

Literasi matematika untuk pembangunan berkelanjutan: Kerangka kerja untuk mengintegrasikan SDGs PBB dalam pendidikan matematika

Rista Faradila¹, Nursalam^{2*}, Andi Kusumayanti²

¹ Mahasiswa Pendidikan Matematika, FTK, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar

² Dosen Pendidikan Matematika, FTK, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar

nursalam_ftk@uin-alauddin.ac.id

Diterima: 23-10-2025; Direvisi: 18-12-2025; Dipublikasi: 30-12-2025

Abstract

This study aims to analyze the integration of Mathematical Literacy and the Sustainable Development Goals (SDGs) in mathematics education using a Systematic Literature Review (SLR) approach. The emphasis is on how mathematics learning can support sustainable development by improving higher-order thinking skills. A total of 43 scientific articles published between 2020 and 2025 were collected from Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, and Taylor & Francis Online, then analyzed thematically using content analysis. The SLR process followed the PRISMA protocol consisting of four steps: identification, screening, eligibility evaluation, and inclusion. Inclusion criteria included articles discussing the integration of SDGs or Education for Sustainable Development (ESD) in the context of mathematics education, indexed in Scopus, and in English. The results of the study show that there are five main themes: the role of teachers as key agents of transformation, mathematics curriculum: gaps and opportunities, the role of technology and digital innovation in the learning process, affective and well-being approaches to learning, and interdisciplinary collaboration for transformative learning. The integration of SDGs is currently still limited, but has great potential if supported by ESD-based teacher training, adaptive curriculum, and the use of innovative learning technology to build students' social and ecological awareness.

Keywords: mathematics literacy; SDGs; mathematics education; sustainability; ESD; contextual learning

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi Literasi Matematika dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dalam pendidikan matematika menggunakan pendekatan Tinjauan Pustaka Sistematis (Systematic Literature Review/SLR). Penekanannya adalah pada cara pembelajaran matematika dapat mendukung pembangunan berkelanjutan melalui peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Sebanyak 43 artikel ilmiah yang diterbitkan antara 2020–2025 dikumpulkan dari Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Taylor & Francis Online, kemudian dianalisis secara tematik dengan menggunakan analisis konten. Proses SLR mengikuti protokol PRISMA yang terdiri dari empat langkah: identifikasi, penyaringan, evaluasi kelayakan, dan inklusi. Kriteria inklusi mencakup artikel yang membahas pengintegrasian SDGs atau Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) dalam konteks pendidikan matematika, terindeks di Scopus, serta dalam bahasa Inggris. Hasil penelitian menunjukkan

terdapat lima tema utama: peran guru sebagai agen kunci transformasi, kurikulum matematika: kesenjangan dan peluang, peran teknologi dan inovasi digital dalam proses pembelajaran, pendekatan afektif dan kesejahteraan dalam belajar, serta kolaborasi antar disiplin untuk pembelajaran yang transformatif. Integrasi SDGs saat ini masih terbatas, tetapi memiliki potensi besar jika didukung dengan pelatihan guru berdasarkan ESD, kurikulum yang adaptif, dan pemanfaatan teknologi pembelajaran yang inovatif untuk membangun kesadaran sosial dan ekologis siswa.

Kata Kunci: literasi matematika, SDGs, pendidikan matematika, keberlanjutan, ESD, pembelajaran kontekstual

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 ditandai oleh kebutuhan mendesak untuk menyiapkan generasi muda tidak hanya dengan kemampuan akademik, tetapi juga dengan keterampilan hidup yang relevan dalam menghadapi tantangan global seperti krisis iklim, ketimpangan sosial, dan degradasi lingkungan. Dalam konteks ini, pendidikan berperan sebagai agen transformatif yang tidak hanya membentuk kompetensi intelektual, tetapi juga kesadaran etis, tanggung jawab kolektif, dan kepedulian sosial.

Perserikatan Bangsa-Bangsa melalui *Sustainable Development Goals (SDGs)* menempatkan pendidikan sebagai pilar fundamental dalam agenda pembangunan global. SDG 4 secara eksplisit menyerukan pendidikan yang berkualitas, inklusif, dan berkeadilan, serta pembelajaran sepanjang hayat sebagai dasar pembentukan masyarakat berkelanjutan. Namun, tantangan utama terletak pada bagaimana mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan ke dalam kurikulum yang sering kali masih terfokus pada konten kognitif semata (Kolawole & Temilade, 2025; Said dkk., 2024).

Matematika sebagai disiplin inti memiliki peran strategis dalam membentuk *mathematical literacy* kemampuan menggunakan matematika untuk memahami dan merespons isu dunia nyata. Literasi ini bukan hanya tentang keterampilan berhitung, tetapi juga tentang bagaimana matematika dapat digunakan untuk mengevaluasi grafik suhu global, menginterpretasi statistik ketimpangan, atau memodelkan dampak ekonomi dari perubahan iklim (Bulut & Borrromeo Ferri, 2025; Vásquez dkk., 2023). Konteks ini memperkuat pentingnya integrasi SDGs ke dalam pembelajaran matematika sebagai jalan untuk menanamkan pemikiran kritis dan kesadaran keberlanjutan sejak dini.

Penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Education for Sustainable Development (ESD)* dalam pendidikan matematika dapat membentuk siswa yang peka terhadap isu sosial dan lingkungan, serta memiliki kemampuan bernalar secara sistemik (Araneo, 2024; Demirci dkk., 2024). Namun, implementasi integrasi ini membutuhkan kerangka kerja yang mampu menjembatani antara kompetensi matematika dan nilai-nilai keberlanjutan, termasuk keadilan sosial, etika ekologis, dan keberpihakan terhadap kelompok rentan.

Dalam realisasi kerangka ini, peran guru sangat sentral. Mereka bukan sekadar pengajar konten, tetapi fasilitator pemikiran reflektif dan agen perubahan sosial. Pelatihan guru berbasis pedagogi kritis dan interdisipliner yang mendorong mereka untuk mengaitkan topik-topik matematika dengan isu-isu global, seperti ketahanan energi, ketimpangan gender, dan kemiskinan. Selain itu, kesiapan sistem pendidikan, termasuk penyesuaian kurikulum dan dukungan digital, menjadi faktor penentu dalam keberhasilan integrasi SDGs (Adisa dkk., 2024; Andersen dkk., 2024).

Penggunaan teknologi dan kecerdasan buatan juga membuka peluang baru untuk memperluas akses terhadap pembelajaran kontekstual yang mengaitkan data dunia nyata dengan keterampilan matematika. Misalnya, penggunaan dataset energi terbarukan, simulasi perubahan iklim, atau model perkotaan berkelanjutan dapat digunakan dalam konteks pembelajaran fungsi, statistika, dan pemodelan matematika (Awogbemi dkk., 2024; Epifanio dkk., 2023; Mondejar dkk., 2021).

Dengan demikian, walaupun berbagai usaha telah dilakukan, masih ada celah penelitian (research gap) yang besar. Pertama, masih sedikit penelitian yang secara sistematis merangkum hubungan antara literasi matematika dan SDGs dalam konteks pendidikan formal. Kedua, belum ada kerangka konseptual yang menyeluruh untuk menggabungkan nilai-nilai keberlanjutan dalam pembelajaran matematika. Ketiga, panduan pelaksanaan yang tegas di tingkat kelas masih minim, sehingga guru mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan prinsip SDGs ke dalam kegiatan belajar sehari-hari. Kekosongan-kekosongan ini menekankan perlunya studi sistematis untuk mengenali tren, tantangan, dan peluang integrasi antara literasi matematika dan SDGs. Oleh sebab itu, studi ini bertujuan untuk menganalisis literatur terbaru secara sistematis guna mengidentifikasi pendekatan, peran, dan model pembelajaran yang mendukung pendidikan matematika berkelanjutan, serta merumuskan arah konseptual untuk pengembangan praktik pendidikan yang sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji secara mendalam berbagai studi yang membahas integrasi literasi matematika dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam pendidikan matematika. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi tren penelitian, menganalisis pendekatan pedagogis, serta merumuskan kerangka konseptual yang mendukung pembelajaran matematika berbasis keberlanjutan. Pendekatan serupa telah digunakan oleh (Epifanio dkk., 2023; Su dkk., 2023; Vásquez dkk., 2023) dalam mengkaji keterkaitan antara pendidikan matematika dan agenda pembangunan berkelanjutan.

Literatur review dilakukan berbasis data nasional dan internasional yang terkemuka seperti Scopus, SpringerLink, ScienceDirect, dan Taylor & Francis Online. Rentang waktu 2020–2025 ditetapkan karena periode ini menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam penelitian tentang penerapan SDGs dan Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) dalam bidang pendidikan matematika. Kata kunci yang diterapkan mencakup: “literasi matematika”, “tujuan pembangunan berkelanjutan”, “pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan”, dan “pendidikan matematika”.

Proses tinjauan literatur mengikuti pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang terdiri dari empat langkah: identifikasi, seleksi, evaluasi kelayakan, dan inklusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang membahas literasi matematika secara jelas, (2) terhubung dengan SDGs atau ESD, (3) diterbitkan dalam jurnal yang terindeks Scopus, dan (4) ditulis dalam bahasa Inggris serta dapat diakses secara terbuka.

Dari total 143 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, 72 artikel diseleksi berdasarkan judul dan abstrak, 51 artikel dinilai kelayakannya, dan akhirnya 43 artikel memenuhi syarat inklusi untuk dianalisis. Analisis dilakukan secara tematik dengan menggunakan teknik analisis konten yang mengelompokkan artikel ke dalam lima tema utama: (1) peran guru sebagai agen kunci transformasi, (2) kurikulum matematika: kesenjangan dan peluang, (3) peran teknologi dan inovasi digital dalam proses pembelajaran, (4) pendekatan afektif dan kesejahteraan dalam belajar, serta (5) kolaborasi antar disiplin untuk pembelajaran yang transformatif.

