



Contents lists available at [Journal IICET](https://journal.iicet.org)

JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)

ISSN: 2541-3163(Print) ISSN: 2541-3317 (Electronic)

Journal homepage: <https://jurnal.iicet.org/index.php/jpgi>



***Cognitive offloading* dalam pembelajaran digital: risiko terhadap kemampuan kognitif siswa dan strategi mitigasinya**

Muttaqin Kholis Ali^{*1}, Almuhtadi Billah Ali¹, Arrahmil Hasanah²

¹ Universitas Negeri Padang, Indonesia

² SMP Negeri 1 Panyabungan Selatan, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Aug 13th, 2026

Revised Aug 14th, 2026

Accepted Aug 15th, 2026

Kata Kunci:

Cognitive offloading,
Pembelajaran digital,
Berpikir kritis,
Kemandirian belajar,
Kecerdasan buatan.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital dalam pembelajaran memudahkan siswa memperoleh, menyimpan, dan mengolah informasi, tetapi juga dapat mendorong *cognitive offloading*, yaitu penggunaan sumber eksternal untuk mengurangi tuntutan kognitif internal. Ketergantungan yang berlebihan terhadap perangkat digital dan kecerdasan artifisial (AI) berpotensi mengurangi keterlibatan siswa dalam mengingat, memahami, menganalisis, dan menyelesaikan masalah secara mandiri. Kajian ini bertujuan menganalisis risiko *cognitive offloading* terhadap memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar siswa serta merumuskan strategi mitigasinya. Penelitian menggunakan pendekatan kajian konseptual dengan mensintesis 20 sumber akademik yang membahas *cognitive offloading*, memori, *Cognitive Load Theory*, metakognisi, berpikir kritis, *self-regulated learning*, *retrieval practice*, serta pembelajaran berbasis teknologi digital dan AI. Hasil sintesis diinterpretasikan dalam konteks siswa SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal, tahun ajaran 2025/2026, tanpa pengumpulan data empiris di sekolah tersebut. Hasil kajian menunjukkan bahwa *cognitive offloading* yang berlebihan dapat mengurangi kesempatan melakukan *retrieval practice*, melemahkan retensi informasi, mengurangi keterlibatan dalam berpikir kritis dan *productive struggle*, serta meningkatkan ketergantungan terhadap bantuan eksternal. Namun, teknologi juga dapat mendukung pembelajaran apabila digunakan sebagai *scaffold*, bukan sebagai pengganti proses kognitif. Strategi mitigasi meliputi *Think First Technology Second*, *retrieval practice* sebelum menggunakan teknologi, penggunaan AI secara terarah, verifikasi keluaran teknologi, refleksi metakognitif, dan asesmen berbasis proses. Dengan demikian, pembelajaran digital yang efektif memerlukan keseimbangan antara efisiensi teknologi dan keterlibatan kognitif aktif siswa.



© 2026 The Authors. Published by IICET.

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

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

Corresponding Author:

Muttaqin Kholis Ali,
Universitas Negeri Padang,
Email: muttaqin2715@gmail.com

Pendahuluan

Transformasi digital telah mengubah cara siswa memperoleh, mengolah, dan menyimpan informasi dalam pembelajaran. Perangkat digital, mesin pencari, aplikasi pencatat, platform pembelajaran, dan kecerdasan buatan (AI) memungkinkan siswa mengakses serta menyelesaikan berbagai aktivitas akademik secara cepat dan fleksibel. Teknologi juga dapat mendukung *self-regulated learning* melalui pengelolaan waktu, pemantauan, refleksi, dan pemilihan strategi belajar (Faza & Lestari, 2025). Sui et al. (2023) menunjukkan bahwa lingkungan

belajar berbasis teknologi berkaitan dengan kemampuan regulasi diri siswa, sedangkan Ikhsam et al. (2026) menekankan pentingnya literasi digital dalam menggunakan dan mengevaluasi informasi secara tepat.

Kemudahan teknologi juga memungkinkan siswa mengalihkan sebagian aktivitas kognitif kepada sumber eksternal, yang dikenal sebagai *cognitive offloading*. Konsep ini merujuk pada penggunaan bantuan eksternal untuk mengurangi tuntutan terhadap proses kognitif internal (Risko & Gilbert, 2016). *Cognitive offloading* tidak selalu bersifat negatif karena dapat membantu individu mengelola keterbatasan memori dan meningkatkan efisiensi penyelesaian tugas. Namun, apabila digunakan secara berlebihan, pengalihan tersebut dapat mengurangi kesempatan siswa untuk melakukan pemrosesan informasi secara internal. Burnett dan Richmond (2026) menunjukkan bahwa dampak *cognitive offloading* terhadap kinerja berbasis memori perlu dipahami dengan mempertimbangkan karakteristik tugas dan perbedaan individu.

Risiko tersebut menjadi penting dalam pembelajaran karena keberhasilan belajar tidak hanya ditentukan oleh kemampuan menyelesaikan tugas, tetapi juga oleh kemampuan mempertahankan pengetahuan dan membangun pemahaman. *Google effect* menunjukkan bahwa ketika informasi mudah diperoleh kembali secara eksternal, individu dapat lebih mengingat lokasi informasi daripada informasi itu sendiri (Sparrow et al., 2011). Dalam konteks pembelajaran digital, ketergantungan terhadap perangkat untuk mencari, menyimpan, atau menghasilkan informasi berpotensi mengurangi keterlibatan siswa dalam proses mengingat dan mengolah pengetahuan secara mandiri.

Perkembangan AI generatif memperluas bentuk *cognitive offloading* karena teknologi tidak hanya menyimpan atau menemukan informasi, tetapi juga dapat menghasilkan rangkuman, gagasan, jawaban, dan alternatif penyelesaian masalah. Mahmud et al. (2026) menunjukkan relevansi *cognitive offloading* dalam penggunaan *Generative Artificial Intelligence* (GAI) terhadap *working memory*. Pada aspek berpikir kritis, Wang (2026) menunjukkan adanya hubungan antara *cognitive offloading* melalui perangkat digital dengan *critical thinking* dan *learning depth*. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi perlu dipertimbangkan bukan hanya berdasarkan efisiensi, tetapi juga berdasarkan sejauh mana siswa tetap terlibat dalam proses berpikir.

