dalam batas zona perkembangan proksimal. Dalam konteks flipped learning berbantuan AI, agen kecerdasan buatan berpotensi memerankan sebagian fungsi more knowledgeable other tersebut pada fase pra-kelas—memberikan dukungan yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa saat itu—meskipun perlu ditegaskan bahwa AI tidak menggantikan kualitas interaksi manusiawi yang otentik antara guru dan siswa maupun antar-siswa pada fase tatap muka.

4. Flipped Learning sebagai Arsitektur Pedagogis: Peluang dan Titik Lemah Struktural

Menempatkan tiga kerangka teoretis di atas ke dalam arsitektur flipped learning, dapat diidentifikasi bahwa titik paling rawan dari model ini terletak pada fase pra-kelas, tempat siswa dituntut melakukan self-regulated learning secara mandiri tanpa pengawasan langsung guru. Pada fase inilah risiko beban kognitif ekstraneus paling tinggi—materi yang disajikan tanpa perancah memadai dapat memicu kebingungan yang tidak terselesaikan, dan risiko kecemasan evaluatif juga mengintai ketika siswa merasa tidak siap menghadapi sesi tatap muka. Akçayır dan Akçayır (2018) secara eksplisit mengidentifikasi kegagalan persiapan pra-kelas sebagai kendala paling sering dilaporkan dalam literatur flipped classroom, sebuah temuan yang konsisten dengan argumen Shen dkk. (2025) bahwa keberhasilan model pasca-pandemi menuntut integrasi eksplisit antara kognisi, regulasi diri, motivasi, dan metakognisi dalam satu kerangka desain yang koheren, bukan sekadar pemindahan konten dari kelas ke video.

5. Mekanisme Intervensi AI sebagai Perancah Pra-Kelas

Berdasarkan sintesis literatur, setidaknya terdapat empat kategori mekanisme AI yang beroperasi sebagai perancah pada fase pra-kelas flipped learning. Pertama, intelligent tutoring systems (ITS) yang memberikan jalur belajar adaptif (adaptive learning pathway) berdasarkan performa siswa secara real-time, menyesuaikan urutan dan tingkat kesulitan materi. Kedua, generative AI scaffolding yang memanfaatkan model bahasa besar untuk memberikan prompt metakognitif dinamis—mengajukan pertanyaan reflektif, meminta siswa menjelaskan penalarannya sendiri, atau menawarkan petunjuk bertingkat (graduated hints) alih-alih langsung memberikan jawaban (Liu et al., 2026). Ketiga, chatbot percakapan yang berperan sebagai mitra tanya-jawab yang tersedia kapan saja, mengurangi hambatan psikologis untuk bertanya dibandingkan bertanya langsung kepada guru atau di depan teman sebaya (Lo & Hew, 2023). Keempat, dasbor analitik pembelajaran (learning analytics dashboard) yang memvisualisasikan kemajuan siswa secara transparan, mendukung fase self-reflection dalam siklus SRL Zimmerman.

Liu dkk. (2026) dalam studi kuasi-eksperimen terhadap siswa sekolah dasar menemukan perbedaan mekanisme yang menarik antara perancah metakognitif adaptif berbasis generative AI (adaptive metacognitive scaffolding/AMS) dan perancah metakognitif terencana yang bersifat statis (planned metacognitive scaffolding/PMS). AMS terbukti meningkatkan performa berpikir komputasional yang lebih kontekstual dan kompleksitas solusi yang lebih tinggi, serta secara khusus menurunkan beban kognitif intrinsik melalui regulasi tepat-waktu (just-in-time regulation) yang responsif terhadap kesulitan siswa saat itu juga. Sebaliknya, PMS yang bersifat statis justru meningkatkan beban kognitif germane melalui refleksi terstruktur pasca-tugas. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa AI generatif dan perancah konvensional bukanlah dua pendekatan yang saling meniadakan, melainkan dapat saling melengkapi bila dipadukan secara sengaja dalam desain instruksional—sebuah nuansa yang sering hilang dalam narasi populer yang menempatkan AI sebagai pengganti total metode konvensional.

6. AI dan Penguatan Kemandirian Belajar (Self-Regulated Learning)

Terkait RQ1, bukti dari berbagai studi menunjukkan bahwa dukungan AI pada fase pra-kelas dapat memperkuat ketiga fase SRL Zimmerman melalui mekanisme yang saling terkait. Pada fase *forethought*, sistem AI dapat membantu siswa menetapkan target belajar yang spesifik dan realistis berdasarkan diagnosis kemampuan awal. Pada fase *performance control*, umpan balik langsung dari agen AI memungkinkan siswa memantau pemahamannya sendiri secara berkelanjutan, alih-alih baru menyadari kesenjangan pemahaman ketika sudah berada di kelas. Pada fase *self-reflection*, dasbor kemajuan visual dan ringkasan performa otomatis memberi siswa data konkret untuk mengevaluasi strategi belajarnya. Lan dan Zhou (2025), dalam tinjauan sistematis kualitatif mengenai AI-empowered self-regulated learning di pendidikan tinggi, mengusulkan kerangka AI-SRL dua lapis yang memisahkan peran pembelajar (*forethought*, *performance*, *self-reflection*, iterasi) dan peran instruktur (literasi AI, integrasi pedagogis, dukungan berkelanjutan, pemantauan kemajuan)—kerangka yang relevan diadaptasi untuk konteks sekolah dasar dengan penekanan lebih besar pada peran pendampingan guru dan orang tua.