Hasil dari sintesis proses ini menghasilkan kerangka konseptual yang integratif, menggambarkan keterkaitan antara literasi matematika, pendidikan berkelanjutan, dan inovasi dalam pengajaran. Kerangka ini diharapkan mampu menjadi landasan teoritis untuk pengembangan strategi pembelajaran matematika yang sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan global.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sub-bagian Hasil

Kajian sistematis ini melibatkan analisis terhadap 43 artikel ilmiah terpublikasi antara 2020 hingga 2025 yang relevan dengan integrasi literasi matematika dan *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Artikel-artikel tersebut dikaji melalui analisis isi tematik, kemudian dikelompokkan ke dalam lima tema utama : (1) peran guru sebagai agen kunci transformasi, (2) kurikulum matematika: kesenjangan dan peluang, (3) peran teknologi dan inovasi digital dalam proses pembelajaran, (4) pendekatan afektif

dan kesejahteraan dalam belajar, serta (5) kolaborasi antar disiplin untuk pembelajaran yang transformatif..

Temuan-temuan ini mendasari pentingnya pengembangan kerangka pedagogis yang menggabungkan literasi matematika, pendidikan untuk keberlanjutan, dan kompetensi abad ke-21 secara integratif. Untuk mendukung narasi ini, seluruh artikel yang direview secara sistematis dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Daftar Artikel yang review dalam Tinjauan Sistematis Literasi Matematika dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Tahun 2020–2025

No.	Judul Artikel	Penulis	Hasil Temuan
1.	The nexus between ICT, top-down and bottom-up approaches for sustainability activities	(Adisa dkk., 2024)	Menemukan bahwa keberhasilan kegiatan berkelanjutan dipengaruhi oleh sinergi antara kebijakan atas (pemerintah) dan inisiatif akar rumput (sekolah, komunitas), khususnya dengan dukungan TIK.
2.	Infrastructuring digital literacy in K-12 education: A national case study	(Andersen dkk., 2024)	Identifikasi elemen infrastruktur penting: perangkat, pelatihan guru, integrasi kurikulum, serta keterlibatan komunitas.
3.	Unveiling the effect of renewable energy and financial inclusion towards sustainable environment	(Ansari dkk., 2024)	Interaksi antara keuangan digital, kualitas institusi, dan energi terbarukan berkontribusi signifikan terhadap keberlanjutan.
4.	Exploring education for sustainable development (ESD) course content in higher education	(Araneo, 2024)	Mahasiswa menghargai pendekatan pembelajaran yang berbasis masalah, kolaboratif, dan reflektif.
5.	Contributions of artificial intelligence and digitization in achieving clean and affordable energy	(Awogbemi dkk., 2024)	AI dan digitalisasi berkontribusi signifikan terhadap efisiensi sistem energi bersih dan terjangkau; meningkatkan kemampuan prediksi, otomatisasi, dan penghematan.
6.	Sustainable smart city development framework for developing countries	(Bhattacharya dkk., 2020)	Menyusun kerangka pembangunan kota pintar yang berkelanjutan mencakup aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan, dengan penekanan pada negara berkembang.
7.	Facilitating sustainable energy transition of Nepal	(Bhattarai dkk., 2024)	Model “best-fit” dikembangkan berdasarkan persepsi masyarakat terhadap energi dan variabel sosial-ekonomi; pemetaan preferensi menunjukkan keterkaitan erat antara literasi dan perilaku energi.

8.	Music and art as a hubs for transdisciplinarity	(Bravo-Fuentes dkk., 2025)	Musik dan seni diposisikan sebagai media yang efektif untuk menjembatani disiplin dalam pencapaian SDGs; mendukung partisipasi, empati, dan komunikasi lintas budaya.
9.	Recommendations to align higher education teaching with the UN sustainability goals	(Buerkle dkk., 2023)	Terdapat kesenjangan antara tujuan SDGs dan praktik pembelajaran di perguruan tinggi; kurangnya kerangka operasional dan pelatihan guru jadi penghambat utama.
10.	Bridging Mathematical Modelling and Education for Sustainable Development in Pre-Service Primary Teacher Education	(Bulut & Borromeo Ferri, 2025)	Integrasi pemodelan matematika dan ESD meningkatkan kompetensi reflektif dan pedagogi calon guru.
11.	Systems literacy: towards a conspectus and model for environmental and sustainability education	(Demirci dkk., 2024)	Merumuskan model literasi sistem untuk pendidikan keberlanjutan yang mencakup pemahaman hubungan kausal dan interdependensi
12.	Integrating Sustainable Development Goals in Statistics and Math Subjects in University Teaching	(Epifanio dkk., 2023)	Penggunaan SDGs sebagai konteks pembelajaran statistik dan matematika terbukti meningkatkan motivasi dan pemahaman mahasiswa.
13.	Exploring conceptions of sustainability education in initial teacher education	(Evans dkk., 2023)	Variasi pendekatan dan pemahaman ESD dalam pendidikan calon guru tergantung pada konteks institusi dan budaya local.
14.	Unveiling the path to sustainable online learning: addressing challenges and proposing solutions in Pakistan	(Fakir Mohammad dkk., 2024)	Tantangan utama dalam pembelajaran daring berkelanjutan meliputi akses, pelatihan guru, dan desain konten.
15.	Equity in the education system of Nepal: Incremental incentive or social transformation?	(Gandharba & Pant, 2023)	Ketimpangan pendidikan di Nepal masih tinggi meskipun ada intervensi insentif; transformasi sosial lebih dibutuhkan daripada pendekatan administratif.
16.	On the construction of a Composite Index to assess holistically the sustainability of the evolution of a country	(Hontoria dkk., 2023)	Dihasilkan indeks yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan sebagai alat evaluasi pembangunan berkelanjutan.
17.	Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education	(Ika Sari dkk., 2024)	Kolaborasi lintas sektor mendorong inovasi dalam pendidikan literasi digital untuk mendukung pembelajaran berkelanjutan.