Di sisi lain, teknologi dapat mendukung maupun menghambat kemandirian belajar. Teknologi yang digunakan sebagai alat bantu dapat memperkuat regulasi diri, tetapi ketergantungan terhadap bantuan eksternal dapat membuat siswa kurang terbiasa menyelesaikan tugas tanpa dukungan teknologi. Persoalan ini juga berkaitan dengan keterbatasan memori kerja sebagaimana dijelaskan dalam *Cognitive Load Theory* (Sweller et al., 2019). Dengan demikian, *cognitive offloading* perlu dipahami secara seimbang sebagai strategi yang dapat membantu proses belajar, tetapi berpotensi menimbulkan konsekuensi apabila menggantikan proses kognitif yang seharusnya dikembangkan siswa.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal, fenomena tersebut relevan karena siswa SMA semakin dekat dengan berbagai perangkat dan sumber belajar digital. Meskipun penelitian terdahulu telah membahas *cognitive offloading* dalam kaitannya dengan memori, berpikir kritis, maupun penggunaan teknologi, kajian yang secara terpadu menghubungkan ketiga aspek tersebut dengan kemandirian belajar sekaligus merumuskan strategi mitigasi dalam konteks pembelajaran sekolah menengah masih terbatas. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi perspektif kognitif dan pendidikan untuk menganalisis risiko *cognitive offloading* terhadap memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar serta mengidentifikasi strategi mitigasi yang relevan dengan kondisi pembelajaran siswa di tingkat sekolah menengah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko *cognitive offloading* dalam pembelajaran digital terhadap memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar siswa serta merumuskan strategi mitigasi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran pada siswa SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal, tahun ajaran 2025/2026.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan konseptual (*conceptual review*) untuk menganalisis risiko *cognitive offloading* dalam pembelajaran digital terhadap memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar siswa serta merumuskan strategi mitigasinya. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengintegrasian konsep dan temuan penelitian terdahulu mengenai *cognitive offloading*, memori, *Cognitive Load Theory*, berpikir kritis, *self-regulated learning*, metakognisi, dan pemanfaatan teknologi digital. SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal, digunakan sebagai konteks penerapan konseptual, bukan sebagai lokasi pengumpulan data empiris.

Sumber data penelitian berupa artikel jurnal ilmiah dan sumber akademik relevan yang diperoleh melalui basis data serta mesin pencarian akademik. Penelusuran literatur dilakukan menggunakan kata kunci seperti

cognitive offloading, *cognitive offloading and memory*, *cognitive offloading and critical thinking*, *cognitive offloading and learning*, *digital technology and cognitive offloading*, *AI and cognitive offloading*, *self-regulated learning*, *working memory*, dan *metacognitive offloading*. Literatur yang digunakan mencakup publikasi dalam rentang tahun 2011–2026, dengan prioritas pada penelitian terbaru serta sumber teoritis yang menjadi dasar pengembangan konsep *cognitive offloading*. Berdasarkan hasil penelusuran dan seleksi, sebanyak 20 sumber ilmiah digunakan sebagai dasar analisis konseptual. Literatur tersebut mencakup penelitian empiris, tinjauan sistematis, tinjauan konseptual, dan artikel teoretis yang relevan dengan fokus penelitian.

Kriteria inklusi meliputi: (1) literatur yang membahas konsep atau mekanisme *cognitive offloading*; (2) penelitian mengenai *cognitive offloading* dan kaitannya dengan memori atau proses kognitif; (3) penelitian yang berkaitan dengan berpikir kritis, pemecahan masalah, ketekunan dalam menyelesaikan tugas, atau kedalaman belajar; (4) literatur mengenai *self-regulated learning*, kemandirian belajar, dan metakognisi dalam lingkungan digital; (5) penelitian mengenai penggunaan kecerdasan buatan atau teknologi digital sebagai bentuk bantuan kognitif eksternal; dan (6) sumber yang relevan dengan konteks pendidikan atau peserta didik. Literatur yang tidak memiliki keterkaitan langsung dengan fokus kajian atau tidak dapat diverifikasi sumber akademiknya tidak digunakan sebagai dasar utama analisis.

Dua puluh sumber yang digunakan kemudian dikategorikan berdasarkan kontribusinya terhadap fokus kajian. Literatur mengenai konsep dan mekanisme *cognitive offloading* digunakan untuk membangun landasan konseptual, sedangkan penelitian mengenai memori digunakan untuk menganalisis konsekuensi pengalihan proses kognitif terhadap penyimpanan dan pemanggilan informasi. Literatur mengenai berpikir kritis dan kedalaman belajar digunakan untuk mengidentifikasi potensi konsekuensi penggunaan bantuan digital terhadap keterlibatan kognitif. Selanjutnya, penelitian mengenai *self-regulated learning*, metakognisi, dan teknologi berbasis kecerdasan buatan digunakan untuk menganalisis hubungan antara penggunaan teknologi, regulasi diri, dan kemandirian belajar. Literatur mengenai *retrieval practice* dan strategi pembelajaran digunakan sebagai dasar dalam merumuskan strategi mitigasi.

Analisis dilakukan melalui tiga tahap, yaitu identifikasi, kategorisasi, dan sintesis konseptual. Tahap identifikasi dilakukan dengan menyeleksi literatur berdasarkan judul, abstrak, dan isi untuk menentukan kesesuaiannya dengan fokus penelitian. Selanjutnya, literatur dikategorikan ke dalam enam tema, yaitu: (1) konsep dan mekanisme *cognitive offloading*; (2) risiko terhadap memori; (3) risiko terhadap berpikir kritis dan kedalaman belajar; (4) risiko terhadap kemandirian belajar dan *self-regulated learning*; (5) *cognitive offloading* dalam penggunaan kecerdasan buatan dan teknologi digital; dan (6) strategi mitigasi. Tahap sintesis dilakukan dengan membandingkan dan mengintegrasikan temuan antarsumber untuk mengidentifikasi pola manfaat, risiko, faktor yang memengaruhi dampak *cognitive offloading*, serta strategi penggunaan teknologi yang dapat mempertahankan keterlibatan kognitif siswa.

Hasil sintesis kemudian digunakan untuk menyusun kerangka konseptual mengenai penggunaan teknologi digital yang seimbang dalam pembelajaran. Kerangka tersebut menempatkan *cognitive offloading* sebagai strategi yang dapat membantu efisiensi kognitif, tetapi berpotensi menimbulkan ketergantungan apabila menggantikan proses kognitif yang penting bagi pembelajaran. Berdasarkan kerangka tersebut, dirumuskan strategi mitigasi yang meliputi pengaturan waktu dan tahapan penggunaan teknologi, *retrieval practice*, refleksi metakognitif, verifikasi informasi, pembatasan penggunaan kecerdasan buatan pada aktivitas tertentu, dan asesmen yang menuntut siswa menjelaskan proses berpikir. Interpretasi hasil selanjutnya diarahkan pada konteks siswa SMA di SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal, tahun ajaran 2025/2026.

