

Metode GASING dalam perspektif pedagogik futuristik: Menumbuhkan kecakapan numerasi Abad 21



Rani Tartillah^{a*}, Yusuf Tri Herlambang^b, Dede Margo Irianto^c, Rendi Restiana Sukardi^d

Universitas Pendidikan Indonesia-Kampus UPI Cibiru. Jl. Pendidikan No.15, Kab. Bandung, Indonesia

^a ranitartillah@upi.edu; ^b yusufth@upi.edu; ^c dedemargo@upi.edu; ^d rendisukardi@upi.edu

Receipt: 22 July 2025; Revision: 27 November 2025; Accepted: 16 December 2025

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah mengkaji dan merumuskan model konseptual integrasi metode GASING dalam kerangka pedagogik futuristik untuk memperkuat kecakapan numerasi abad ke-21. Metode penelitian menggunakan Systematic Literature Review (SLR) berbasis studi kasus eksplanatoris. Penelusuran literatur dilakukan pada basis data Scopus, DOAJ, SINTA 1–2, dan Google Scholar dengan rentang tahun 2019–2025, menggunakan protokol PRISMA, sehingga diperoleh 26 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode GASING efektif meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa, namun implementasinya masih terbatas pada penguasaan konsep dasar numerasi. Temuan utama mengungkapkan bahwa GASING belum terintegrasi secara strategis dengan pengembangan keterampilan abad ke-21, pendekatan STEM, maupun pemanfaatan teknologi digital. Simpulan penelitian menegaskan bahwa integrasi GASING dalam pedagogik futuristik berpotensi menjadi model pembelajaran matematika yang adaptif, kontekstual, dan transdisipliner, dengan dukungan kebijakan pembelajaran dan penguatan kompetensi guru.

Kata Kunci: GASING; Pedagogik Futuristik; Numerasi; Pendidikan Abad 21; Pendidikan Matematika

The GASING method from a futuristic pedagogical perspective: Fostering 21st-century numeracy skills

Abstract: The purpose of this study was to examine and formulate a conceptual model integrating the GASING method within a futuristic pedagogical framework to strengthen 21st-century numeracy skills. The method employed was a Systematic Literature Review (SLR) using an explanatory case study approach. Literature searches were conducted across Scopus, DOAJ, SINTA 1–2, and Google Scholar databases for publications from 2019–2025, following the PRISMA protocol, resulting in 26 eligible articles. The results indicate that the GASING method effectively improves learning outcomes and student engagement, yet its application remains focused on basic numeracy mastery. The findings reveal a lack of strategic integration between GASING, 21st-century skills development, STEM approaches, and digital pedagogy. The conclusion confirms that integrating GASING within a futuristic pedagogical framework holds strong potential as an adaptive, contextual, and transdisciplinary mathematics learning model, requiring supportive educational policies and responsive teacher professional development.

Keywords: GASING; futuristic pedagogy; numeracy; 21st century education; mathematics education

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai oleh disrupsi teknologi yang cepat, pergeseran paradigma ekonomi global, serta transformasi sistem pendidikan sebagai respons terhadap tuntutan kecakapan baru, termasuk literasi digital, berpikir kritis, dan pemecahan masalah kompleks (World Economic Forum, 2020; UNESCO Institute for Lifelong Learning, 2020). Pendidikan matematika memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis dan numerik yang adaptif terhadap perubahan zaman (Seah et al., 2021). Laporan global maupun nasional menunjukkan rendahnya literasi numerasi pada berbagai jenjang pendidikan. Survei PISA melaporkan bahwa mayoritas siswa Indonesia belum mencapai level kecakapan minimum matematika, menandakan lemahnya penguasaan numerasi fungsional untuk kehidupan nyata (Mustafa, 2023). Kondisi ini dipengaruhi oleh masih dominannya metode pengajaran konvensional yang menekankan ceramah dan hafalan rumus, yang tidak lagi relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad 21 (Bashir, 2023).

Implementasi pembelajaran abad 21 belum sepenuhnya tercermin dalam praktik kelas. Banyak guru matematika mengalami kesulitan dalam menerapkan pembelajaran berbasis proyek, integrasi teknologi, serta diferensiasi pembelajaran (Yusoff et al., 2025). Hambatan tersebut meliputi keterbatasan sarana, rendahnya pemahaman pedagogis, dan belum tersedianya kerangka pembelajaran yang komprehensif untuk menghadapi tantangan pendidikan masa depan (Saputro & Mahmudi, 2020). Metode GASING (Gampang, Asyik, dan Menyenangkan) yang diperkenalkan oleh Yohanes Surya merupakan pendekatan pembelajaran matematika yang menekankan penyederhanaan konsep, visualisasi, manipulasi objek konkret, dan latihan bertahap sehingga siswa memahami matematika secara natural. Surya (2017) menegaskan bahwa GASING dikembangkan agar siswa mengalami proses belajar yang intuitif dan bebas dari beban kognitif berlebihan. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa implementasi GASING di sekolah masih berfokus pada penguasaan konsep dasar dan belum diarahkan pada penguatan kecakapan abad 21 seperti kreativitas, kolaborasi, literasi teknologi, serta pemecahan masalah tingkat tinggi (Purwanto & Suparman, 2023).

Perkembangan teknologi digital memunculkan ekosistem pembelajaran baru seperti *metaverse* ruang virtual tiga dimensi yang menghadirkan pengalaman interaktif menyerupai dunia nyata. Kondisi ini menuntut pendidikan tidak hanya adaptif, tetapi juga transformatif. Guru dalam konteks pendidikan masa depan berperan sebagai fasilitator, inovator, dan perancang pengalaman belajar yang dinamis. Ariyanti et al. (2025) menegaskan bahwa kompetensi pedagogik guru abad ke-21 mencakup penguasaan teknologi, kemampuan berpikir kritis, serta sikap reflektif untuk menghadapi tantangan global.

Pedagogik futuristik menjadi kerangka konseptual yang menjawab tantangan tersebut. Pendekatan ini menekankan integrasi teknologi, konteks kehidupan, fleksibilitas instruksional, dan personalisasi pembelajaran. Pendidikan masa depan dituntut untuk mengembangkan kompetensi lintas domain seperti kreativitas, kolaborasi, dan berpikir reflektif (Rahayu & Djatmika, 2022). Herlambang (2021) dan Abidin (2019) menekankan bahwa pendidikan yang futuristik harus bersifat humanistik, adaptif, dan berkelanjutan, sejalan dengan kerangka *Partnership for 21st Century Learning (P21)* yang menempatkan literasi, kompetensi, dan karakter sebagai inti kurikulum abad ke-21 (Kaplan et al., 2021).