18.	A scoping review and bibliometric analysis of educational research on water literacy and water education	(Imaduddin & Eilks, 2024)	Literatur tentang literasi air berkembang pesat, namun integrasi dengan pendidikan formal masih terbatas.
19.	Dynamic linkages between human capital, natural resources, and economic growth – Impact on achieving SDGs	(Jie & Lan, 2024)	Terdapat keterkaitan kuat antara pengembangan sumber daya manusia, pengelolaan sumber daya alam, dan pertumbuhan ekonomi terhadap pencapaian SDGs.
20.	The impact of social media on knowledge, attitude and practices (KAP) towards sustainable consumption in higher education institutions	(Jillani dkk., 2025)	Media sosial berperan positif dalam meningkatkan kesadaran, sikap, dan praktik konsumsi berkelanjutan di kalangan mahasiswa.
21.	Performance and Sustainability	(Jumawan, 2022)	Hubungan antara kinerja kelembagaan dan keberlanjutan menunjukkan bahwa efisiensi operasional perlu dikaitkan dengan tujuan sosial dan lingkungan.
22.	Exploring the role of finance in driving circular economy and sustainable business practices.	(Kumar dkk., 2025)	Pembiayaan berkelanjutan mendorong ekonomi sirkular melalui insentif keuangan dan akuntabilitas ESG.
23.	Using artificial intelligence to implement the UN sustainable development goals at higher education institutions	(Leal Filho dkk., 2024)	AI memperkuat pelacakan dan pelaporan SDGs di perguruan tinggi melalui analisis prediktif dan pengelolaan data besar.
24.	Integrate mathematical understanding to sustainability assurance: A new way to enhance firm ESG metrics	(Li dkk., 2025)	Pemahaman matematis dapat digunakan untuk menilai dan meningkatkan metrik ESG perusahaan melalui model evaluatif yang akurat.
25.	Exploring the “Double-Edged Sword” effect of the digital economy on sustainable agricultural development	(Lin dkk., 2025)	Ekonomi digital mendorong efisiensi pertanian, namun juga memperbesar kesenjangan wilayah jika tidak dikelola dengan baik.
26.	Trends and future prospects in MOOC researches: A systematic literature review 2013–2020	(Meet & Kala, 2021)	MOOC telah berkembang sebagai media pembelajaran global, namun masih terkendala keberlanjutan akses, partisipasi aktif, dan personalisasi.
27.	Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet	(Mondejar dkk., 2021)	Digitalisasi berperan penting dalam pencapaian hampir seluruh SDGs, termasuk pengelolaan sumber daya, energi, dan edukasi.

28.	Progress towards the Sustainable Development Goal 14 (Life below water) in the context of Brazil: A multicriteria approach	(Moretti dkk., 2024)	Pemetaan indikator SDG 14 di Brasil menunjukkan kemajuan yang bervariasi dan dipengaruhi kebijakan lokal.
29.	Modeling the effects of AI-based innovation on SDGs	(Nahar, 2024)	Inovasi berbasis AI berkontribusi positif terhadap SDGs, namun hasilnya tergantung pada kesiapan teknologi dan kelembagaan masing-masing negara.
30.	Closing the Opportunity Gap	(Pendakur & Harper, 2023)	Ketimpangan akses terhadap kesempatan pendidikan perlu ditutup melalui pendekatan keadilan yang lebih sistemik.
31.	The role of metaverse technologies in energy systems towards sustainable development goals	(Raman dkk., 2025)	Teknologi metaverse berpotensi mendukung sistem energi berkelanjutan melalui simulasi, edukasi, dan visualisasi data.
32.	Raising awareness of the important role of engineering in sustainable development	(Ramos-Gavilán dkk., 2024)	Pemahaman mahasiswa tentang peran teknik dalam SDGs masih terbatas; pendidikan lintas disiplin diperlukan.
33.	Three pillars of sustainability in the wake of COVID-19: A systematic review and future research agenda	(Ranjbari dkk., 2021)	COVID-19 memunculkan tantangan baru terhadap tiga pilar keberlanjutan (sosial, ekonomi, lingkungan); diperlukan integrasi pendekatan baru dalam Pendidikan.
34.	Regional trajectories and disparities of the relationship between information society and SDGs in Europe	(Ruiz-Rodríguez dkk., 2025)	Terdapat disparitas regional dalam penerapan SDGs terkait digitalisasi; peran informasi masyarakat sangat beragam.
35.	Science fiction, sustainability, and scenario use: Comprehensive scenarios for improved strategy development and innovation	(Sætra, 2024)	Fiksi ilmiah dapat digunakan sebagai alat reflektif dan imajinatif untuk membangun skenario keberlanjutan dalam pendidikan dan inovasi.
36.	Mapping of K-12 science and mathematics curriculum against sustainable development goals	(Said dkk., 2024)	Kurikulum sains dan matematika K-12 diidentifikasi belum optimal mengakomodasi SDGs; terdapat kesenjangan integrasi keberlanjutan.
37.	Exploring Directions for Uzbekistan Pre-service Science Teacher Education on the Ecological Environment	(Seo dkk., 2023)	Pendidikan guru di Uzbekistan masih minim pembekalan ESD; kesadaran ekologis perlu diperkuat dalam pelatihan.