Hasil dan Pembahasan

Konsep dan Mekanisme *Cognitive offloading* dalam Pembelajaran Digital

Hasil sintesis terhadap 20 sumber literatur menunjukkan bahwa *cognitive offloading* dalam pembelajaran digital merupakan fenomena yang bersifat ambivalen dan kondisional. *Cognitive offloading* dapat dipahami sebagai penggunaan sumber atau bantuan eksternal untuk mengurangi tuntutan terhadap proses kognitif internal (Risiko & Gilbert, 2016). Dalam lingkungan pembelajaran digital, bantuan tersebut dapat berupa catatan digital, kalender dan pengingat, mesin pencari, penyimpanan awan, kalkulator, platform pembelajaran, serta teknologi berbasis kecerdasan artifisial (AI). Sintesis literatur menunjukkan bahwa penggunaan bantuan eksternal tidak dengan sendirinya menunjukkan rendahnya kemampuan kognitif, karena teknologi dapat membantu individu mengelola keterbatasan memori dan meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan tugas.

Berdasarkan literatur yang dikaji, ditemukan perbedaan antara pengalihan fungsi pendukung dan pengalihan proses kognitif inti. Penggunaan kalender digital untuk mengingat jadwal, penyimpanan awan untuk mengorganisasi dokumen, atau aplikasi pencatat untuk menyimpan informasi merupakan bentuk *cognitive offloading* yang bersifat pendukung. Sebaliknya, penggunaan teknologi untuk menggantikan aktivitas

memahami konsep, menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, menyusun argumen, dan menyelesaikan masalah merupakan bentuk pengalihan terhadap proses yang menjadi tujuan pembelajaran. Perbedaan tersebut menjadi dasar penting untuk menentukan apakah penggunaan teknologi memberikan dukungan atau justru mengurangi keterlibatan kognitif siswa.

Temuan tersebut sejalan dengan Burnett dan Richmond (2026) yang menunjukkan bahwa *cognitive offloading* dapat memberikan keuntungan terhadap kinerja pada tugas berbasis memori dalam kondisi tertentu. Dengan demikian, *offloading* tidak tepat dipahami sebagai mekanisme yang secara otomatis menyebabkan penurunan fungsi kognitif. Dampaknya bergantung pada tujuan penggunaan bantuan eksternal, karakteristik tugas, dan jenis proses kognitif yang dialihkan. Perspektif ini juga sesuai dengan *Cognitive Load Theory* yang menjelaskan bahwa kapasitas memori kerja manusia terbatas sehingga pengelolaan tuntutan kognitif menjadi bagian penting dalam desain pembelajaran (Sweller et al., 2019).

Pada peserta didik, kemampuan untuk menentukan kapan dan bagaimana bantuan eksternal digunakan menjadi faktor penting. Sun et al. (2025) menunjukkan adanya hubungan antara kecenderungan *cognitive offloading* dan *metacognitive monitoring* pada siswa sekolah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bantuan eksternal tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan siswa dalam memonitor pemahaman dan menilai kebutuhan terhadap bantuan. Siswa yang memiliki kemampuan monitoring yang baik berpotensi lebih mampu membedakan antara penggunaan teknologi sebagai pendukung dan penggunaan teknologi sebagai pengganti proses berpikir.

Perkembangan AI generatif memperluas mekanisme *cognitive offloading*. Teknologi sebelumnya banyak digunakan untuk menyimpan atau menemukan informasi, sedangkan AI generatif mampu menghasilkan rangkuman, gagasan, penjelasan, argumen, hingga alternatif penyelesaian masalah. Mahmud et al. (2026) menunjukkan bahwa penggunaan *Generative Artificial Intelligence* (GAI) berkaitan dengan konsep *cognitive offloading* dan *working memory*. Seung dan Basham (2026) juga menempatkan *cognitive offloading* dalam penggunaan AI sebagai bentuk bantuan yang dapat memberikan dukungan terhadap siswa apabila digunakan secara tepat.

Dengan demikian, sintesis literatur menunjukkan bahwa persoalan utama bukan terletak pada ada atau tidaknya *cognitive offloading*, tetapi pada batas antara bantuan dan penggantian proses kognitif. Teknologi dapat mengurangi beban yang tidak menjadi tujuan utama pembelajaran, tetapi sebaiknya tidak mengambil alih proses kognitif yang justru ingin dikembangkan. Prinsip yang dapat dirumuskan dari temuan tersebut adalah *offload the support, not the core thinking*, yaitu mengalihkan fungsi pendukung kepada teknologi tetapi mempertahankan proses berpikir inti pada siswa.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, prinsip tersebut dapat diterapkan dengan menggunakan teknologi untuk mengorganisasi informasi, mengakses sumber tambahan, mengelola waktu, dan memperoleh umpan balik. Sementara itu, proses mengingat, memahami, menganalisis, mengevaluasi, dan menyusun alasan tetap perlu dilakukan siswa. Dengan demikian, teknologi berfungsi sebagai *scaffold* pembelajaran yang mendukung proses kognitif tanpa menggantikannya.

***Cognitive offloading* dan Risiko terhadap Memori Siswa**

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa hubungan antara *cognitive offloading* dan memori tidak bersifat sederhana. Bantuan eksternal dapat meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan tugas karena siswa tidak harus menyimpan seluruh informasi secara internal. Namun, penggunaan bantuan eksternal secara terus-menerus untuk menggantikan aktivitas mengingat dapat mengurangi kesempatan siswa untuk melakukan *retrieval*, terutama apabila teknologi digunakan sebelum siswa berusaha mengambil kembali informasi dari memori.

Temuan mengenai fungsi memori tersebut perlu dibedakan antara performa tugas dan pembentukan pengetahuan jangka panjang. Burnett dan Richmond (2026) menunjukkan bahwa *cognitive offloading* dapat meningkatkan performa pada tugas berbasis memori dalam kondisi tertentu. Temuan ini menunjukkan bahwa seseorang dapat menyelesaikan tugas dengan lebih baik ketika menggunakan bantuan eksternal, tetapi keberhasilan tersebut tidak selalu berarti bahwa informasi yang digunakan telah tersimpan dalam memori secara internal. Oleh karena itu, efisiensi penyelesaian tugas dan retensi pengetahuan merupakan dua aspek yang perlu dipertimbangkan secara terpisah.