Namun, tinjauan sistematis lain terhadap penggunaan AI untuk mendukung SRL juga mengingatkan sejumlah keterbatasan penting: ketidakakuratan sistem, isu pelacakan perilaku (*tracking behaviors*) yang menimbulkan pertanyaan privasi, variasi adaptabilitas antar-platform, kesenjangan literasi AI di kalangan guru maupun siswa, dan potensi dampak negatif jika AI digunakan tanpa pendampingan pedagogis yang memadai (ScienceDirect, 2026). Temuan ini menegaskan bahwa penguatan SRL melalui AI bukanlah hasil otomatis dari penyediaan akses teknologi, melainkan produk dari desain pedagogis yang sengaja mengarahkan siswa untuk tetap menjadi agen aktif dalam proses belajarnya, bukan sekadar penerima pasif rekomendasi algoritmik.

7. AI dan Pengelolaan Beban Kognitif (Cognitive Load Management)

Terkait RQ2, kajian sistematis Gkintoni dkk. (2025) yang menelaah 103 studi tentang integrasi Cognitive Load Theory, neurosains pendidikan, dan kecerdasan buatan menegaskan bahwa sistem AI adaptif dapat mendukung manajemen beban kognitif secara real-time melalui personalisasi konten, umpan balik yang disesuaikan, dan—pada tingkat riset yang lebih maju—pemanfaatan data neurofisiologis seperti *electroencephalography* (EEG) dan *functional near-infrared spectroscopy* (fNIRS) untuk mendeteksi kondisi kognitif siswa secara langsung. Meskipun aplikasi neurofisiologis semacam ini masih jauh dari kelaziman di sekolah dasar dan menimbulkan pertanyaan etis tersendiri, prinsip dasarnya tetap relevan: AI yang dirancang dengan baik dapat mengurangi beban ekstraneus dengan menstrukturkan informasi secara bertahap dan mengotomatiskan proses rutin, sekaligus merangsang beban *germane* melalui dorongan pemrosesan yang lebih dalam (Kajian AI-assisted learning tools, 2026).

Namun, kajian yang sama juga memberikan peringatan penting: sistem AI yang dirancang buruk atau antarmuka yang terlalu kompleks justru dapat meningkatkan beban ekstraneus, bukan menguranginya (Kopcha dkk., sebagaimana dirujuk dalam kajian *cognitive load perspective*, 2026). Artinya, hubungan antara AI dan reduksi beban kognitif bersifat kondisional, bukan otomatis—sebuah nuansa yang konsisten dengan temuan Liu dkk. (2026) mengenai perbedaan efek antara perancah adaptif dan perancah statis. Dalam konteks kelas *flipped learning*, implikasinya adalah bahwa desain antarmuka AI untuk anak sekolah dasar harus disederhanakan secara khusus—dengan navigasi minimal, bahasa yang sesuai usia, dan jumlah pilihan yang terbatas—agar keberadaan teknologi itu sendiri tidak menjadi sumber beban kognitif baru.

8. AI dan Mitigasi Kecemasan Akademik serta Kesejahteraan Kognitif

Terkait RQ3, mekanisme mitigasi kecemasan akademik melalui *flipped learning*

berbantuan AI dapat dijelaskan melalui kerangka nilai-kontrol (control-value) dalam psikologi emosi akademik: kecemasan cenderung meningkat ketika siswa merasa aktivitas belajar bernilai tinggi (misalnya dievaluasi di depan kelas) namun tingkat kendali mereka atasnya rendah (PMC, kajian control-value approach terhadap kecemasan dalam flipped learning). Lingkungan latihan pra-kelas berbasis AI berpotensi menggeser keseimbangan tersebut dengan menyediakan ruang latihan berisiko rendah (low-stakes practice environment): siswa dapat mencoba, melakukan kesalahan, menerima umpan balik korektif dari agen AI, dan mengulang proses tersebut tanpa risiko dipermalukan di hadapan teman sekelas. Kajian mengenai flipped classroom dan kecemasan membaca maupun kecemasan bahasa asing pada jenjang pendidikan tinggi secara konsisten menunjukkan bahwa fitur fleksibilitas—dapat mengulang video, belajar pada tempo sendiri, dan mempersiapkan diri sebelum sesi tatap muka—dikaitkan dengan penurunan persepsi kelas sebagai lingkungan yang mengintimidasi, meskipun besaran efeknya bervariasi antar-studi dan tidak selalu signifikan secara statistik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Perlu ditekankan bahwa bukti mengenai reduksi kecemasan ini sebagian besar berasal dari konteks pendidikan tinggi dan pembelajaran bahasa asing, sehingga generalisasinya ke siswa sekolah dasar bersifat inferensial. Namun demikian, secara teoretis argumen tersebut tetap relevan dan bahkan berpotensi lebih kuat pada anak usia sekolah dasar, mengingat kerentanan mereka terhadap kecemasan evaluatif sosial (social evaluative anxiety) di hadapan teman sebaya secara umum lebih tinggi dibandingkan pembelajar dewasa, sehingga ruang latihan privat yang difasilitasi AI berpotensi memberikan manfaat psikologis yang proporsional lebih besar—sebuah hipotesis yang memerlukan pengujian empiris langsung pada populasi ini.