38.	The hidden development patterns of Africa and their sustainability correlations	(Shaker & Mackay, 2024)	Peta pembangunan Afrika menunjukkan pola tersembunyi dan ketimpangan regional dalam capaian SDGs.
39.	Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs	(Sharifi dkk., 2024)	Kota pintar memiliki potensi besar mendukung SDGs, namun juga mengandung risiko ketimpangan dan eksklusivitas.
40.	Sustainable Development Education for Training and Service Teachers Teaching Mathematics	(Su dkk., 2023)	Pelatihan guru matematika dalam konteks SDGs masih belum konsisten secara global; perlunya strategi integrasi yang lebih sistematis.
41.	Integrating sustainability in mathematics education and statistics education	(Vásquez dkk., 2023)	Identifikasi praktik terbaik dalam integrasi keberlanjutan ke dalam pembelajaran matematika dan statistik; pendekatan kontekstual dan kolaboratif sangat direkomendasikan.
42.	Transformative organisational learning for sustainability in higher education	(Viera Trevisan dkk., 2024)	Pembelajaran organisasional yang transformatif diperlukan untuk menanamkan keberlanjutan secara sistemik di institusi pendidikan tinggi.
43.	The sustainable development of mathematics subject	(Zhao dkk., 2023)	Peningkatan perhatian akademik terhadap keberlanjutan dalam bidang matematika meningkat, namun implementasi dalam pembelajaran masih terbatas.

Temuan hasil penelitian ini menegaskan urgensi pengembangan kerangka integratif antara literasi matematika dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga dapat diimplementasikan secara nyata dalam pembelajaran. Literasi matematika harus dipahami sebagai perangkat kognitif dan sosial yang memungkinkan siswa membaca realitas dunia dan bertindak berdasarkan pemahaman kuantitatif yang kritis. Hal ini ditegaskan dalam studi oleh (Vásquez dkk., 2023; Zhao dkk., 2023), yang menunjukkan bahwa peningkatan literasi matematika dapat berkontribusi langsung terhadap pengambilan keputusan berbasis data dalam isu keberlanjutan.

3.2 Sub-bagian Pembahasan

Peran Guru sebagai Agen Kunci Transformasi

Guru memainkan peran strategis dalam keberhasilan implementasi pembelajaran matematika yang berorientasi pada SDGs. Studi Bulut & Borromeo Ferri (2025) menunjukkan bahwa pelatihan guru berbasis pemodelan matematika dan Education for Sustainable Development (ESD) berperan penting dalam membentuk kemampuan pedagogis dan reflektif guru. Namun demikian, hasil review dari (Araneo, 2024; Evans dkk., 2023) mengindikasikan bahwa tanpa dukungan kelembagaan dan pengalaman praktik nyata, pelatihan tersebut berisiko tidak terimplementasi dengan baik. Keterbatasan akses terhadap sumber daya pembelajaran, seperti data digital, bahan ajar kontekstual, dan kolaborasi lintas disiplin, turut menjadi penghambat.

Kurikulum Matematika: Kesenjangan dan Peluang

Beberapa studi (Epifanio dkk., 2023; Said dkk., 2024) mengungkapkan bahwa kurikulum matematika di berbagai negara belum sepenuhnya mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan secara eksplisit. Topik-topik seperti statistik lingkungan, model energi terbarukan, dan distribusi sosial belum menjadi bagian utama dari pembelajaran. Padahal, kajian (Bhattarai dkk., 2024; Lin dkk., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan data dunia nyata dalam pembelajaran dapat mengembangkan pemahaman siswa terhadap sistem kompleks yang terkait erat dengan SDGs. Oleh karena itu, reformasi kurikulum yang responsif terhadap isu global dan lokal perlu segera dilakukan, dengan pendekatan berbasis isu (issue-based) dan data otentik sebagai inti pembelajaran.

Peran Teknologi dan Inovasi Digital dalam Proses Pembelajaran

Kemajuan teknologi digital juga membuka peluang besar dalam transformasi pembelajaran matematika untuk keberlanjutan. Studi (Andersen dkk., 2024; Jumawan, 2022; Leal Filho dkk., 2024) menegaskan bahwa kecerdasan buatan, pembelajaran berbasis platform daring, serta media visual seperti infografis dan simulasi real-time mampu memperkaya metode pembelajaran. Teknologi memungkinkan visualisasi data spasial, prediksi perubahan iklim, dan simulasi sistem sosial-ekologis. Strategi seperti flipped classroom, MOOCs, dan VR-based learning telah terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi aktif siswa dan fleksibilitas belajar.