Dalam konteks pembelajaran, *retrieval practice* menjadi mekanisme penting untuk mempertahankan keterlibatan memori. Agarwal et al. (2021), melalui tinjauan sistematis terhadap penelitian yang diterapkan di sekolah dan kelas, menunjukkan bahwa *retrieval practice* secara konsisten memberikan manfaat terhadap pembelajaran siswa. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran tidak cukup hanya melalui paparan informasi, tetapi membutuhkan kesempatan bagi siswa untuk mengambil kembali informasi dari memori.

Gonçalves et al. (2025) juga menunjukkan pentingnya *retrieval practice* melalui tinjauan sistematis dan meta-analisis yang membandingkan *retrieval practice* dengan *elaborative encoding*. Berdasarkan kedua sumber tersebut, penggunaan mesin pencari, catatan digital, atau AI untuk memperoleh jawaban secara langsung berpotensi mengurangi kesempatan siswa melakukan *retrieval* apabila bantuan diberikan sebelum siswa mencoba mengingat atau menyelesaikan masalah secara mandiri.

Temuan tersebut tidak berarti bahwa semua penggunaan teknologi untuk memori harus dihindari. Penggunaan teknologi untuk menyimpan jadwal, dokumen, atau informasi administratif justru dapat membantu mengurangi tuntutan yang tidak menjadi tujuan pembelajaran. Masalah muncul ketika teknologi digunakan untuk menggantikan penguasaan terhadap informasi inti yang seharusnya dapat dipanggil kembali oleh siswa. Dengan demikian, risiko *cognitive offloading* terhadap memori terutama berkaitan dengan fungsi bantuan eksternal dan waktu penggunaannya, bukan sekadar frekuensi penggunaan teknologi.

Sun et al. (2025) memperkuat pentingnya aspek metakognitif dalam hubungan tersebut. Kemampuan siswa memonitor apakah dirinya benar-benar mengetahui atau hanya mampu menemukan kembali suatu informasi menjadi penting dalam pembelajaran digital. Siswa dapat merasa mengetahui suatu konsep karena mampu menemukannya dengan cepat melalui internet atau AI, padahal informasi tersebut belum tentu dapat dipanggil kembali ketika bantuan eksternal tidak tersedia.

Berdasarkan sintesis tersebut, strategi mitigasi terhadap risiko memori perlu menempatkan *retrieval practice* sebelum penggunaan teknologi. Siswa dapat diminta menjawab pertanyaan, menjelaskan konsep dengan bahasa sendiri, atau mencoba menyelesaikan masalah tanpa membuka sumber terlebih dahulu. Setelah proses tersebut dilakukan, teknologi dapat digunakan untuk memeriksa jawaban, menemukan kesalahan, dan melengkapi informasi. Pola ini memungkinkan teknologi tetap digunakan tanpa menghilangkan proses pembentukan dan penguatan memori.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, guru dapat menerapkan pola “ingat terlebih dahulu, verifikasi kemudian”. Siswa diberikan kesempatan untuk menunjukkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelum mengakses AI atau sumber digital. Dengan demikian, teknologi berfungsi sebagai alat verifikasi dan penguatan, sedangkan proses utama pengambilan kembali informasi tetap dilakukan oleh siswa.

Cognitive offloading dan Risiko terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil sintesis menunjukkan bahwa hubungan antara *cognitive offloading* dan kemampuan berpikir kritis juga bersifat kondisional, bukan hubungan negatif yang selalu terjadi. Teknologi digital dapat memperluas akses siswa terhadap sumber informasi dan menyediakan bahan yang dapat dibandingkan, tetapi teknologi juga dapat mengambil alih proses analisis apabila siswa menerima jawaban yang dihasilkan sistem tanpa mengevaluasinya.

Wang (2026) menunjukkan bahwa *cognitive offloading* melalui perangkat digital berkaitan dengan *critical thinking*, *task persistence*, dan *learning depth*. Temuan tersebut penting karena menunjukkan bahwa konsekuensi *cognitive offloading* terhadap hasil belajar tidak dapat dijelaskan hanya dengan hubungan langsung antara penggunaan teknologi dan kemampuan berpikir. Mekanisme psikologis yang menyertai penggunaan teknologi, termasuk *cognitive self-efficacy*, juga perlu diperhatikan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi tidak tepat dipahami sebagai penyebab otomatis menurunnya kemampuan berpikir kritis.

Risiko terhadap berpikir kritis terutama muncul ketika teknologi menghasilkan jawaban akhir sehingga siswa tidak lagi melakukan tahapan identifikasi masalah, pencarian bukti, analisis, evaluasi, dan penarikan kesimpulan. Gerlich (2025) menunjukkan adanya keterkaitan antara penggunaan AI, *cognitive offloading*, dan kemampuan berpikir kritis. Temuan tersebut menguatkan pentingnya mempertahankan aktivitas evaluatif siswa ketika teknologi digunakan sebagai bagian dari pembelajaran.

Risiko tersebut semakin relevan pada penggunaan AI generatif karena AI mampu menghasilkan jawaban dalam bentuk yang tampak lengkap dan meyakinkan. Bastani et al. (2025), melalui penelitian pada siswa sekolah menengah dalam pembelajaran matematika, menunjukkan bahwa penggunaan AI generatif tanpa pembatasan yang memadai dapat menimbulkan konsekuensi negatif terhadap proses belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa kemudahan memperoleh solusi tidak selalu identik dengan peningkatan pemahaman.

Namun, AI juga dapat digunakan untuk memperkuat berpikir kritis apabila ditempatkan sebagai objek evaluasi. Siswa dapat diminta memeriksa argumen yang diberikan AI, menemukan kelemahannya, membandingkannya dengan sumber lain, atau memberikan alasan mengapa suatu jawaban dapat diterima atau ditolak. Dengan pola tersebut, AI tidak menjadi sumber jawaban final, tetapi menjadi bahan yang harus dianalisis oleh siswa.

Berdasarkan sintesis literatur, risiko *cognitive offloading* terhadap berpikir kritis terutama terjadi ketika produk pemikiran menggantikan proses berpikir. Sebaliknya, penggunaan teknologi sebagai sumber alternatif,

pemberi umpan balik, atau objek kritik dapat mempertahankan keterlibatan kognitif. Dengan demikian, tujuan mitigasi bukan membatasi akses terhadap teknologi, tetapi memastikan bahwa aktivitas analisis, evaluasi, argumentasi, dan pengambilan keputusan tetap dilakukan oleh siswa.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, guru dapat merancang tugas yang meminta siswa memberikan jawaban awal secara mandiri, menggunakan AI untuk memperoleh alternatif, kemudian membandingkan dan mengkritisi keluaran tersebut. Siswa juga dapat diminta mencantumkan alasan menerima atau menolak informasi yang diperoleh dari AI. Strategi ini memungkinkan teknologi menjadi stimulus untuk berpikir kritis, bukan pengganti kemampuan berpikir.