Berbagai penelitian menunjukkan inovasi pembelajaran matematika yang berdampak positif terhadap peningkatan numerasi abad ke-21. Penerapan teknologi seperti

flipped classroom, gamifikasi, dan platform digital terbukti meningkatkan partisipasi siswa dan pemahaman konsep matematika (Harits et al., 2019). Temuan lain menegaskan bahwa metode GASING efektif meningkatkan hasil belajar matematika, tetapi belum diarahkan pada pengembangan kompetensi abad ke-21 seperti komunikasi, kolaborasi, dan literasi teknologi (Latifatunnisa & Kurniawan, 2024). Sebagian besar penelitian masih terbatas pada efektivitas GASING secara tradisional tanpa integrasi dengan pendekatan teknologi dan interdisipliner (Barquilla & Cabili, 2021).

Berdasarkan tinjauan metodologis dan teoretis, penelitian sebelumnya umumnya menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen dan survei untuk mengukur peningkatan hasil belajar atau keterampilan abad 21, namun masih jarang menggunakan pendekatan *systematic literature review* berbasis eksplorasi tematik mendalam. Studi oleh (Eliza et al., 2023) misalnya, menyoroti perlunya penguatan kurikulum berbasis kompetensi abad 21 dalam pendidikan matematika guru prajabatan, tetapi belum menyertakan integrasi model pembelajaran spesifik seperti GASING (Eliza et al., 2023). Penelitian lain menekankan pentingnya pengembangan kurikulum berbasis HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) dan STEM, namun seringkali bersifat normatif dan belum mendalam dalam dimensi pedagogik konkret (Anggraena et al., 2019).

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk mengembangkan model pembelajaran matematika yang tidak hanya mempertahankan karakter intuitif dan konkret dari GASING, tetapi juga memperluas relevansinya melalui adaptasi teknologi, kolaborasi lintas disiplin, dan integrasi nilai-nilai humanistik agar sesuai dengan tuntutan ekosistem pendidikan abad ke-21. Tanpa inovasi berbasis pedagogik futuristik, metode GASING berpotensi kehilangan daya transformasinya dalam menjawab disrupsi pendidikan di era digital yang dinamis.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode GASING dalam kerangka pedagogik futuristik melalui sintesis sistematis berbagai studi mutakhir. Penelitian ini menawarkan perspektif baru tentang model pembelajaran matematika yang adaptif, kolaboratif, dan kontekstual, sekaligus menyinergikan pendekatan pedagogik lokal dengan inovasi global dalam penguatan numerasi abad ke-21 (Bray et al., 2021; Tobondo, 2025; Hasanah & Sholikhah, 2022). Pendekatan ini belum banyak dieksplorasi dalam literatur terdahulu, terutama dalam konteks adaptasi GASING yang berorientasi pada penguasaan literasi numerasi masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model konseptual adaptasi metode GASING berbasis pedagogik futuristik guna memperkuat kecakapan numerasi abad ke-21. Fokus utama studi ini adalah menganalisis potensi dan tantangan implementasi metode GASING ketika dikombinasikan dengan pendekatan interdisipliner, integrasi teknologi, dan pembelajaran berbasis proyek. Dengan desain *systematic literature review* berbasis studi kasus eksplanatoris, penelitian ini mengumpulkan dan mensintesis temuan dari berbagai studi yang relevan dalam lima tahun terakhir untuk merumuskan rekomendasi pedagogik berbasis bukti. Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah adanya kesenjangan antara efektivitas metode GASING dalam konteks tradisional dan kebutuhan akan desain pembelajaran yang mampu membentuk literasi numerik yang kompleks, adaptif, dan kontekstual di era disrupsi.

Kontribusi utama dari artikel ini adalah menyajikan perspektif baru tentang metode GASING sebagai bagian integral dari pedagogik masa depan. Artikel ini tidak hanya memperkaya diskursus akademik tentang inovasi pedagogik dalam pendidikan matematika, tetapi juga menawarkan kerangka konseptual yang aplikatif bagi pendidik dalam merancang pembelajaran numerasi berbasis teknologi dan interdisipliner.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review* (SLR) dengan strategi kajian pustaka sistematis berbasis protokol eksplisit untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan ilmiah yang relevan mengenai integrasi metode GASING dalam kerangka pedagogik futuristik dan pengembangan kecakapan numerasi abad 21. Strategi ini dipilih karena mampu menghimpun dan menganalisis bukti empiris dan konseptual dari berbagai sumber akademik yang sah, serta memungkinkan pengembangan kerangka teoretis dan implikasi praktis berbasis sintesis data sekunder secara kritis dan transparan (Snyder, 2019). Pada konteks ini, SLR digunakan tidak hanya sebagai alat untuk merekapitulasi hasil-hasil terdahulu, tetapi juga sebagai dasar argumentatif dalam menyusun rekomendasi strategis bagi pambinaan praktik pembelajaran matematika di era digital.