Pendekatan Afektif dan Kesejahteraan dalam Belajar

Selain aspek kognitif, hasil kajian juga menunjukkan pentingnya memperhatikan dimensi psikososial dalam penguatan literasi matematika. (Vásquez dkk., 2023) menekankan bahwa kepercayaan diri siswa (mathematics self-efficacy) dan kecemasan belajar merupakan faktor signifikan dalam keberhasilan pembelajaran yang berorientasi keberlanjutan. Guru perlu mengadopsi strategi pedagogi yang suportif dan inklusif agar siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga merasa mampu dan termotivasi untuk menerapkannya dalam konteks nyata.

Relevansi Sosial dan Kontekstualisasi Pembelajaran

Konteks sosial-ekonomi siswa menjadi faktor penentu dalam efektivitas integrasi SDGs dalam pembelajaran matematika. Studi oleh (Gandharba & Pant, 2023; Pendakur & Harper, 2023) mengungkapkan bahwa ketimpangan pendidikan dan akses yang tidak merata menjadi tantangan utama dalam pencapaian SDGs 4 (pendidikan berkualitas). Oleh karena itu, framework integratif yang dikembangkan perlu adaptif terhadap kondisi lokal, memperhatikan latar belakang siswa, dan memberikan ruang untuk partisipasi komunitas sekolah dan keluarga.

Kolaborasi Disiplin dan Pembelajaran Transformatif

Beberapa artikel seperti (Bravo-Fuentes dkk., 2025; Mondejar dkk., 2021) memperlihatkan bagaimana penggabungan matematika dengan seni, teknologi, dan studi lingkungan menciptakan pembelajaran yang lebih holistik dan berdampak. Pendekatan transdisipliner mendorong siswa untuk melihat keterkaitan antar-disiplin dan memahami dunia sebagai sistem yang saling bergantung. Hal ini memperkuat tujuan SDGs yang mengedepankan kolaborasi dan tindakan kolektif.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa literasi matematika memiliki peran yang semakin strategis dalam mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)*, terutama dalam membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, menalar secara logis, dan mengambil keputusan berdasarkan data. Literasi matematika tidak lagi sekadar keterampilan numerik, tetapi telah berkembang menjadi kompetensi multidimensional yang esensial untuk memahami dan merespons isu-isu global seperti perubahan iklim, ketimpangan sosial, dan keberlanjutan sumber daya.

Hasil kajian sistematis terhadap 43 artikel menunjukkan bahwa meskipun telah ada berbagai inisiatif untuk mengintegrasikan SDGs dalam pembelajaran matematika baik melalui pendekatan kontekstual, berbasis proyek, maupun transdisipliner implementasinya masih menghadapi tantangan signifikan. Kurikulum formal di banyak negara belum secara sistematis mengakomodasi indikator-indikator keberlanjutan. Selain itu, kesiapan guru, ketersediaan sumber daya pembelajaran, dan kesenjangan digital menjadi hambatan utama dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang relevan secara ekologis dan sosial.

Peran guru sangat sentral dalam keberhasilan integrasi ini. Pendidikan dan pelatihan guru yang menggabungkan prinsip *Education for Sustainable Development (ESD)* dan pemodelan matematika terbukti meningkatkan kompetensi pedagogik dan reflektif guru. Namun, pelatihan tersebut perlu didukung oleh kebijakan yang berpihak, lingkungan institusional yang mendukung, serta akses terhadap praktik nyata dan sumber belajar yang adaptif.

Integrasi teknologi digital termasuk kecerdasan buatan, visualisasi data, dan pembelajaran daring menawarkan potensi besar untuk memperluas akses dan meningkatkan kualitas pembelajaran matematika berbasis keberlanjutan. Namun demikian, pemanfaatannya harus mempertimbangkan inklusivitas dan relevansi lokal agar tidak memperlebar kesenjangan pendidikan.

Secara ilmiah, SLR ini berperan dalam memetakan 43 artikel terbaru (2020–2025) dan mengidentifikasi lima tema pokok yang membentuk panorama penelitian integrasi literasi matematika dan SDGs, yaitu: (1) peran guru sebagai agen kunci transformasi, (2) kurikulum matematika: kesenjangan dan peluang, (3) peran teknologi dan inovasi digital dalam proses pembelajaran, (4) pendekatan afektif dan kesejahteraan dalam belajar, serta (5) kolaborasi antar disiplin untuk pembelajaran yang transformatif. Penelitian ini juga mengidentifikasi tiga kekurangan utama: kurangnya studi sistematis yang menggambarkan hubungan antara literasi matematika dan SDGs, belum tersedia kerangka konseptual yang menyeluruh dan terintegrasi, serta sedikitnya panduan implementasi di tingkat kelas.