Cognitive offloading dan Kemandirian Belajar Siswa

Sintesis 20 literatur menunjukkan bahwa teknologi digital memiliki potensi ganda terhadap kemandirian belajar. Di satu sisi, teknologi dapat mendukung *self-regulated learning* melalui pengelolaan tujuan, waktu, sumber belajar, umpan balik, dan pemantauan proses belajar. Di sisi lain, penggunaan teknologi yang mengambil alih fungsi perencanaan, pengambilan keputusan, dan penyelesaian tugas dapat mengurangi agensi siswa.

Faza dan Lestari (2025) menunjukkan bahwa teknologi digital dapat mendukung *self-regulated learning* melalui berbagai strategi dan mekanisme. Sui et al. (2023) juga menunjukkan adanya hubungan antara lingkungan belajar berbasis teknologi dan *self-regulated learning*. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi tidak secara inheren bertentangan dengan kemandirian belajar. Sebaliknya, teknologi dapat menjadi sarana yang membantu siswa mengatur proses belajarnya ketika penggunaannya tetap dikendalikan oleh siswa.

Potensi tersebut juga terlihat dalam penggunaan AI. Lan dan Zhou (2025) menunjukkan bahwa AI memiliki potensi untuk mendukung *self-regulated learning* melalui dukungan adaptif, umpan balik, dan bantuan selama proses belajar. Ng et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT dapat mendukung *self-regulated learning* dalam pembelajaran sains apabila digunakan dalam aktivitas pembelajaran yang terarah. Junaedi et al. (2025) juga menempatkan AI sebagai *learning companion* yang berpotensi mendukung otonomi siswa dalam pendidikan menengah.

Namun, dukungan teknologi tidak secara otomatis menghasilkan kemandirian. Nguyen et al. (2026) menekankan pentingnya mempertahankan agensi siswa dalam penggunaan AI untuk mendukung *self-regulated learning*. Ketika siswa menggunakan AI untuk menentukan tujuan belajar, memilih seluruh strategi, menyelesaikan tugas, dan menghasilkan jawaban akhir tanpa evaluasi, sebagian fungsi regulasi diri berpotensi dialihkan kepada teknologi.

Mahniza et al. (2024) juga menunjukkan bahwa hubungan AI dengan *self-regulated learning* perlu dipahami melalui dinamika mediasi dan moderasi. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa manfaat teknologi bergantung pada cara teknologi berinteraksi dengan karakteristik dan proses belajar siswa. Dengan demikian, kemandirian belajar tidak dapat dinilai dari seberapa sering siswa menggunakan teknologi, tetapi dari apakah siswa tetap mampu menetapkan tujuan, memilih strategi, memonitor pemahaman, mengevaluasi hasil, dan mengambil keputusan.

Berdasarkan sintesis tersebut, *cognitive offloading* dapat mendukung kemandirian apabila teknologi digunakan untuk memperkuat kemampuan regulasi diri. Sebaliknya, *offloading* dapat menghambat kemandirian apabila teknologi menggantikan fungsi regulasi diri. Oleh karena itu, guru perlu merancang penggunaan teknologi yang tetap memberikan tanggung jawab utama kepada siswa.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, penerapan prinsip *Think First Technology Second* dapat digunakan untuk mempertahankan agensi siswa. Siswa terlebih dahulu menetapkan tujuan, memahami masalah, dan mencoba menyelesaikan tugas. Teknologi kemudian digunakan untuk memperoleh umpan balik atau alternatif. Pada tahap akhir, siswa mengevaluasi hasil dan menentukan keputusan akhir. Pola tersebut memungkinkan AI berfungsi sebagai *scaffold* tanpa mengambil alih kendali belajar siswa.

AI sebagai Bentuk Baru Cognitive Offloading

Sintesis literatur menunjukkan bahwa AI generatif memperluas bentuk *cognitive offloading* dari aktivitas penyimpanan dan pencarian informasi menuju produksi dan pengolahan informasi. Mesin pencari, catatan digital, dan penyimpanan awan terutama membantu siswa menemukan atau menyimpan informasi, sedangkan AI generatif dapat menghasilkan rangkuman, gagasan, jawaban, argumen, dan solusi. Perubahan fungsi tersebut membuat AI memiliki potensi *offloading* yang lebih luas terhadap proses kognitif.

Mahmud et al. (2026) secara khusus mengkaji *cognitive offloading* dalam penggunaan GAI dan kaitannya dengan *working memory*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan GAI perlu dipahami sebagai bentuk baru bantuan eksternal yang dapat berinteraksi dengan proses memori. Dalam konteks pembelajaran,

kondisi tersebut dapat memberikan efisiensi, tetapi sekaligus menimbulkan pertanyaan mengenai sejauh mana siswa masih melakukan proses kognitif secara mandiri.

Bastani et al. (2025) memberikan bukti empiris penting mengenai penggunaan AI pada siswa sekolah menengah. Penggunaan AI generatif tanpa *guardrails* dalam pembelajaran matematika dapat menghasilkan konsekuensi yang kurang menguntungkan terhadap proses belajar. Temuan tersebut menunjukkan bahwa akses terhadap solusi yang cepat dapat mengurangi kebutuhan siswa untuk mengalami proses mencoba, melakukan kesalahan, dan menemukan strategi penyelesaian.

Gerlich (2025) juga menunjukkan keterkaitan antara penggunaan AI, *cognitive offloading*, dan berpikir kritis. Dalam konteks ini, risiko tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengingat, tetapi juga dengan kecenderungan menerima keluaran teknologi tanpa melakukan evaluasi. Oleh karena itu, semakin besar kemampuan AI menghasilkan jawaban yang siap digunakan, semakin penting pembelajaran memberikan ruang bagi siswa untuk memeriksa, mempertanyakan, dan mengevaluasi hasil tersebut.

Namun, AI juga dapat digunakan secara produktif sebagai *learning companion*. Seung dan Basham (2026) menunjukkan bahwa AI dapat berfungsi sebagai bantuan kognitif bagi siswa apabila digunakan sebagai dukungan terhadap proses belajar. Lan dan Zhou (2025) serta Ng et al. (2024) juga menunjukkan potensi AI dalam mendukung *self-regulated learning*. Dengan demikian, perbedaan antara penggunaan AI yang mendukung dan yang berisiko terletak pada fungsi AI dalam tahapan belajar.