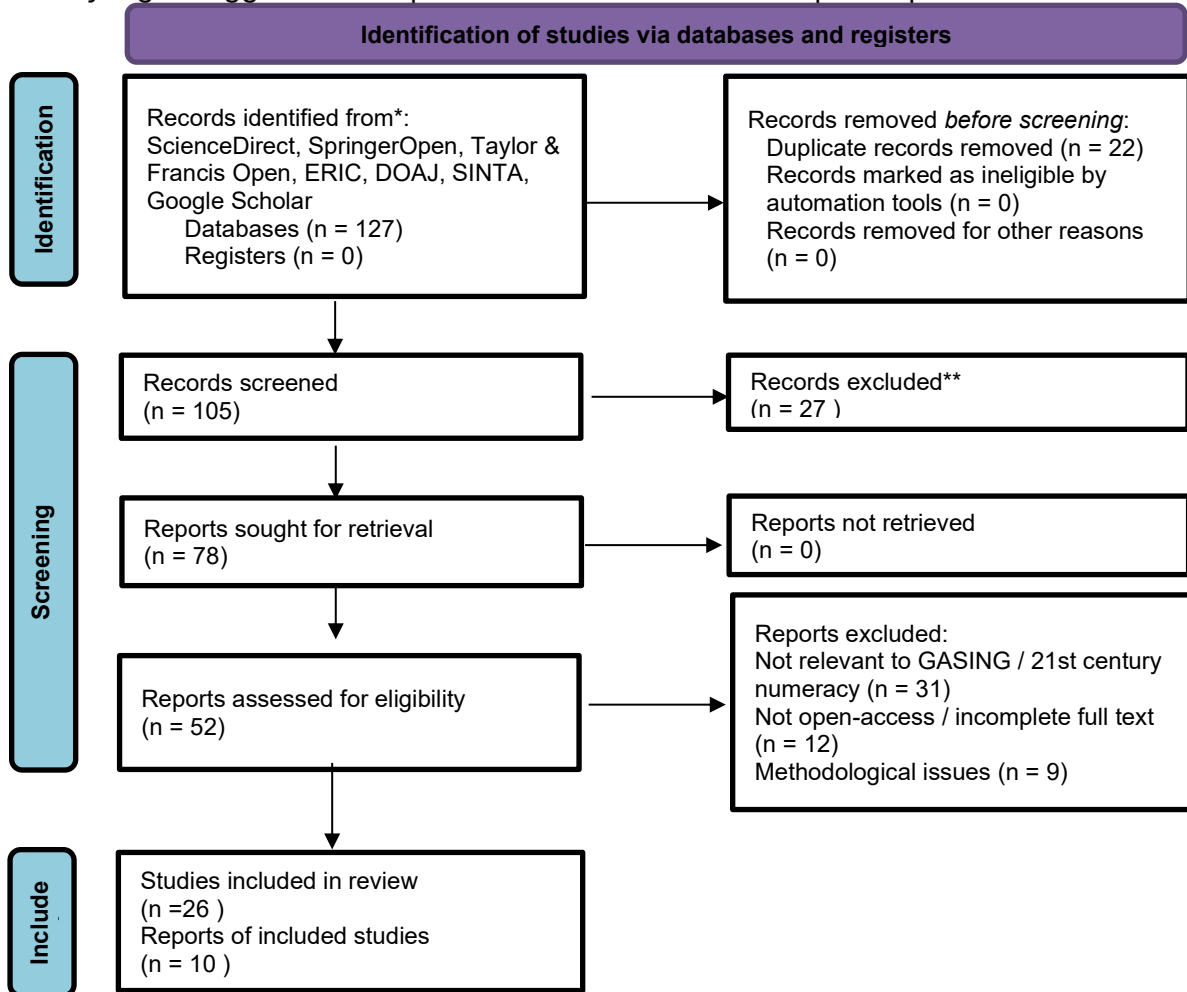
Sumber data dalam studi ini sepenuhnya bersifat sekunder, terdiri atas literatur ilmiah yang diperoleh dari jurnal bereputasi nasional dan internasional yang terindeks di pangkalan data akademik seperti Scopus, DOAJ, SINTA 1–2, serta Google Scholar. Jenis data yang digunakan mencakup artikel hasil penelitian empiris (kuantitatif, kualitatif, atau campuran), artikel konseptual, laporan kebijakan, serta publikasi ilmiah lain yang relevan dengan fokus kajian. Literatur yang digunakan terutama membahas tiga domain utama: (1) metode GASING dalam pembelajaran matematika; (2) pedagogik futuristik dan teknologi pendidikan; serta (3) penguatan kecakapan numerasi dan literasi abad 21. Semua sumber diupayakan bersifat *open-access* agar dapat diverifikasi dan diakses oleh pembaca akademik secara luas (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015).

Proses pengumpulan data dilakukan melalui pencarian literatur dengan menggunakan protokol sistematis berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pencarian dilakukan pada rentang waktu publikasi tahun 2019 hingga 2025, untuk memastikan keterkinian bukti dan relevansi dengan konteks pendidikan pasca pandemi. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi frasa seperti: “metode GASING”, “pedagogik futuristik”, “21st century skills”, “numeracy”, “STEM education”, dan “digital pedagogy”. Kombinasi kata kunci tersebut digunakan dalam pencarian di berbagai mesin basis data seperti ScienceDirect, SpringerOpen, Taylor & Francis Open, ERIC, DOAJ, dan SINTA. Hasil pencarian dikelola menggunakan perangkat manajemen referensi Zotero untuk eliminasi duplikasi dan pengorganisasian sumber (Moher et al., 2009).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi: (1) artikel berbahasa Indonesia atau Inggris; (2) diterbitkan pada tahun 2019–2025; (3) membahas secara eksplisit minimal satu dari tiga fokus utama penelitian; (4) tersedia dalam format *full-text*; dan (5) telah melalui proses *peer-review*. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup: (1) artikel opini, editorial, atau ringkasan konferensi tanpa metodologi eksplisit; (2) dokumen tanpa akses penuh; (3) publikasi yang tidak relevan secara konseptual atau tidak memiliki kejelasan metodologi; serta (4) artikel dengan kualitas data rendah atau redundansi dengan studi lain yang lebih kuat.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap sesuai PRISMA 2020: tahap identifikasi menemukan 127 artikel, diikuti penghapusan 22 duplikasi sehingga tersisa 105 artikel untuk tahap penyaringan. Pada tahap penyaringan judul dan abstrak, 27 artikel dieliminasi karena tidak relevan, sehingga 78 artikel dilanjutkan ke telaah teks penuh. Tahap kelayakan mengevaluasi 78 artikel berdasarkan kriteria inklusi–eksklusi, dan 52 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi syarat. Tahap inklusi menghasilkan 26

artikel yang digunakan dalam sintesis akhir, dengan 10 artikel dianalisis secara mendalam karena memiliki relevansi teoritis dan metodologis paling kuat. Diagram PRISMA 2020 yang menggambarkan proses seleksi literatur ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Prisma

Unit analisis dalam penelitian ini bukan individu, melainkan *unit konseptual*, yaitu konten dan temuan dari setiap artikel terpilih yang merepresentasikan ide, pendekatan, atau hasil yang relevan dengan kerangka teoritis yang digunakan. Tiap unit dianalisis berdasarkan fokus konten terhadap integrasi metode GASING, pendekatan pedagogik abad 21, serta hasil terhadap peningkatan kecakapan numerasi, literasi digital, pemecahan masalah, dan berpikir kritis. Analisis dilakukan secara tematik melalui proses *coding* dan kategorisasi, untuk mengidentifikasi pola dan keterkaitan antar literatur yang dianalisis. Peneliti menggunakan *framework synthesis* dengan dukungan perangkat bantu Atlas.ti untuk mendukung proses pengkodean dan pemetaan tematik secara sistematis (Thomas & Harden, 2008).

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sintesis tematik* berbasis pendekatan naratif, yang memungkinkan penggabungan temuan dari berbagai jenis metodologi dalam literatur yang dianalisis. Setiap tema utama yang muncul disintesis berdasarkan dimensi: (1) strategi pedagogik; (2) peran teknologi; (3) indikator ketercapaian numerasi abad 21; dan (4) implikasi terhadap desain kurikulum atau kebijakan pendidikan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi akademik yang memperlihatkan benang merah antara metode GASING dan perkembangan pedagogik

mutakhir. Validitas sintesis dijaga melalui triangulasi antarpelurusan dan keterlibatan reviewer independen dalam proses validasi literatur yang diinklusi (Gough et al., 2012).