Dengan cara ini, penelitian ini memperdalam pemahaman mengenai bagaimana literasi matematika dapat berfungsi sebagai jembatan konseptual dan praktis dalam pengajaran yang berkelanjutan. Hasil ini diharapkan menjadi landasan untuk pengembangan kebijakan, kurikulum, dan penelitian selanjutnya yang menjadikan literasi matematika sebagai dasar strategis dalam membentuk generasi pembelajar abad ke-21 yang adaptif, reflektif, dan fokus pada keberlanjutan global.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Bapak Nursalam dan Ibu Andi Kusumayanti atas bimbingan, arahan, serta waktu yang telah diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Penghargaan juga penulis sampaikan kepada seluruh rekan dan sahabat yang selalu memberi dukungan, motivasi, serta semangat hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan menjadi amal yang bernilai dan mendapatkan balasan terbaik.

6. REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan penerapan literasi matematika berbasis SDGs di kelas nyata agar efektivitasnya dapat diuji secara empiris. Selain itu, keterbatasan literatur dan data praktik pembelajaran berkelanjutan perlu menjadi perhatian dalam studi berikutnya.

7. REFERENSI

Adisa, M. O., Oyedeji, S., & Porras, J. (2024). The nexus between ICT, top-down and bottom-up approaches for sustainability activities: A systematic mapping study. *Journal of Cleaner*

- Production*, 449(August 2023), 141768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141768>
- Andersen, L. B., Basballe, D. A., Buus, L., Dindler, C., Hansen, T. I., Hjorth, M., Iversen, O. S., Johannessen, C. M., Kanstrup, K. H., Lorentzen, R. F., Misfeldt, M., Musaeus, L. H., Nielsen, C. B., Petersen, M. G., Schröder, V., & Slot, M. F. (2024). Infrastructuring digital literacy in K-12 education: A national case study. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 42(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2024.100697>
- Ansari, M. A. A., Sajid, M., Khan, S. N., Antohi, V. M., Fortea, C., & Zlati, M. L. (2024). Unveiling the effect of renewable energy and financial inclusion towards sustainable environment: Does interaction of digital finance and institutional quality matter? *Sustainable Futures*, 7(March), 100196. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100196>
- Araneo, P. (2024). Exploring education for sustainable development (ESD) course content in higher education; a multiple case study including what students say they like. *Environmental Education Research*, 30(4), 631–660. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2280438>
- Awogbemi, O., Kallon, D. V. Von, & Kumar, K. S. (2024). Contributions of artificial intelligence and digitization in achieving clean and affordable energy. *Intelligent Systems with Applications*, 22(April), 200389. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200389>
- Bhattacharya, T. R., Bhattacharya, A., Mclellan, B., & Tezuka, T. (2020). Sustainable smart city development framework for developing countries. *Urban Research and Practice*, 13(2), 180–212. <https://doi.org/10.1080/17535069.2018.1537003>
- Bhattarai, U., Maraseni, T., Devkota, L. P., & Apan, A. (2024). Facilitating sustainable energy transition of Nepal: A best-fit model to prioritize influential socio-economic and climate perception factors on household energy behaviour. *Energy for Sustainable Development*, 81(July), 101505. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101505>
- Bravo-Fuentes, P., López-Peláez Casellas, M. P., & Albusac-Jorge, M. (2025). Music and art as a hubs for transdisciplinarity: toward the achievement of the Sustainable Development Goals. *Arts Education Policy Review*, 0(0), 1–9. <https://doi.org/10.1080/10632913.2025.2451372>
- Buerkle, A., O'Dell, A., Matharu, H., Buerkle, L., & Ferreira, P. (2023). Recommendations to align higher education teaching with the UN sustainability goals – A scoping survey. *International Journal of Educational Research Open*, 5(August), 100280. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100280>
- Bulut, N., & Borromeo Ferri, R. (2025). Bridging Mathematical Modelling and Education for Sustainable Development in Pre-Service Primary Teacher Education. *Education Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/educsci15020248>
- Demirci, S., Reid, A., Teksöz, G., & Sahin, E. (2024). Systems literacy: towards a conspectus and model for environmental and sustainability education. *Environmental Education Research*, 31(4), 856–891. <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2409959>
- Epifanio, I., Alcacer, A., Ferrando, L., Gual-Arnau, X., Lloria, A., Martín-Cruz, H., Martínez-García, M., Moyano-Fernández, J. J., Pérez-Callejo, E., & Sepúlveda, I. (2023). Integrating Sustainable Development Goals in Statistics and Math Subjects in University Teaching. *ICERI2023 Proceedings*, 1(November), 299–307. <https://doi.org/10.21125/iceri.2023.0121>
- Evans, N., Inwood, H. J., Christie, B., & Newman, E. (2023). Exploring conceptions of sustainability education in initial teacher education: Perspectives from Australia, Canada and Scotland. *Journal of Environmental Education*, 54(6), 371–385. <https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2255548>
- Fakir Mohammad, R., Hinduja, P., & Siddiqui, S. (2024). Unveiling the path to sustainable online learning: addressing challenges and proposing solutions in Pakistan. *International Journal*