Berdasarkan sintesis tersebut, penggunaan AI dalam pembelajaran dapat dibedakan menjadi tiga fungsi. Pertama, AI sebagai sumber informasi, yaitu digunakan untuk memperoleh penjelasan atau alternatif informasi. Kedua, AI sebagai mitra berpikir, yaitu digunakan untuk memberikan umpan balik, mengajukan pertanyaan, atau menyediakan sudut pandang alternatif. Ketiga, AI sebagai pengganti proses berpikir, yaitu ketika siswa menyerahkan analisis, pemecahan masalah, dan penyusunan jawaban kepada sistem. Fungsi ketiga memiliki risiko paling besar terhadap keterlibatan kognitif karena siswa dapat menyelesaikan tugas tanpa mengalami proses belajar yang seharusnya.

Dengan demikian, penggunaan AI tidak perlu dilarang secara total. Pembelajaran justru perlu mengajarkan AI *literacy*, yaitu kemampuan menggunakan, memeriksa, dan mengevaluasi keluaran AI secara kritis. Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, siswa dapat diarahkan untuk menggunakan AI setelah menghasilkan pemikiran awal, kemudian memeriksa kesesuaian keluaran AI dengan sumber akademik dan memberikan alasan atas keputusan mereka.

Faktor yang Memengaruhi *Cognitive offloading* Siswa

Sintesis literatur menunjukkan bahwa *cognitive offloading* dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik siswa, karakteristik tugas, karakteristik teknologi, dan lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, keberadaan teknologi tidak dapat dianggap sebagai satu-satunya faktor yang menentukan apakah siswa akan melakukan *offloading* dan apakah tindakan tersebut menghasilkan konsekuensi positif atau negatif.

Faktor pertama adalah kemampuan metakognitif. Sun et al. (2025) menunjukkan hubungan antara kecenderungan *cognitive offloading* dan *metacognitive monitoring* pada siswa. Kemampuan monitoring memungkinkan siswa menilai apa yang telah dipahami, apa yang belum dipahami, dan kapan bantuan eksternal benar-benar diperlukan. Semakin baik kemampuan siswa memonitor proses belajarnya, semakin besar peluang penggunaan teknologi dilakukan secara selektif.

Faktor kedua adalah karakteristik dan tuntutan tugas. Tugas yang kompleks dapat membutuhkan bantuan eksternal untuk mengelola tuntutan kognitif. Dalam kondisi tersebut, *offloading* dapat membantu efisiensi. Namun, ketika tugas dirancang untuk melatih kemampuan tertentu, pengalihan proses inti kepada teknologi justru dapat mengurangi kesempatan siswa mengembangkan kemampuan tersebut. Oleh karena itu, penggunaan teknologi perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.

Faktor ketiga adalah regulasi diri dan agensi siswa. Faza dan Lestari (2025), Lan dan Zhou (2025), serta Nguyen et al. (2026) menunjukkan pentingnya *self-regulated learning* dalam penggunaan teknologi dan AI. Siswa dengan regulasi diri yang baik memiliki kemampuan lebih besar untuk menetapkan tujuan, memilih bantuan, memonitor penggunaan teknologi, dan mengevaluasi hasil. Sebaliknya, penggunaan teknologi tanpa kontrol diri dapat mendorong pencarian jawaban secara instan.

Faktor keempat adalah karakteristik teknologi. Teknologi yang hanya menyimpan informasi memiliki bentuk bantuan yang berbeda dengan AI generatif yang mampu menghasilkan jawaban lengkap. Semakin besar kemampuan teknologi mengambil alih proses pengolahan informasi, semakin besar pula kebutuhan untuk mengatur cara penggunaannya dalam pembelajaran.

Faktor kelima adalah desain pembelajaran dan asesmen. Tugas yang hanya menilai jawaban akhir memberikan peluang lebih besar bagi siswa untuk menggunakan AI sebagai pengganti proses berpikir. Sebaliknya, tugas yang meminta siswa menjelaskan proses, membandingkan sumber, memberikan alasan, dan merefleksikan hasil akan meningkatkan tuntutan terhadap keterlibatan kognitif. Oleh karena itu, desain pembelajaran merupakan salah satu faktor penting dalam mengarahkan *cognitive offloading*.

Berdasarkan sintesis tersebut, *cognitive offloading* dapat dipahami sebagai hasil interaksi antara siswa, tugas, teknologi, dan lingkungan pembelajaran. Implikasinya, mitigasi tidak cukup dilakukan melalui larangan penggunaan teknologi. Guru perlu meningkatkan kemampuan metakognitif dan regulasi diri siswa, menyesuaikan penggunaan teknologi dengan tujuan pembelajaran, serta merancang tugas dan asesmen yang tetap menuntut proses berpikir.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, guru dapat melakukan pemetaan sederhana terhadap tujuan setiap tugas sebelum menentukan apakah penggunaan AI diperbolehkan, dibatasi, atau diarahkan pada fungsi tertentu. Dengan pendekatan tersebut, pembatasan teknologi menjadi lebih rasional karena didasarkan pada kebutuhan kognitif tugas, bukan sekadar pada kekhawatiran terhadap teknologi.

Strategi Mitigasi *Cognitive offloading* dalam Pembelajaran Digital

Berdasarkan sintesis 20 sumber literatur, strategi mitigasi yang paling konsisten mengarah pada pengaturan fungsi, waktu, dan tingkat bantuan teknologi, bukan pelarangan teknologi secara total. Strategi tersebut dapat dirangkum dalam pola pembelajaran “berpikir mencoba menggunakan teknologi memverifikasi merefleksikan.” Pola ini mempertahankan proses kognitif inti pada siswa sekaligus memanfaatkan teknologi untuk fungsi pendukung.

Strategi pertama adalah Think First Technology Second. Siswa diberikan kesempatan untuk memahami masalah, mengidentifikasi informasi penting, mengingat pengetahuan yang relevan, dan mencoba menyusun jawaban sebelum menggunakan teknologi. Strategi ini bertujuan mencegah AI atau mesin pencari menjadi sumber pertama yang menentukan arah pemikiran siswa.

Strategi kedua adalah *retrieval practice* sebelum bantuan digital. Agarwal et al. (2021) menunjukkan bahwa *retrieval practice* secara konsisten memberikan manfaat terhadap pembelajaran siswa. Oleh karena itu, siswa dapat diminta menjawab pertanyaan atau menjelaskan konsep tanpa membuka catatan maupun AI. Setelah itu, teknologi digunakan untuk memeriksa dan memperbaiki jawaban. Gonçalves et al. (2025) juga mendukung pentingnya proses pengambilan kembali dalam pembelajaran dan retensi.