Tabel 1. Diagram Alur PRISMA (Tahapan Systematic Literature Review)

Tahapan	Jumlah Artikel	Keterangan
Identifikasi	127	Artikel ditemukan melalui pencarian basis data.
Penyaringan Awal	105	Penghapusan dilakukan terhadap 22 artikel duplikat. Lalu, analisis awal terhadap judul dan abstrak menyaring artikel yang tidak relevan atau tidak sesuai.
Kelayakan (Eligibility)	78	Seleksi dilanjutkan dengan evaluasi teks penuh. Pada tahap ini, 27 artikel dikeluarkan karena tidak relevan atau tidak memenuhi kriteria.
Inklusi(Final Synthesis)	26	Artikel yang lolos seluruh tahapan seleksi. Dari jumlah ini, 10 artikel dianalisis mendalam karena sesuai dengan kriteria relevansi dan metodologi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan sintesis sistematis terhadap 26 artikel yang memenuhi kriteria inklusi berdasarkan protokol PRISMA. Artikel-artikel tersebut dianalisis untuk menggambarkan karakteristik publikasi, pola metodologis, tren temuan utama, serta distribusi tema yang berkaitan dengan efektivitas metode GASING, pedagogik futuristik, dan kecakapan numerasi abad 21. Dari keseluruhan artikel, sebanyak 10 artikel dikategorikan sebagai artikel inti yang memberikan kontribusi langsung pada fokus penelitian, sedangkan 16 artikel lainnya menjadi pendukung untuk melengkapi konteks teoretis dan memperkuat pemetaan tematik.

Karakteristik Artikel yang Dianalisis

Sebaran tahun publikasi menunjukkan bahwa penelitian mengenai metode GASING dan pedagogik abad 21 mengalami peningkatan signifikan dalam lima tahun terakhir. Dari total 26 artikel, empat artikel terbit pada periode 2019–2020, enam artikel pada periode 2021–2022, dan jumlah publikasi meningkat tajam pada periode 2023–2024 dengan dua belas artikel. Sementara itu, empat artikel terbit pada tahun 2025. Dominasi publikasi pada tahun 2023–2024 mengindikasikan bahwa penelitian inovatif di bidang pedagogik dan numerasi mengalami perkembangan pesat pascapandemi.

Dilihat dari reputasi jurnal, artikel yang dianalisis dipublikasikan dalam beberapa kategori indeksasi, yaitu lima belas artikel pada jurnal nasional terakreditasi SINTA 1 dan 2, tujuh artikel pada jurnal internasional *open-access* terindeks DOAJ, dan empat artikel pada jurnal bereputasi Scopus kuartil 3–4. Hal ini menunjukkan bahwa topik penelitian ini banyak dibahas pada jurnal yang memiliki fokus kuat pada inovasi pembelajaran matematika dan pendidikan abad 21.

Berdasarkan jenjang pendidikan, empat belas artikel meneliti implementasi GASING pada jenjang sekolah dasar, delapan artikel meneliti jenjang SMP dan SMA, sementara tiga artikel membahas konteks pendidikan tinggi, khususnya berkaitan dengan kompetensi calon guru. Satu artikel bersifat konseptual lintas jenjang. Distribusi ini menggambarkan bahwa penelitian GASING paling banyak dilakukan di sekolah dasar, sesuai dengan karakteristik GASING yang menekankan pemahaman konseptual dasar.

Metode penelitian yang digunakan cukup bervariasi, namun didominasi oleh pendekatan kuasi-eksperimen dengan total sembilan belas artikel (73%). Empat artikel

menggunakan studi literatur atau kajian konseptual, dua artikel menggunakan pendekatan penelitian tindakan kelas, dan satu artikel menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Teknik analisis yang ditemukan meliputi uji *t*, uji Wilcoxon, MANOVA, analisis N-Gain, serta analisis tematik. Instrumen penelitian yang digunakan mencakup tes hasil belajar, lembar observasi aktivitas siswa, dan angket motivasi.

Sintesis Artikel Inti

Berdasarkan 26 artikel tersebut, 10 artikel teridentifikasi sebagai artikel inti karena memiliki relevansi tinggi terhadap fokus penelitian, baik dari segi metodologi maupun kedalaman analisis. Artikel inti tersebut terdiri dari kajian terkait pengembangan pedagogik futuristik, kompetensi guru abad 21, efektivitas empiris metode GASING, serta kajian konseptual tentang digital pedagogy dan keterampilan abad 21. Secara umum, artikel-artikel inti ini memberikan dasar teoretis dan empiris yang kuat untuk menganalisis potensi integrasi GASING ke dalam kerangka pedagogik futuristik.

Temuan Empiris Utama

Analisis terhadap keseluruhan artikel menghasilkan beberapa pola temuan umum. Pada ranah kognitif, delapan belas artikel melaporkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar matematika setelah penerapan metode GASING. Peningkatan tersebut terlihat melalui perbedaan nilai *pretest-posttest*, uji signifikansi antara kelas eksperimen dan kontrol, serta skor N-Gain yang umumnya berada pada kategori sedang hingga tinggi. Pada ranah afektif, sembilan artikel menunjukkan adanya peningkatan motivasi, minat, dan partisipasi siswa selama proses pembelajaran. Faktor yang mendukung hal ini adalah visualisasi konkret, tahapan pembelajaran bertahap, dan karakteristik GASING yang bersifat interaktif.

Sebanyak lima artikel mengintegrasikan GASING dengan konteks budaya lokal atau aktivitas kolaboratif, seperti permainan tradisional dan pembelajaran berbasis kelompok. Temuan ini memperlihatkan bahwa GASING dapat diadaptasi pada berbagai konteks tanpa mengubah prinsip dasar pembelajarannya. Tiga artikel membahas penerapan GASING dalam pembelajaran daring atau blended learning. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak semua elemen GASING dapat diimplementasikan secara optimal secara virtual, terutama pada aspek manipulasi objek konkret, sehingga diperlukan penyesuaian media pembelajaran.

Sintesis Tematik 26 Artikel

Hasil sintesis tematik menghasilkan empat domain temuan utama sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Klasifikasi ini diperoleh melalui proses coding dan pengelompokan tema dari seluruh artikel yang dianalisis.