9. Bukti Kuantitatif: Ukuran Efek, Heterogenitas, dan Kehati-hatian Interpretasi

Salah satu kontribusi penting kajian ini adalah menghadirkan bukti kuantitatif terbaru secara jujur, termasuk ketidakpastian yang menyertainya. Balat (2026), melalui meta-analisis yang secara ketat membandingkan flipped learning berbantuan AI dengan flipped learning tanpa AI (bukan dengan pembelajaran konvensional, guna mengisolasi kontribusi unik AI), menemukan efek gabungan yang positif dan signifikan secara statistik terhadap capaian akademik (Hedges\2019 $g = 0,67$; interval kepercayaan 95% [0,32; 1,02]) berdasarkan sepuluh studi eksperimental dan kuasi-eksperimental. Namun demikian, heterogenitas antar-studi tergolong substansial ($I^2 = 64,6\%$), dan interval prediksi 95%-nya membentang dari -0,10 hingga 1,43—artinya pada penerapan baru di lingkungan yang berbeda, efek sesungguhnya dapat berkisar dari besar hingga hampir nihil. Ketika studi-studi dengan sampel kecil dikeluarkan dari analisis sebagai pengujian sensitivitas, ukuran efek menyusut menjadi $g = 0,53$. Sertifikasi kepastian bukti menggunakan pendekatan GRADE dinilai rendah (low certainty), sebuah pengakuan metodologis yang jarang namun penting untuk disampaikan secara terbuka kepada pembaca.

Pada domain yang lebih spesifik, sebuah meta-analisis terhadap 45 studi empiris (2019–2024) mengenai pembelajaran kosakata bahasa Inggris berbasis gamifikasi ber-AI pada siswa sekolah dasar melaporkan efek yang bermakna secara statistik pada perolehan kosakata (Cohen\2019s $d = 0,72$), kesadaran metakognitif ($d = 0,68$), dan ketekunan belajar ($d = 0,64$), dengan mekanisme umpan balik adaptif berperan sebagai mediator utama (Frontiers in Psychology, 2026). Meskipun konteksnya spesifik pada literasi bahasa dan bukan pada flipped learning secara langsung, temuan ini memberikan bukti tambahan bahwa mekanisme adaptif-personalisasi AI dapat menghasilkan efek moderat yang konsisten pada populasi anak sekolah dasar, sejalan dengan argumen teoretis pada bagian

sebelumnya.

Pembacaan yang jujur terhadap kumpulan bukti ini menuntun pada satu kesimpulan sentral: rata-rata efek AI-driven flipped learning bersifat positif dan secara statistik bermakna pada sejumlah studi, namun besarnya moderat, tidak seragam antar-konteks, dan sangat dipengaruhi oleh kualitas desain instruksional serta karakteristik sampel penelitian. Klaim bahwa AI menghasilkan peningkatan dramatis dan seragam pada seluruh konteks pembelajaran tidak didukung oleh bukti yang tersedia saat ini, dan klaim semacam itu—meskipun menarik secara retorik—berisiko menyesatkan pembuat kebijakan maupun praktisi yang mengambil keputusan berdasarkan literatur ini.

Tabel 3. Ringkasan Ukuran Efek dari Bukti Kuantitatif Terpilih

Sumber	Variabel Hasil	Ukuran Efek	Catatan Kehati-hatian
Balat (2026)	Capaian akademik (AI-flipped vs flipped tanpa AI)	$g = 0,67$ [0,32; 1,02]	$I^2 = 64,6\%$; turun menjadi $g = 0,53$ setelah studi kecil dikeluarkan; kepastian bukti rendah
Meta-analisis gamifikasi AI (Frontiers, 2026)	Perolehan kosakata bahasa Inggris SD	$d = 0,72$	Konteks literasi bahasa, bukan flipped learning secara langsung
Meta-analisis gamifikasi AI (Frontiers, 2026)	Kesadaran metakognitif	$d = 0,68$	Dimoderasi oleh konteks budaya dan dukungan guru
Meta-analisis gamifikasi AI (Frontiers, 2026)	Ketekunan belajar (persistence)	$d = 0,64$	Rentang studi 2019–2024, $n=45$ studi
Låg & Sæle (2019)	Hasil belajar, kelulusan, kepuasan (flipped vs konvensional)	Efek kecil, tidak selalu signifikan	Potensi bias publikasi memengaruhi estimasi

Pembacaan tabel di atas menegaskan pola yang konsisten dengan argumen pada bagian sebelumnya: seluruh ukuran efek yang ditemukan berada pada kategori kecil hingga moderat (bukan besar), disertai interval ketidakpastian yang lebar dan catatan metodologis yang membatasi generalisasi. Pola ini seyogianya menjadi pengingat bagi penulis, pembaca, maupun pengambil kebijakan untuk menghindari retorika berlebihan (overclaiming) ketika mengomunikasikan potensi AI dalam pendidikan dasar.