Strategi ketiga adalah penggunaan AI sebagai pemberi umpan balik, bukan penghasil jawaban akhir. Siswa dapat meminta AI memberikan petunjuk, pertanyaan pengarah, alternatif sudut pandang, atau kritik terhadap argumen yang telah dibuat. Pola tersebut mempertahankan tanggung jawab siswa terhadap proses berpikir dan keputusan akhir.

Strategi keempat adalah verifikasi informasi. Siswa perlu membandingkan keluaran AI dengan sumber lain yang kredibel. Mereka dapat diminta mengidentifikasi bukti pendukung, menemukan kemungkinan kesalahan, dan memberikan alasan menerima atau menolak suatu informasi. Strategi ini sekaligus mengembangkan literasi digital dan berpikir kritis.

Strategi kelima adalah refleksi metakognitif. Setelah menggunakan teknologi, siswa dapat menjawab pertanyaan mengenai apa yang telah dipahami, bagian mana yang dikerjakan secara mandiri, kapan teknologi digunakan, dan apakah bantuan tersebut benar-benar meningkatkan pemahaman. Strategi ini membantu siswa menyadari pola *cognitive offloading* dan mengembangkan kontrol terhadap penggunaan bantuan eksternal.

Strategi keenam adalah asesmen berbasis proses. Guru tidak hanya menilai jawaban akhir, tetapi juga meminta siswa menunjukkan langkah penyelesaian, alasan pemilihan jawaban, sumber yang digunakan, dan perubahan pemikiran setelah menggunakan teknologi. Pendekatan ini mengurangi keuntungan penggunaan AI sebagai alat untuk sekadar menghasilkan jawaban akhir.

Strategi ketujuh adalah pembatasan penggunaan AI berdasarkan tujuan pembelajaran. AI dapat diperbolehkan untuk kegiatan tertentu, seperti mencari alternatif penjelasan atau memberikan umpan balik, tetapi dibatasi pada aktivitas yang bertujuan mengukur kemampuan mengingat, analisis individual, atau kemampuan memecahkan masalah secara mandiri. Dengan demikian, aturan penggunaan AI disesuaikan dengan kompetensi yang sedang dikembangkan.

Berdasarkan keseluruhan temuan, strategi mitigasi dapat dirumuskan dalam sebuah siklus: 1) Berpikir mandiri; 2) mencoba menyelesaikan tugas; 3) menggunakan teknologi secara terarah; 4) memverifikasi keluaran; 5) merevisi; dan 6) melakukan refleksi. Siklus tersebut menunjukkan bahwa teknologi tidak ditempatkan sebagai titik awal maupun sebagai pengganti proses berpikir, tetapi sebagai bantuan yang

digunakan setelah siswa melakukan usaha kognitif awal. Pendekatan ini juga memungkinkan siswa memperoleh manfaat teknologi tanpa kehilangan kesempatan untuk melakukan *retrieval*, analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan.

Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, penerapan strategi tersebut dapat diterjemahkan ke dalam pedoman sederhana bagi guru dan siswa. Guru dapat menentukan fungsi teknologi yang diperbolehkan untuk setiap jenis tugas, menyediakan aktivitas *retrieval practice*, meminta siswa menyertakan proses berpikir, dan memberikan ruang untuk refleksi setelah penggunaan AI. Siswa diarahkan untuk menggunakan teknologi secara sadar berdasarkan kebutuhan, bukan secara otomatis setiap kali menghadapi kesulitan.

Dengan demikian, hasil kajian menunjukkan bahwa mitigasi *cognitive offloading* yang efektif bukanlah mengurangi penggunaan teknologi secara mutlak, melainkan mengoptimalkan penggunaan teknologi tanpa mengalihkan proses kognitif inti yang menjadi tujuan pembelajaran. Pendekatan tersebut memungkinkan pembelajaran digital tetap memanfaatkan efisiensi teknologi sekaligus mempertahankan pengembangan memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar siswa.

Simpulan

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis risiko *cognitive offloading* dalam pembelajaran digital terhadap memori, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar siswa serta merumuskan strategi mitigasi yang dapat diterapkan dalam konteks pembelajaran di SMAN 1 Tambangan, Kabupaten Mandailing Natal. Berdasarkan hasil sintesis literatur, *cognitive offloading* merupakan mekanisme penggunaan bantuan eksternal untuk mengurangi tuntutan kognitif yang bersifat ambivalen, karena dapat meningkatkan efisiensi belajar tetapi juga berpotensi menimbulkan konsekuensi apabila menggantikan proses kognitif inti siswa. Pada aspek memori, penggunaan teknologi secara berlebihan dapat mengurangi kesempatan siswa melakukan proses mengingat dan *retrieval practice*, terutama ketika informasi dapat diperoleh kembali secara langsung melalui mesin pencari, catatan digital, atau AI. Pada aspek berpikir kritis, risiko muncul ketika teknologi atau AI mengambil alih proses menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, menyusun argumen, dan memecahkan masalah sehingga siswa lebih berorientasi pada hasil akhir daripada proses berpikir. Sementara itu, pada aspek kemandirian belajar, teknologi dapat mendukung *self-regulated learning* apabila siswa tetap mengendalikan tujuan, strategi, pemantauan, dan evaluasi pembelajaran, tetapi dapat menimbulkan ketergantungan apabila teknologi mengambil alih fungsi tersebut. Sintesis kajian juga menunjukkan bahwa dampak *cognitive offloading* tidak ditentukan oleh teknologi semata, tetapi dipengaruhi oleh kemampuan metakognitif dan regulasi diri siswa, karakteristik dan tingkat kesulitan tugas, desain serta karakteristik teknologi, dan lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, penggunaan teknologi yang sama tidak selalu menghasilkan dampak yang sama pada setiap siswa. Temuan ini menegaskan bahwa persoalan utama bukan apakah teknologi digunakan atau tidak, melainkan bagian dari proses kognitif apa yang dialihkan dan sejauh mana siswa tetap terlibat dalam proses berpikir.