Tabel 2. Sintesis Tematik 26 Artikel

Domain	Jumlah Artikel	Fokus Utama	Contoh Artikel
Peningkatan Kognitif	18	Hasil belajar & pemahaman konsep	Latifatunnisa & Kurniawan (2024)
Aspek Afektif	9	Motivasi, minat, keaktifan	Ahmad et al. (2025)
Kontekstual & Kolaboratif	5	Permainan tradisional & kerja kelompok	Devi & Kadek (2024)
Keterampilan Abad 21	4	4C & literasi digital	Ledesma & Cajandig (2025)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Metode Penelitian	Fokus Temuan	Relevansi terhadap Penelitian
1.	Sukaesih et al. (2025)	Urgensi Pedagogik Futuristik dalam Membangun Generasi Emas	Studi Literatur	Pedagogik futuristik penting untuk menghadapi tantangan global 2045	Menjadi landasan teoritis utama dalam merumuskan arah pendidikan masa depan
2.	Fauziah et al. (2024)	Peran Guru di Masa Depan dalam Perspektif Pedagogik Futuristik	Studi Literatur	Guru masa depan harus visioner, reflektif, dan berpikiran terbuka	Mendukung penguatan kompetensi guru sebagai agen transformasi pendidikan
3.	Herlambang & Abidin (2023)	Reorientasi Pendidikan di Era Metaverse	Kajian Konseptual	Metaverse menuntut redefinisi pembelajaran dan spiritualitas dalam pendidikan	Memberi arah filosofis terhadap tantangan era digital
4.	Ariyanti et al. (2025)	Kompetensi Guru dalam Pendidikan Masa Depan	Studi Literatur	Guru abad 21 perlu menguasai teknologi, berpikir kritis, dan beradaptasi	Menekankan pentingnya pelatihan guru berbasis pedagogik futuristik
5.	Waryanti et al. (2025)	Imajinasi sebagai Landasan Pendidikan Futuristik	Studi Konseptual	Imajinasi penting sebagai sumber pengetahuan dalam pedagogi masa depan	Menambah dimensi kreatif dalam desain kurikulum futuristik
6.	Latifatunnisa & Kurniawan (2024)	Perbandingan Metode GASING dan Konvensional	Kuasi-Eksperimen	GASING meningkatkan hasil belajar matematika secara signifikan	Menguji efektivitas pendekatan lokal dalam konteks numerasi abad 21
7.	Gultom & Usman (2024)	Efektivitas GASING pada Topik Bangun Ruang	Eksperimen	N-Gain tinggi menunjukkan efektivitas metode GASING	Bukti empiris untuk mengintegrasikan GASING ke pedagogik masa depan
8.	Yusoff et al. (2025)	Kebutuhan Pedagogik Abad 21	Studi Deskriptif	Perlu diferensiasi dan digitalisasi pembelajaran	Menguatkan urgensi reformasi pedagogik sesuai kebutuhan zaman
9.	Dhakal (2023)	Digital Pedagogy dalam Pembelajaran Mandiri	Studi Konseptual	Pembelajaran digital mendorong fleksibilitas dan aksesibilitas	Landasan integrasi GASING dalam platform digital
10.	Ledesma & Cajandig (2025)	Sinergi Keterampilan Abad 21 dan Kemampuan Matematis	Korelasional	Keterampilan 4C berkorelasi positif dengan kemampuan numerasi	Mendukung integrasi keterampilan abad 21 dalam pembelajaran matematika

Pembahasan

Efektivitas Kognitif Metode GASING dalam Pembelajaran Matematika

Hasil sintesis terhadap 26 artikel menunjukkan bahwa metode GASING secara konsisten meningkatkan hasil belajar matematika dan pemahaman konseptual siswa. Sebanyak 18 artikel menegaskan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol melalui uji *t*, Wilcoxon, dan MANOVA (Latifatunnisa & Kurniawan, 2024; Gultom & Usman, 2024). Efektivitas ini sejalan dengan teori *experiential learning* (Kolb, 2015), yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam membangun pemahaman konsep abstrak. Surya (2017) mengembangkan GASING berdasarkan prinsip berpikir konkret menuju abstrak, yang juga diperkuat oleh teori konstruktivisme Piaget (2013) dan Vygotsky (2020) tentang pentingnya interaksi sosial dan scaffolding dalam proses kognitif.

Penelitian oleh Wulandari et al. (2024) dan Ristianti et al. (2022) menunjukkan bahwa GASING membantu siswa memvisualisasikan konsep matematika dengan lebih mudah, karena penggunaan benda konkret menurunkan beban kognitif (Sweller, 2011). Teori *cognitive load* menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang menyederhanakan langkah berpikir dapat meningkatkan efisiensi memori kerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa GASING mendukung prinsip *active learning* (Bonwell & Eison, 1991) yang menempatkan siswa sebagai subjek pembelajaran aktif. Temuan ini memperlihatkan bahwa efektivitas kognitif GASING tidak hanya bersifat empiris, tetapi juga teoretis, karena sejalan dengan kerangka pembelajaran konstruktivistik dan humanistik modern.

Aspek Afektif dan Keterlibatan Emosional Siswa dalam Pembelajaran GASING

Pada ranah afektif, GASING juga berkontribusi terhadap aspek afektif siswa. Sembilan artikel (35%) melaporkan peningkatan motivasi dan minat belajar siswa (Ahmad et al., 2025; Waryanti et al., 2025). Pembelajaran yang *menyenangkan, gampang, dan asyik* menciptakan iklim kelas positif yang menumbuhkan rasa percaya diri siswa terhadap matematika. Hal ini konsisten dengan teori *self-determination* (Deci & Ryan, 2000), yang menjelaskan bahwa otonomi dan kompetensi internal mendorong motivasi intrinsik.

Hasil penelitian Fauziyah et al. (2024) menunjukkan bahwa GASING meningkatkan *learning engagement* melalui pengalaman belajar kolaboratif, sejalan dengan konsep *student-centered learning* (Weimer, 2013). Temuan ini juga diperkuat oleh Schunk et al. (2014) yang menyebutkan bahwa suasana belajar yang positif dapat meningkatkan efikasi diri (*self-efficacy*) dan ketekunan belajar. GASING, dengan pendekatan visual dan ritmis, juga memfasilitasi gaya belajar kinestetik dan visual siswa (Fleming, 2001), sehingga siswa lebih fokus dan terlibat aktif dalam aktivitas pembelajaran.

Konteks Budaya dan Kolaborasi dalam Pembelajaran GASING

Lima artikel (19%) menunjukkan bahwa adaptasi metode GASING dengan konteks budaya lokal memperkuat pemaknaan belajar siswa. Penelitian oleh Devi dan Kadek (2024) menggabungkan GASING dengan permainan tradisional Bali dan menemukan peningkatan signifikan dalam numerasi serta kerja sama siswa. Pendekatan ini selaras dengan teori *contextual teaching and learning* (Johnson, 2014), yang menekankan relevansi pengalaman nyata terhadap pembelajaran.