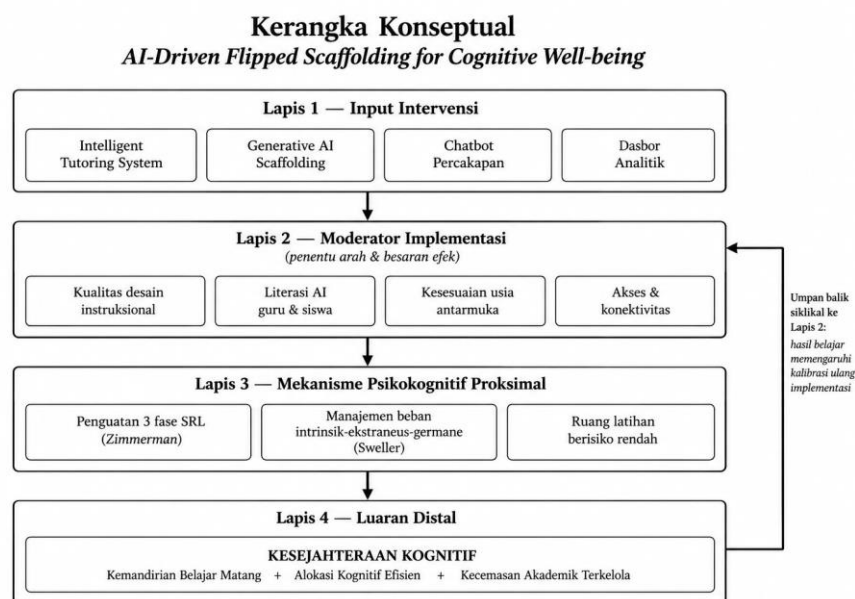
10. Kerangka Konseptual: AI-Driven Flipped Scaffolding for Cognitive Well-being

Berdasarkan sintesis di atas, kajian ini mengajukan kerangka konseptual revisi yang secara sengaja memuat elemen moderasi dan umpan balik, alih-alih model linear sederhana yang mengasumsikan hubungan sebab-akibat langsung antara intervensi AI dan kesejahteraan kognitif. Kerangka ini terdiri atas empat lapis. Lapis pertama adalah input intervensi, mencakup jenis agen AI (ITS, generative AI scaffolding, chatbot, dasbor analitik) dan cara integrasinya ke dalam materi pra-kelas. Lapis kedua adalah moderator implementasi—kualitas desain instruksional, tingkat literasi AI guru dan siswa, kesesuaian antarmuka dengan usia pengguna, serta ketersediaan akses perangkat dan konektivitas di rumah—yang menentukan apakah input pada lapis pertama benar-benar diterjemahkan menjadi pengalaman belajar yang bermakna atau justru menjadi beban tambahan. Lapis ketiga adalah mekanisme psikokognitif proksimal, yaitu penguatan tiga fase SRL Zimmerman, pengelolaan beban intrinsik-ekstraneus-germane menurut Sweller, dan penciptaan ruang latihan berisiko rendah yang menurunkan kecemasan evaluatif. Lapis

keempat adalah luaran distal, yakni kesejahteraan kognitif yang tercermin dalam kombinasi kemandirian belajar yang matang, kapasitas kognitif yang teralokasikan secara efisien saat tatap muka, dan tingkat kecemasan akademik yang terkelola.

Perbedaan mendasar kerangka revisi ini dengan model pada draf awal kajian adalah penempatan lapis moderator implementasi sebagai penentu utama arah dan besaran efek, bukan sekadar konteks latar belakang. Dengan kata lain, kerangka ini secara eksplisit menegaskan bahwa hasil akhir intervensi AI bagi kesejahteraan kognitif siswa Generasi Alpha bukanlah fungsi langsung dari kecanggihan teknologi, melainkan hasil interaksi antara teknologi tersebut dengan kualitas keputusan pedagogis manusia di sekelilingnya—guru yang merancang penugasan, orang tua yang mendampingi di rumah, dan sekolah yang menyediakan infrastruktur serta pelatihan yang memadai.

Gambar 1. Kerangka Konseptual AI-Driven Flipped Scaffolding for Cognitive Well-being



Gambar 1 memvisualisasikan kerangka konseptual empat lapis tersebut secara skematis, dengan panah umpan balik dari luaran distal kembali ke lapis moderator implementasi untuk menegaskan sifat siklikal—bukan satu arah—dari proses ini: guru dan sekolah idealnya mengevaluasi hasil belajar siswa secara berkala untuk mengkalibrasi ulang cara AI diintegrasikan, bukan menerapkannya sekali dan menganggap prosesnya selesai.