Strategi mitigasi yang dirumuskan dari hasil kajian meliputi *Think First Technology Second*, *retrieval practice* sebelum menggunakan bantuan digital, penggunaan AI secara bertahap sebagai *scaffold* atau mitra berpikir, verifikasi terhadap keluaran teknologi, refleksi metakognitif, serta asesmen yang menilai proses dan alasan siswa, bukan hanya jawaban akhir. Dalam konteks SMAN 1 Tambangan, strategi tersebut dapat diterapkan dengan menempatkan teknologi sebagai alat pendukung dan penguat proses belajar, sementara aktivitas inti seperti mengingat, memahami, menganalisis, mengevaluasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan tetap dilakukan oleh siswa. Dengan demikian, kajian ini menegaskan bahwa pembelajaran digital yang efektif bukan pembelajaran yang meminimalkan penggunaan teknologi, melainkan pembelajaran yang mengatur penggunaan teknologi agar efisiensi digital berjalan seimbang dengan keterlibatan kognitif siswa. Kontribusi kajian ini terletak pada integrasi perspektif *cognitive offloading*, memori, berpikir kritis, dan kemandirian belajar untuk menghasilkan kerangka mitigasi yang dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang penggunaan teknologi dan AI secara lebih terarah pada pembelajaran siswa SMA. Karena kajian ini bersifat konseptual, rekomendasi tersebut masih perlu diuji melalui penelitian empiris pada siswa SMAN 1 Tambangan untuk mengetahui efektivitasnya secara langsung.

Referensi

Argalwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). *Retrieval practice* Consistently Benefits Student Learning: A Systematic Review Of Applied Research In Schools And Classrooms. *Educ Psychol Rev*, 33, 1409-1453. <https://doi.org/10.1007/S10648-021-09595-9>

- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakçı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI Without Guardrails Can Harm Learning: Evidence From High School Mathematics. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 122(26), E2422633122. <https://doi.org/10.1073/Pnas.2422633122>
- Burnett, L. K., & Richmond, Auren L. (2026). Meta-Analytic Investigations Of The Effect Of *Cognitive offloading* On Memory-Based Task Performance And Interindividual Variability. *Mem Cogn*, 54, 144 168. <https://doi.org/10.3758/S13421-025-01743-8>
- Faza, A., & Lestari, I. A. (2025). Self-Regulated Learning In The Digital Age: A Systematic Review Of Strategies, Technologies, Benefits, And Challenges. *The International Review Of Research In Open And Distributed Learning*, 26(2), 23 58. <https://doi.org/10.19173/Irrodl.V26i2.8119>
- Gerlich, M. (2025). AI Tools In Society: Impacts On *Cognitive offloading* And The Future Of Critical Thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/Soc15010006>
- Gonçalves, A. De O., Muniz, B. F. B., & Jaeger, A. (2025). *Retrieval practice* Versus Elaborative Encoding: A Systematic And Meta-Analytic Review. *Educ Psychol Rev*, 37, 100.
- Ikhsam, A. S. Y., Chukwuka, R. E., & Faraby, M. D. (2026). The Impact Of Digital Literacy On Academic Achievement And Students' Learning Styles In Digital Learning Systems: A Systematic Literature Review. *Journal Of Vocational, Informatics And Computer Education*, 4(1), 205 216. <https://doi.org/10.66053/Voice.V4i1.474>
- Junaedi, Widodo, S., Elviani, U., & Sripatimah, S. (2025). Generative AI As A Learning Companion For Student Autonomy In Secondary Education: A Self-Regulated Learning-Based Conceptual Framework. *Buletin pengembangan perangkat pembelajaran*, (2), 259 269. <https://doi.org/10.23917/Bppp.V7i2.14787>
- Lan, M., & Zhou, X. (2025). A Qualitative Systematic Review On AI Empowered Self-Regulated Learning In Higher Education. *Npj Science Of Learning*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.1038/S41539-025-00319-0>
- Mahmud, T. N., Tiatri, S., Beng, J. T., Dinatha, V. O. D., Nurkholiza, R., Salsabila, T. M., Bunarwan, E. A., Silitonga, L. C., & Azzahra, C. S. (2026). *Cognitive offloading* Dalam Penggunaan Generative Artificial Intelligence (GAI) Dan Perannya Terhadap Working Memory Mahasiswa: Scoping Review. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 16(2), 488 500. <https://doi.org/10.37630/Jpm.V16i2.4252>
- Mahniza, M., Sari, R. E., Suci, P. H., Saputra, I., & Putri, E. Y. (2024). AI-Driven Learning: Mediating And Moderating Dynamics In Self-Regulated Learning. *Journal Of Educational Science And Technology (EST)*, 10(3), 229. <https://doi.org/10.26858/Est.V10i3.68254>
- Ng, D. T. K., Tan, C. W., & Leung, J. K. L. (2024). Empowering Student Self-Regulated Learning And Science Education Through CHATGPT: A Pioneering Pilot Study. *British Journal Of Educational Technology*, 55(4), 1328 1353. <https://doi.org/10.1111/Bjet.13454>
- Nguyen, H., Chen, H.-L., & Asfani, K. (2026). Supporting Self-Regulated Learning In The Age Of Artificial Intelligence: A Comparative Systematic Review Of Earlier AI And Generative AI. *Journal Of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/07356331261450647>
- Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive Offloading. *Trends In Cognitive Sciences*, 20, 676 688. <https://doi.org/10.1016/J.Tics.2016.07.002>
- Seung, Y., & Basham, J. D. (2026). *Cognitive offloading* In The Age Of Generative AI: What Does It Mean For Students With Learning Disabilities? *Learning Disability Quarterly*, 49(3), 121 133. <https://doi.org/10.1177/07319487261439132>
- Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google Effects On Memory: Cognitive Consequences Of Having Information At Our Fingertips. *Science*, 333, 776 778. <https://doi.org/10.1126/Science.1207745>
- Sui, C.-J., Yen, M.-H., & Cha Ng, C.-Y. (2023). Investigating Effects Of Perceived Technology-Enhanced Environment On Self-Regulated Learning: Beyond P-Values. *Educ Inf Technol*, 29(1), 161 183. <https://doi.org/10.1007/S10639-023-12270-X>
- Sun, J., Wang, Y., Hu, Z., Liu, Y., & Sun, Y. (2025). *Cognitive offloading* Bias In Primary And Secondary School Students And Its Relationship With Metacognitive Monitoring. *British Journal Of Developmental Psychology*, 43, 645 649. <https://doi.org/10.1111/Bjdp.12540>
- Sweller, J., Merriënboer, J. J. G. Van, & Pass, F. (2019). Cognitive Architecture And Instructional Design: 20 Years Later. *Educ Psychol Rev*, 31, 261 292. <https://doi.org/10.1007/S10648-019-09465-5>
- Wang, J. (2026). *Cognitive offloading* Through Digital Tools And Its Relationship With Critical Thinking, Task Persistence, And Learning Depth. *Front. Psychol.*, 17, 1781101. <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2026.1781101>