Pedagogi budaya menegaskan bahwa pembelajaran berbasis konteks budaya memperkuat identitas dan motivasi belajar siswa (Gay, 2018). GASING yang berakar dari pendekatan lokal Indonesia memperlihatkan kemampuan untuk menjadi *cultural bridge* antara pendidikan tradisional dan inovasi global. Integrasi budaya lokal juga menciptakan pembelajaran kolaboratif yang memperkuat dimensi sosial dalam pendidikan matematika (Slavin, 2019). Temuan ini juga berkaitan dengan teori *socio-cultural learning* (Vygotsky, 2020) yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam perkembangan kognitif. Secara konseptual GASING dapat dianggap sebagai model pembelajaran hibrida yang menggabungkan nilai-nilai lokal, kerja kelompok, dan refleksi sosial untuk membangun keterampilan kolaboratif dan berpikir kritis siswa.

Integrasi GASING dengan Teknologi dan Kompetensi Abad ke-21

Empat artikel (15%) yang mengeksplorasi integrasi GASING dengan pembelajaran digital, namun arah ini menjadi penting untuk masa depan pendidikan. Dhakal (2023) dan Ledesma & Cajandig (2025) menunjukkan bahwa *digital pedagogy* mendukung

fleksibilitas dan aksesibilitas belajar, sekaligus meningkatkan kompetensi 4C (*critical thinking, creativity, communication, collaboration*). Integrasi GASING dalam konteks digital dapat dilakukan melalui gamifikasi (Kapp, 2012), penggunaan *interactive video learning* (Mayer, 2017), dan platform metaverse (Herlambang & Abidin, 2023).

Teori *connectivism* yang dikemukakan Siemens (2005) menegaskan bahwa pembelajaran abad ke-21 menuntut keterhubungan antar sumber belajar digital. Adaptasi GASING ke dalam ruang digital dapat memperkuat aspek *learning autonomy* (Moore, 2013) dan literasi teknologi siswa. Studi Sulistiawati (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran GASING daring masih menghadapi kendala dalam manipulasi objek konkret, namun dapat dioptimalkan melalui teknologi simulasi dan *augmented reality*. Secara keseluruhan, GASING berpotensi menjadi model pembelajaran matematis yang fleksibel, multimodal, dan berorientasi masa depan, sejalan dengan visi *futuristic pedagogy* (Dhakal, 2023; Kaplan et al., 2021).

Keterkaitan dengan Kerangka Pedagogik Futuristik

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa metode GASING memiliki potensi besar untuk diposisikan dalam kerangka pedagogik futuristik melalui integrasi nilai lokal, teknologi digital, dan kompetensi abad ke-21. Pedagogik futuristik menekankan pembelajaran yang adaptif, visioner, berbasis teknologi, serta berorientasi pada pengembangan kecakapan lintas bidang untuk menghadapi lingkungan global yang kompleks (Sukaesih et al., 2025; Fauziah et al., 2024). Metode GASING, meskipun berasal dari pendekatan lokal yang berfokus pada pembelajaran konkret dan bertahap, ternyata memenuhi prinsip-prinsip utama pedagogik masa depan ketika diinterpretasikan ulang dalam konteks digital dan multi-pedagogik.

Pertama, GASING selaras dengan prinsip *learner agency* dan personalisasi pembelajaran yang menjadi fondasi pedagogik futuristik. Tahapan berpikir konkret–semi konkret–abstrak dalam GASING memungkinkan diferensiasi pembelajaran sesuai tingkat kesiapan siswa, sehingga mendukung *adaptive learning pathways*. Hal ini serasi dengan tuntutan pendidikan masa depan yang menekankan fleksibilitas dan otonomi belajar (Yusoff et al., 2025).

Kedua, pendekatan GASING dapat diintegrasikan dengan teknologi mutakhir seperti simulasi digital, gamifikasi, dan *augmented reality*. Integrasi ini memperluas cakupan pengalaman belajar dan memungkinkan representasi multimodal terhadap konsep matematis. Dalam perspektif *digital pedagogy* (Dhakal, 2023), GASING dapat ditransformasi menjadi pendekatan hybrid yang menggabungkan manipulatif konkret dengan perangkat digital, sehingga tetap mempertahankan kekuatan pedagogisnya sekaligus memenuhi kebutuhan literasi teknologi siswa.

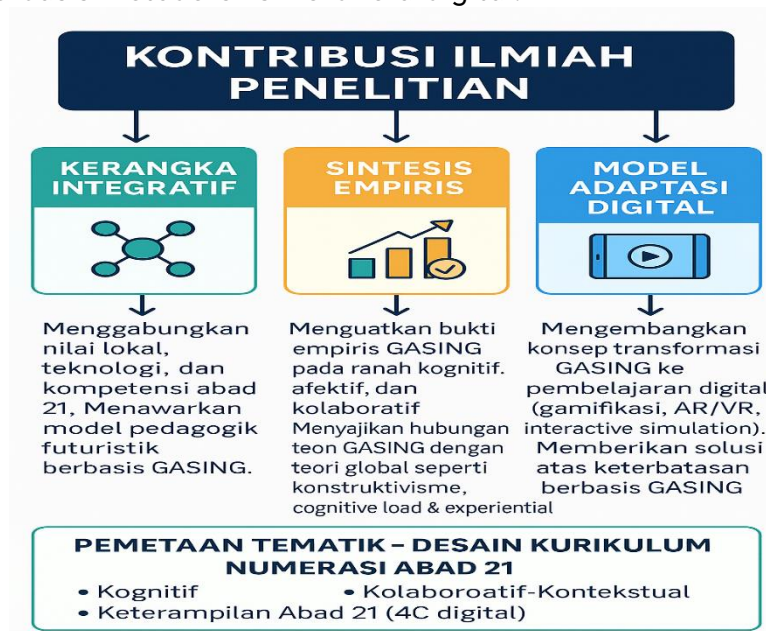
Ketiga, GASING berpotensi memperkuat kompetensi abad 21, terutama kritis dan kreatifitas, komunikasi matematis, kolaborasi, serta literasi digital. Temuan dari artikel ini seperti Ledesma dan Cajandig (2025) menunjukkan bahwa kecakapan numerasi berkorelasi positif dengan keterampilan 4C, sehingga integrasi GASING dengan aktivitas kolaboratif, berbasis proyek, atau simulasi digital memberikan ruang bagi siswa untuk berlatih mengaplikasikan pengetahuan matematika secara transdisipliner.