11. Risiko, Keterbatasan, dan Kritik terhadap Optimisme Teknologi

Sikap kritis terhadap literatur menuntut pengakuan eksplisit atas sejumlah risiko yang menyertai integrasi AI dalam flipped learning bagi anak sekolah dasar. Pertama, risiko ketergantungan berlebih (*over-reliance*): kajian tentang integrasi AI di sekolah dasar di Indonesia menemukan bahwa penggunaan AI untuk menyelesaikan tugas tanpa memahami prosesnya berpotensi menghambat perkembangan berpikir kritis dan justru menurunkan, bukan meningkatkan, kemandirian belajar siswa apabila tidak dikontrol secara sengaja (PGSD Universitas Alma Ata, 2026). Fenomena serupa dilaporkan dalam studi pengabdian masyarakat yang menyoroti kecenderungan siswa sekolah dasar mencari jawaban instan (*shortcut mentality*) ketika AI generatif tersedia tanpa pendampingan yang memadai (Sulastri, 2026). Kedua, risiko kesenjangan digital (*digital divide*): manfaat perancah AI pra-kelas mengandaikan ketersediaan perangkat dan konektivitas internet yang memadai di rumah, sebuah asumsi yang tidak berlaku merata di seluruh wilayah Indonesia, sehingga penerapan yang tidak hati-hati berpotensi memperlebar, bukan

mempersempit, kesenjangan capaian belajar antar-siswa.

Ketiga, persoalan etika dan privasi data: sistem AI adaptif pada dasarnya beroperasi dengan mengumpulkan dan menganalisis data interaksi siswa secara terus-menerus, yang bagi pengguna anak-anak menuntut standar perlindungan data, transparansi, dan persetujuan yang lebih ketat dibandingkan pengguna dewasa. Keempat, keterbatasan literasi AI guru: banyak guru sekolah dasar belum memiliki literasi digital dan literasi AI yang memadai untuk mengevaluasi, mengurasi, dan mengintegrasikan alat AI secara pedagogis bertanggung jawab, sebuah kesenjangan kapasitas yang tercatat berulang kali dalam kajian konteks Indonesia (PGSD Universitas Alma Ata, 2026). Kelima, sebagaimana ditegaskan dalam pembahasan bukti kuantitatif pada bagian 3.9, tingkat kepastian bukti ilmiah yang mendasari klaim manfaat AI dalam flipped learning masih tergolong rendah menurut standar GRADE, sehingga klaim keberhasilan universal harus dihindari dalam komunikasi kepada pembuat kebijakan maupun masyarakat awam.

Tabel 5. Risiko Utama dan Strategi Mitigasi dalam Implementasi AI-Driven Flipped Learning di Sekolah Dasar

Risiko	Deskripsi Singkat	Strategi Mitigasi yang Disarankan
Ketergantungan berlebih (over-reliance)	Siswa mencari jawaban instan tanpa memahami proses berpikir	Rancang tugas yang menuntut penjelasan lisan/tertulis atas penalaran; batasi penggunaan AI pada tahap tertentu saja
Kesenjangan digital	Tidak semua siswa memiliki perangkat/konektivitas memadai di rumah	Sediakan alternatif luring (offline) atau akses di sekolah sebelum/sesudah jam belajar; hindari menjadikan akses rumah sebagai prasyarat mutlak
Privasi dan keamanan data anak	Sistem AI mengumpulkan data interaksi secara terus-menerus	Pilih platform dengan kebijakan privasi jelas; informasikan dan mintakan persetujuan orang tua; batasi data yang dikumpulkan
Keterbatasan literasi AI guru	Guru belum terlatih mengevaluasi dan mengurasi alat AI secara pedagogis	Selenggarakan pelatihan berkelanjutan; bentuk komunitas praktik antar-guru untuk berbagi pengalaman kurasi alat
Antarmuka tidak sesuai usia	Kompleksitas navigasi menambah beban kognitif ekstraneus	Uji coba alat bersama siswa sebelum adopsi luas; prioritaskan antarmuka sederhana dan bahasa sesuai usia
Bias algoritmik	Sistem AI dapat memperlakukan kelompok siswa secara tidak setara	Pantau hasil belajar terpilah berdasarkan latar belakang siswa; laporkan anomali kepada penyedia platform

12. Konteks Indonesia: Peluang dan Tantangan Implementasi di Sekolah Dasar

Dalam konteks Indonesia, kajian-kajian terbaru menunjukkan minat yang tumbuh terhadap pemanfaatan AI untuk mendukung kemandirian belajar siswa, mulai dari pemanfaatan chatbot AI dalam pembelajaran sains dan materi tertentu (misalnya Hukum Newton) hingga pengembangan e-modul berbantuan video AI dengan model flipped classroom untuk meningkatkan literasi numerasi. Studi-studi ini pada umumnya masih bersifat deskriptif-implementatif dengan skala kecil dan desain penelitian yang belum sepenuhnya eksperimental, namun secara konsisten mengonfirmasi dua hal: pertama, antusiasme dan keterlibatan siswa cenderung meningkat ketika pembelajaran dipadukan dengan teknologi interaktif; kedua, keberhasilan implementasi sangat bergantung pada kesiapan guru, ketersediaan infrastruktur, dan pendampingan yang terstruktur, bukan

semata-mata pada ketersediaan aplikasi AI itu sendiri.

Tantangan struktural yang dihadapi Indonesia dalam mengadopsi model AI-driven flipped learning di jenjang sekolah dasar antara lain: kesenjangan infrastruktur digital antara wilayah perkotaan dan pedesaan, keterbatasan pelatihan literasi AI bagi guru dalam kurikulum pendidikan profesi guru, ketiadaan pedoman etika penggunaan AI yang spesifik untuk anak usia sekolah dasar, serta kekhawatiran orang tua terhadap keamanan data anak. Namun demikian, peluang tetap terbuka lebar: penetrasi telepon pintar yang tinggi di kalangan keluarga Indonesia, kebijakan kurikulum yang semakin menekankan pembelajaran berdiferensiasi dan berpusat pada peserta didik, serta ketersediaan platform AI berbahasa Indonesia yang terus berkembang membuka ruang bagi eksperimentasi pedagogis yang hati-hati dan berbasis bukti.

13. Implikasi Praktis bagi Guru, Sekolah, dan Perumus Kebijakan

Berdasarkan sintesis di atas, sejumlah implikasi praktis dapat dirumuskan. Bagi guru, integrasi AI dalam flipped learning sebaiknya dimulai dari fase pra-kelas yang merupakan titik lemah struktural model ini, dengan memilih alat AI yang telah dikurasi secara pedagogis—bukan sekadar tersedia gratis atau populer—dan secara eksplisit merancang aktivitas yang menuntut siswa menjelaskan penalarannya sendiri, bukan sekadar menerima jawaban dari sistem. Bagi kepala sekolah dan pengelola satuan pendidikan, investasi paling mendesak bukan terletak pada pengadaan lisensi aplikasi AI semata, melainkan pada pelatihan literasi AI dan desain instruksional bagi guru, mengingat kualitas implementasi terbukti menjadi faktor penentu utama keberhasilan dibandingkan kecanggihan teknologi itu sendiri. Bagi perumus kebijakan pendidikan di tingkat daerah maupun nasional, diperlukan penyusunan pedoman etika penggunaan AI yang spesifik untuk anak usia sekolah dasar—mencakup perlindungan data, transparansi terhadap orang tua, dan batasan penggunaan yang sesuai usia—serta alokasi sumber daya yang memprioritaskan pemerataan akses digital agar manfaat teknologi tidak justru memperlebar kesenjangan pendidikan antarwilayah.

Tabel 6. Matriks Peran dan Tanggung Jawab Pemangku Kepentingan

Pemangku Kepentingan	Peran Utama	Indikator Keberhasilan
Guru kelas	Mengurasi alat AI, merancang aktivitas pra-kelas & tatap muka, memverifikasi pemahaman siswa	Siswa mampu menjelaskan penalarannya sendiri, bukan sekadar mengutip jawaban sistem
Kepala sekolah / pengelola satuan pendidikan	Menyediakan pelatihan, infrastruktur, dan kebijakan penggunaan AI di tingkat sekolah	Guru memiliki akses pelatihan literasi AI berkelanjutan; kebijakan penggunaan terdokumentasi
Orang tua / wali murid	Mendampingi penggunaan AI di rumah, memantau durasi dan konten interaksi anak	Anak menggunakan AI secara terarah dan terjadwal, bukan tanpa batas
Dinas pendidikan / pembuat kebijakan daerah	Menjamin pemerataan akses infrastruktur digital dan menyusun pedoman etika penggunaan AI	Kesenjangan akses antarwilayah menyempit; pedoman etika tersedia dan disosialisasikan
Peneliti pendidikan	Menghasilkan bukti empiris lokal, khususnya pada jenjang sekolah dasar Indonesia	Bertambahnya studi eksperimental/kuasi-eksperimental berkualitas pada populasi SD Indonesia

14. Perbandingan Flipped Learning Konvensional dan AI-Driven Flipped Learning

Untuk merangkum secara komparatif implikasi sintesis di atas, Tabel 7

menyandingkan karakteristik flipped learning konvensional (mengandalkan video atau bacaan statis pada fase pra-kelas) dengan AI-driven flipped learning pada dimensi-dimensi yang relevan dengan tiga konstruk kesejahteraan kognitif yang menjadi fokus kajian ini.

Tabel 7. Perbandingan Flipped Learning Konvensional dan AI-Driven Flipped Learning

Dimensi	Flipped Learning Konvensional	AI-Driven Flipped Learning
Sifat materi pra-kelas	Statis (video/bacaan tetap, tidak responsif)	Adaptif dan responsif terhadap performa siswa saat itu
Umpan balik	Tertunda hingga sesi tatap muka	Segera (immediate feedback) selama proses belajar mandiri
Deteksi miskonsepsi	Bergantung pada kesadaran diri siswa atau pengecekan guru	Dapat dideteksi otomatis oleh sistem secara real-time
Dukungan regulasi diri	Minimal, siswa mengatur sendiri tanpa perancah eksternal	Prompt metakognitif otomatis pada tiap fase SRL
Risiko beban kognitif ekstraneus	Tinggi bila materi tidak terstruktur bertahap	Berpotensi lebih rendah bila antarmuka dirancang sederhana; tetap berisiko tinggi bila desain buruk
Ruang latihan bebas risiko	Terbatas (mengulang video, tanpa interaksi dua arah)	Interaktif, dapat mencoba-salah tanpa evaluasi sosial
Ketergantungan pada kesiapan siswa	Sangat tinggi; kegagalan pra-kelas umum terjadi	Berkurang bila perancah AI mendukung siswa yang kurang siap, namun berisiko baru berupa ketergantungan pada sistem
Kebutuhan infrastruktur	Rendah (video/dokumen sederhana)	Lebih tinggi (perangkat, konektivitas, lisensi platform)
Isu etika & privasi data	Minimal	Signifikan; memerlukan tata kelola data khusus untuk anak
Ketergantungan pada kualitas guru	Tinggi pada tahap perancangan materi	Tinggi pada tahap kurasi alat AI dan desain aktivitas verifikasi pemahaman