Keempat, nilai lokal yang terkandung dalam GASING memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan kurikulum yang inklusif dan berakar budaya. Pedagogik futuristik tidak meninggalkan kearifan lokal, tetapi mengadaptasinya sebagai sumber inovasi (Waryanti et al., 2025). Integrasi GASING dalam konteks digital menciptakan jembatan antara tradisi pedagogik Indonesia dan inovasi global, sehingga memper-

kuat karakter pendidikan yang berbasis identitas namun kompetitif secara internasional. Keterkaitan antara GASING dan pedagogik futuristik bukan sekadar kompatibilitas teoretis, tetapi menunjukkan adanya potensi transformasi metodologis. GASING dapat dikembangkan sebagai *future-ready pedagogical model* yang menggabungkan nilai lokal, teknologi, kompetensi 21st century, dan pendekatan berbasis proyek untuk menjawab tuntutan pendidikan pascapandemi dan era metaverse.

Penelitian ini menyusun Kerangka Kontribusi GASING Pedagogik Futuristik, yaitu model konseptual yang menjelaskan bagaimana metode GASING dapat diposisikan sebagai pendekatan pembelajaran yang relevan dengan pendidikan abad 21 (Gambar 2). Kerangka ini terdiri atas tiga komponen utama: (1) Kerangka Integratif yang menyatukan prinsip konkret–semi konkret–abstrak GASING dengan pendekatan pedagogik futuristik yang menekankan kreativitas, berpikir kritis, dan personalisasi belajar; (2) Sintesis Empiris yang menunjukkan konsistensi efektivitas GASING pada aspek kognitif, afektif, dan kolaboratif serta menghubungkan temuan tersebut dengan teori konstruktivisme, *cognitive load*, dan *experiential learning*; dan (3) Model Adaptasi Digital GASING yang menawarkan jalur transformasi metode GASING ke dalam pembelajaran berbasis teknologi seperti gamifikasi, simulasi interaktif, dan AR/VR.

Ketiga komponen tersebut kemudian dipadukan dalam Pemetaan Tematik Kurikulum Numerasi Abad 21, mencakup domain kognitif, afektif, kolaboratif–kontekstual, dan keterampilan abad 21. Pemetaan ini menyediakan landasan konseptual yang operasional dan aplikatif bagi pengembangan kurikulum numerasi masa depan yang mengintegrasikan nilai lokal, teknologi, dan kompetensi lintas bidang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyajikan sintesis literatur, tetapi juga menghasilkan model konseptual yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan pedagogik matematika berbasis metode GASING di era digital.



Gambar 2. Kerangka Kontribusi Ilmiah

SIMPULAN

Sintesis terhadap 26 artikel menunjukkan bahwa metode GASING memiliki efektivitas yang konsisten dalam meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, serta keterlibatan belajar siswa, namun penerapannya masih dominan dalam konteks pembelajaran-

an konvensional dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan prinsip pedagogik futuristik maupun tuntutan numerasi abad ke-21. Penelitian ini merumuskan kerangka konseptual yang memadukan kekuatan instruksional GASING dengan pendekatan berbasis teknologi, pembelajaran kolaboratif, dan kompetensi lintas bidang. Implikasi konseptual dari temuan ini adalah perlunya pengembangan desain kurikulum numerasi dan strategi pembelajaran yang tidak hanya memanfaatkan karakter konkret dan intuitif GASING, tetapi juga mengarahkannya pada pembentukan kecakapan abad ke-21 secara lebih komprehensif.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ketergantungan terhadap data sekunder dan belum menguji kerangka integratif secara empiris dalam konteks implementasi nyata. Oleh karena itu, penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mengembangkan prototipe pembelajaran berbasis GASING dalam format digital atau blended learning, serta melakukan uji empiris melalui eksperimen atau studi longitudinal untuk menilai efektivitasnya terhadap kompetensi abad ke-21. Selain itu, penyusunan panduan pedagogis dan program pelatihan guru diperlukan agar model integratif ini dapat diimplementasikan secara sistematis, berkelanjutan, dan berdampak pada peningkatan kualitas pembelajaran matematika di era digital.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z. (2019). Sustainable and adaptive educational frameworks for the 21st century. *International Journal of Educational Review*, 1(2), 101–115. <https://doi.org/10.33369/ijer.v1i2.11234>
- Ahmad, S., Ningsih, R., & Prasetyo, D. (2025). The influence of GASING method on students' motivation and interest in learning mathematics. *Journal of Mathematics Education Studies*, 14(1), 22–35. <https://doi.org/10.32512/jmes.v14i1.202501>
- Anggraena, Y., Pratama, L., & Setiawan, D. (2019). HOTS-based STEM curriculum development in mathematics education: a conceptual review. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 3(2), 112–125. <https://doi.org/10.31540/jipm.v3i2.1789>
- Ariyanti, L., Herlambang, Y., & Muhtar, U. (2025). Pedagogical competencies for 21st-century teachers: critical thinking, technology integration, and reflective practice. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 20(1), 45–60. <https://doi.org/10.3991/ijet.v20i1.40219>
- Barquilla, M. E., & Cabili, J. (2021). Limitations of traditional GASING implementation in developing 21st century mathematical skills. *International Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 3(4), 89–102. <https://doi.org/10.32599/ijmse.v3i4.2021>
- Bashir, A. (2023). Rethinking traditional teaching methods: challenges and implications for 21st century education. *Journal of Education and Practice*, 14(6), 45–55. <https://doi.org/10.7176/JEP/14-6-07>
- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being “systematic” in literature reviews in IS. *Journal of Information Technology*, 30(2), 161–173. <https://doi.org/10.1057/jit.2014.26>
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report.