Perbandingan ini menegaskan bahwa AI-driven flipped learning bukan sekadar versi "lebih canggih" dari flipped learning konvensional, melainkan model dengan profil risiko dan manfaat yang berbeda. Sejumlah kelemahan struktural flipped learning konvensional—terutama pada dukungan regulasi diri dan deteksi miskonsepsi—berpotensi diatasi, namun muncul kelas risiko baru yang sebelumnya tidak relevan, khususnya terkait ketergantungan sistem, kebutuhan infrastruktur, dan tata kelola data anak. Implikasinya, keputusan untuk beralih dari model konvensional ke model berbasis AI perlu mempertimbangkan kesiapan kontekstual sekolah secara menyeluruh, bukan semata-mata mengikuti tren teknologi pendidikan.

KESIMPULAN

Sintesis literatur dalam kajian ini menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan

ke dalam model flipped learning memiliki potensi teoretis dan sebagian dukungan empiris untuk memperkuat kemandirian belajar, membantu pengelolaan beban kognitif, dan memitigasi kecemasan akademik siswa Generasi Alpha, terutama melalui perannya sebagai perancah metakognitif adaptif pada fase pra-kelas yang selama ini menjadi titik lemah struktural flipped learning. Bukti kuantitatif terbaru mengonfirmasi adanya efek positif yang bermakna secara statistik, namun dengan besaran yang moderat, heterogenitas antar-studi yang substansial, dan tingkat kepastian bukti yang masih tergolong rendah menurut standar penilaian bukti ilmiah kontemporer. Manfaat tersebut bersifat kondisional—bergantung pada kualitas desain instruksional, kesiapan literasi AI guru dan siswa, serta pemerataan akses infrastruktur digital—dan bukan merupakan properti otomatis dari kehadiran teknologi semata. Kajian ini juga menegaskan adanya risiko nyata berupa ketergantungan berlebih, kesenjangan digital, dan persoalan etika data yang harus dikelola secara sengaja, khususnya karena subjek yang terlibat adalah anak-anak. Dengan demikian, klaim keberhasilan universal AI dalam flipped learning perlu ditempatkan secara proporsional: teknologi ini adalah alat yang menjanjikan namun bukan solusi tunggal bagi tantangan psikopedagogis Generasi Alpha.

1. Rekomendasi bagi Guru dan Praktisi Pendidikan Dasar

Guru sekolah dasar disarankan untuk mengintegrasikan alat bantu AI yang telah dikurasi secara pedagogis, dimulai pada skala kecil dan fase pra-kelas, dengan senantiasa merancang aktivitas tatap muka yang menuntut penjelasan lisan atau tertulis atas penalaran siswa untuk memverifikasi bahwa pemahaman konseptual benar-benar terbentuk, bukan sekadar jawaban yang diperoleh dari sistem AI.

2. Rekomendasi bagi Pengembang Kebijakan Pendidikan

Pembuat kebijakan pada tingkat sekolah, daerah, dan nasional disarankan menyusun pedoman etika dan perlindungan data spesifik untuk penggunaan AI oleh anak usia sekolah dasar, menyediakan program pelatihan literasi AI dan desain instruksional yang berkelanjutan bagi guru, serta memprioritaskan pemerataan infrastruktur digital sebagai prasyarat keadilan sebelum ekspansi program AI-driven flipped learning berskala luas.

3. Rekomendasi bagi Peneliti Selanjutnya

Agenda penelitian mendatang perlu memprioritaskan studi eksperimental dan kuasi-eksperimental yang secara spesifik menyasar populasi siswa sekolah dasar di berbagai konteks sosioekonomi, termasuk konteks Indonesia, dengan desain yang mengisolasi kontribusi unik AI (dibandingkan dengan flipped learning tanpa AI, bukan dengan pembelajaran konvensional semata) sebagaimana dicontohkan oleh Balat (2026). Penelitian longitudinal dengan tindak lanjut (follow-up) pasca-intervensi juga diperlukan untuk menguji apakah manfaat yang teramati bersifat menetap atau sekadar efek kebaruan (novelty effect), serta studi yang secara eksplisit menganalisis capaian belajar berdasarkan tingkat kesiapan dan latar belakang sosioekonomi siswa untuk menjawab pertanyaan krusial mengenai apakah AI-driven flipped learning memperkecil atau justru memperlebar kesenjangan capaian belajar. Tabel 7 merangkum peta jalan (roadmap) agenda penelitian tersebut menurut prioritas jangka pendek, menengah, dan panjang.

Tabel 8. Peta Jalan Agenda Penelitian Lanjutan

Jangka Waktu	Fokus Prioritas	Contoh Pertanyaan Penelitian
Jangka pendek (1–2 tahun)	Studi deskriptif-eksploratif implementasi AI-flipped learning di SD Indonesia	Bagaimana kesiapan guru dan infrastruktur SD di berbagai wilayah dalam mengadopsi model ini?
Jangka menengah (2–4 tahun)	Studi kuasi-eksperimental dengan kelompok kontrol	Apakah perancah AI generatif secara signifikan menurunkan kecemasan akademik siswa SD

Jangka Waktu	Fokus Prioritas	Contoh Pertanyaan Penelitian
	pada jenjang SD	dibandingkan flipped learning tanpa AI?
Jangka panjang (4 tahun ke atas)	Studi longitudinal & meta-analisis regional	Apakah manfaat AI-driven flipped learning bertahan dalam jangka panjang dan berlaku merata lintas latar belakang sosioekonomi siswa Indonesia?

4. Keterbatasan Kajian

Sebagaimana telah diuraikan pada bagian metode, kajian ini merupakan tinjauan literatur naratif-tematik yang diinformasikan prinsip PRISMA, bukan systematic literature review formal dengan protokol teregistrasi dan penyaringan ganda oleh reviewer independen. Angka-angka statistik yang disajikan seluruhnya dikutip dari studi primer dan meta-analisis yang telah dipublikasikan, bukan hasil perhitungan ulang penulis. Pembaca, khususnya pembuat kebijakan dan praktisi, disarankan merujuk langsung pada studi-studi primer yang disitasi untuk memperoleh detail metodologis lengkap sebelum mengambil keputusan implementasi berskala besar.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, atas dukungan yang diberikan selama proses penyusunan kajian ini.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun non-finansial yang memengaruhi hasil kajian ini. Kajian ini tidak menerima pendanaan eksternal dari pihak manapun, termasuk dari penyedia platform atau produk kecerdasan buatan yang disebutkan dalam artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- AI-driven gamification and metacognitive strategy development: A study of primary school English vocabulary learning from a self-regulated learning perspective. (2026). *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1692949>
- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334–345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Balat, Ş. (2026). Artificial intelligence-supported flipped learning and academic achievement: A systematic review and meta-analysis with implications for sustainable, quality education. *Sustainability*, 18(17), 8715. <https://doi.org/10.3390/su18178715>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- Gkintoni, E., Antonopoulou, H., Sortwell, A., & Halkiopoulou, C. (2025). Challenging cognitive load theory: The role of educational neuroscience and artificial intelligence in redefining learning efficacy. *Brain Sciences*, 15(2), 203. <https://doi.org/10.3390/brainsci15020203>
- Kakon, H. S., Soron, R. T., Hossain, M. S., Haque, R., & Tofail, F. (2024). Role of parental supervision on digital screen use and its effects on children's mental health and wellbeing in Bangladesh: A cross sectional study. *BJPsych Open*, 10(Suppl. 1). <https://doi.org/10.1192/bjo.2024.179>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

- Låg, T., & Sæle, R. G. (2019). Does the flipped classroom improve student learning and satisfaction? A systematic review and meta-analysis. *AERA Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2332858419870489>
- Lan, M., & Zhou, X. (2025). A qualitative systematic review on AI-empowered self-regulated learning in higher education. *npj Science of Learning*, 10, 21. <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00319-0>
- Liu, J., Zhang, Y., Li, W., Wang, Q., Niu, P., & Zhang, X. (2026). Adaptive vs. planned metacognitive scaffolding for computational thinking: Evidence from generative AI-supported programming in elementary education. *Computers & Education*, 241, 105473. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105473>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2023). A review of integrating AI-based chatbots into flipped learning: New possibilities and challenges. *Frontiers in Education*, 8, 1175715. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1175715>
- Ma, Y., Fan, H., & Bai, N. (2025). The effectiveness of the flipped classroom: A second-order meta-analysis. *International Journal of Educational Research*, 134, 102855. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102855>
- McCrindle, M., & Fell, A. (2020). Understanding Generation Alpha. McCrindle Research Pty Ltd.
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.
- Program Studi PGSD, Universitas Alma Ata. (2026). Integrasi artificial intelligence (AI) dalam pembelajaran: Peluang dan tantangan etika di sekolah dasar. <https://pgsd.almaata.ac.id/index.php/2026/04/22/integrasi-artificial-intelligence-ai-dalam-pembelajaran-peluang-dan-tantangan-etika-di-sekolah-dasar/>
- Sarvajna, D. H., Winston, J. S., S, D. P., Nuza, M., & Venugopalan, V. (2024). Screen time exposure and domain-specific working memory in young adults. *Cureus*, 16(5), e60626. <https://doi.org/10.7759/cureus.60626>
- Shen, Y., Spencer, D., Tagsold, J. T., & Kim, H.-S. (2025). Integrating cognition, self-regulation, motivation and metacognition: A framework of post-pandemic flipped classroom design. *Educational Technology Research and Development*, 73, 2425–2461. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10485-y>
- Sulastri, F. (2026). Analisis kemandirian belajar di era kecerdasan buatan: Menguji peran Dola AI dalam melawan kebiasaan cari jawaban instan pada siswa sekolah dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 12(2), 218–225. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v12i02.15596>
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2