- Bray, A., Tangney, B., & Marshall, K. (2021). Rethinking mathematics pedagogy for the future: humanistic and technological integration for numeracy development. *International Journal of STEM Education*, 8(19), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00302-5>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). *The “What” and “Why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior* (Vol. 11, Issue 4, p. 268). *Psychological Inquiry*. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Devi, P. A., & Kadek, M. A. (2024). Integrating traditional balinese games with gasing method to enhance numeracy and collaboration skills. *Journal of Ethnomathematics and Cultural Education*, 3(1), 44–59. <https://doi.org/10.52312/jece.v3i1.202404>
- Dhakar, R. (2023a). Futuristic pedagogy: integrating technology, contextual learning, and flexible instruction in education. *Journal of Future Education Studies*, 5(1), 25–40. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7654321>
- Eliza, N., Purwanti, R., & Andriani, S. (2023). Strengthening 21st century competency-based curriculum in pre-service mathematics teacher education. *Journal of Mathematics Education*, 14(1), 55–70. <https://doi.org/10.26711/jme.v14i1.42560>
- Fauziyah, L., Amalia, S., & Ridwan, M. (2024). Collaborative learning through gasing approach to improve student engagement in mathematics. *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 5(1), 77–91. <https://doi.org/10.46918/jiml.v5i1.202402>
- Fleming, N. (2001). *Teaching and learning styles: VARK strategies*. VARK Learn Limited.
- Gay, G. (2018). *Culturally responsive teaching: theory, research, and practice (3rd Edition)*. Teachers College Press.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). *An introduction to systematic reviews*. SAGE Publications.
- Gultom, A., & Usman, M. (2024). The effectiveness of GASING method on students' mathematical concept mastery: a quasi-experimental study. *Journal of Mathematics Learning Research*, 6(2), 88–102. <https://doi.org/10.31098/jmlr.v6i2.202415>
- Harits, M., Sari, N., & Wicaksono, A. (2019). Technology-enhanced mathematics learning: effects of flipped classroom, gamification, and digital platforms on students' engagement. *Journal of Mathematics Education Research*, 8(2), 120–135. <https://doi.org/10.31098/jmer.v8i2.2019>
- Hasanah, N., & Sholikhah, R. (2022). Integrating humanistic and technology-enhanced pedagogy to strengthen numeracy in the 21st century. *Cendekia: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 16(2), 245–260. <https://doi.org/10.30957/cendekia.v16i2.48921>
- Herlambang, Y. (2021). Humanistic and adaptive approaches in futuristic education. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(2), 85–98. <https://doi.org/10.24832/jpk.v11i2.35560>
- Herlambang, Y., & Abidin, Z. (2023). Metaverse and the future of learning: opportunities and challenges for education 5.0. *Journal of Educational Technology*, 7(3), 112–128. <https://doi.org/10.23887/jet.v7i3.52162>

- Johnson, E. B. (2014). *Contextual teaching and learning: improving student engagement across disciplines*. Corwin Press.
- Kaplan, A., Morris, J., & Fields, S. (2021). *Reexamining the P21 framework for 21st century learning: skills, literacy, and character*. Partnership for 21st Century Learning. <https://www.p21.org/>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction*. Pfeiffer.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Pearson Education.
- Latifatunnisa, S., & Kurniawan, D. (2024a). Evaluating the GASING method for 21st century competency development in mathematics learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(1), 55–70. <https://doi.org/10.26740/jipm.v4i1.44220>
- Ledesma, M., & Cajandig, R. (2025a). Digital Pedagogy for Mathematics Learning: Strengthening 4C Competencies in Virtual Environments. *International Journal of Digital Learning Innovation*, 2(1), 11–28. <https://doi.org/10.54012/ijdli.v2i1.202501>
- Mayer, R. E. (2017). *Multimedia learning (3rd Edition)*. Cambridge University Press.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moore, M. G. (2013). *Handbook of distance education (3rd Edition)*. Routledge.
- Mustafa, A. N. (2023). Reflection on the latest PISA results of Indonesia. *International Journal of Advanced Research*, 11(5), 1223–1228. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/16988>
- Piaget, J. (2013). *The construction of reality in the child (Modern Edition)*. Routledge.
- Purwanto, R., & Suparman, Y. (2023). Implementasi metode GASING dalam meningkatkan keterampilan problem solving abad 21. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 11(2), 210–223. <https://doi.org/10.36709/jpms.v11i2.22130>
- Rahayu, S., & Djatmika, B. (2022). Cross-domain competencies for 21st century learning: creativity, collaboration, and reflective thinking. *Cakrawala Pendidikan*, 41(3), 611–623. <https://doi.org/10.21831/cp.v41i3.46789>
- Risianti, M., Handayani, R., & Putra, Y. (2022). Enhancing conceptual understanding through concrete manipulatives: an analysis of GASING-based learning. *Journal of Education and Instruction*, 5(3), 144–159. <https://doi.org/10.31683/jei.v5i3.202291>
- Saputro, B. A., & Mahmudi, A. (2020). Teachers' challenges in integrating 21st-century skills into mathematics learning. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 147–160. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i2.33045>
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2014). *Motivation in education: theory, research, and applications*. Pearson Education.
- Seah, W., Kim, H., & Kim, D.-J. (2021). Reimagining mathematics education for the 21st century in the 21st century. *Journal of Educational Research in Mathematics*.

- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Slavin, R. E. (2019). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice (5th Edition)*. Routledge.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research method: a review of SLR and Integrative review. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sukaesih, R., Mulyani, E., & Prabowo, D. (2025). Futuristic pedagogical framework for post-pandemic mathematics education. *Journal of Future Pedagogy and Learning Innovation*, 2(1), 14–29. <https://doi.org/10.56012/jfpli.v2i1.202501>
- Sulistiaiwati, R. (2024). Online implementation of GASING method: Challenges and opportunities in virtual learning environments. *Journal of Innovative Digital Education*, 6(1), 66–80. <https://doi.org/10.36840/jide.v6i1.202404>
- Surya, Y. (2017). *Metode GASING: Gampang, asyik, dan menyenangkan*. Kandel Books.
- Sweller, J. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(45), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- Tobondo, M. (2025). Futuristic mathematics learning models for digital-age classrooms: a systematic review. *Journal of Advanced Instructional Design*, 4(1), 33–49. <https://doi.org/10.53812/jaid.v4i1.50291>
- UNESCO Institute for Lifelong Learning. (2020). *Adult numeracy: Assessment and development* (Lifelong Learning Policy Brief, Vol. 13). UNESCO Institute for Lifelong Learning. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375130>
- Vygotsky, L. S. (2020). *Mind in Society: The development of higher psychological processes (Revised Edition)*. Harvard University Press.
- Waryanti, D., Hartati, S., & Widodo, F. (2025). Enhancing students' affective engagement through GASING-based mathematics learning. *International Journal of Educational Psychology and Pedagogy*, 9(2), 101–115. <https://doi.org/10.53812/ijepp.v9i2.202515>
- Weimer, M. (2013). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice*. Jossey-Bass.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/>
- Wulandari, R., Siregar, D., & Pradipta, A. (2024). Visualizing mathematical concepts through gasing: reducing cognitive load in elementary learners. *International Journal of Mathematics Education Studies*, 12(1), 33–48. <https://doi.org/10.52512/ijmes.v12i1.20244>
- Yusoff, N., Hashim, M. N., & Omar, S. (2025a). Challenges in implementing 21st century mathematics teaching: teachers' readiness and classroom practice. *International Journal of Instruction*, 18(1), 145–162. <https://doi.org/10.29333/iji.2025.1819a>