- of Educational Management*, 38(1), 136–157. <https://doi.org/10.1108/IJEM-07-2023-0334>
- Gandharba, R. K., & Pant, J. R. (2023). Equity in the education system of Nepal: Incremental incentive or social transformation? *Social Sciences and Humanities Open*, 8(1), 100554. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100554>
- Hontoria, E., Munier, N., & Jiménez-Sáez, F. (2023). On the construction of a Composite Index to assess holistically the sustainability of the evolution of a country. *Environmental and Sustainability Indicators*, 19(July). <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100282>
- Ika Sari, G., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences and Humanities Open*, 10(August), 101100. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100>
- Imaduddin, M., & Eilks, I. (2024). A scoping review and bibliometric analysis of educational research on water literacy and water education. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 42(July), 101833. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101833>
- Jie, Y., & Lan, J. (2024). Dynamic linkages between human capital, natural resources, and economic growth – Impact on achieving sustainable development goals. *Heliyon*, 10(14), e33536. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33536>
- Jillani, H., Chaudhry, M. N., Jafri, S. R., & Zahid, H. (2025). The impact of social media on knowledge, attitude and practices (KAP) towards sustainable consumption in higher education institutions. *Cleaner and Responsible Consumption*, 17(March), 100284. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2025.100284>
- Jumawan, A. R. (2022). *International Journal Of Multidisciplinary : Applied Performance and Sustainability*. 3(7), 1257–1266. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.06.02.38>
- Kolawole, S., & Temilade, O. (2025). *Kontagora International Journal of Educational Research (KIJER)*. 2(1).
- Kumar, B., Kumar, A., Sassanelli, C., & Kumar, L. (2025). Exploring the role of finance in driving circular economy and sustainable business practices. *Journal of Cleaner Production*, 486(144480), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144480>
- Leal Filho, W., Ribeiro, P. C. C., Mazutti, J., Lange Salvia, A., Bonato Marcolin, C., Lima Silva Borsatto, J. M., Sharifi, A., Sierra, J., Luetz, J., Pretorius, R., & Viera Trevisan, L. (2024). Using artificial intelligence to implement the UN sustainable development goals at higher education institutions. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 31(6), 726–745. <https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2327584>
- Li, D. T., Li, N. L., Du, Y. J., Zhang, Q., Zakaria, M. I., & Ismail, N. B. (2025). Integrate mathematical understanding to sustainability assurance: A new way to enhance firm ESG metrics. In *Navigating Trust in Sustainability Reporting and Assurance* (Issue February). <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0117-4.ch009>
- Lin, Q., Jian, Y., Zhang, D., Li, J., & Mao, S. (2025). Exploring the “Double-Edged Sword” effect of the digital economy on sustainable agricultural development: Evidence from China. *Sustainable Horizons*, 13(June 2024), 100122. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2024.100122>
- Meet, R. K., & Kala, D. (2021). Trends and future prospects in MOOC researches: A systematic literature review 2013–2020. *Contemporary Educational Technology*, 13(3). <https://doi.org/10.30935/cedtech/10986>
- Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., Hallam, B., Mbungu, N. T., Okolo, C. C., Prasad, K. A., She, Q., & Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of the Total Environment*, 794(June).

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>

- Moretti, V., Corraini, N. R., Melo, E. L., Scherer, M. E. G., & Colmenero, J. C. (2024). Progress towards the Sustainable Development Goal 14 (Life below water) in the context of Brazil: A multicriteria approach. *Sustainable Futures*, 8(April). <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100410>
- Nahar, S. (2024). Modeling the effects of artificial intelligence (AI)-based innovation on sustainable development goals (SDGs): Applying a system dynamics perspective in a cross-country setting. *Technological Forecasting and Social Change*, 201(December 2022), 123203. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123203>
- Pendakur, V., & Harper, S. R. (2023). Closing the Opportunity Gap. *Closing the Opportunity Gap*, May. <https://doi.org/10.4324/9781003443414>
- Raman, R., Kautish, P., Siddiqui, A., Siddiqui, M., & Nedungadi, P. (2025). The role of metaverse technologies in energy systems towards sustainable development goals. *Energy Reports*, 13(January), 4459–4476. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.04.012>
- Ramos-Gavilán, A. B., Rodríguez-Esteban, M. A., Frechilla-Alonso, M. A., Raposeiras, A. C., Movilla-Quesada, D., & González-Rogado, A. B. (2024). Raising awareness of the important role of engineering in sustainable development. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23494>
- Ranjbari, M., Shams Esfandabadi, Z., Zanetti, M. C., Scagnelli, S. D., Siebers, P. O., Aghbashlo, M., Peng, W., Quatraro, F., & Tabatabaei, M. (2021). Three pillars of sustainability in the wake of COVID-19: A systematic review and future research agenda for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126660. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126660>
- Ruiz-Rodríguez, F., Lucendo-Monedero, Á. L., & González-Relaño, R. M. (2025). Regional trajectories and disparities of the relationship between information society and sustainable development goals in Europe with the emergence of COVID-19. *Regional Science Policy and Practice*, 17(6). <https://doi.org/10.1016/j.rspp.2025.100187>
- Sætra, H. S. (2024). Science fiction, sustainability, and scenario use: Comprehensive scenarios for improved strategy development and innovation. *Technovation*, 132(April 2023), 102976. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.102976>
- Said, Z., Mansour, N., Abu-Tineh, A., Cevik, M., & Al-Naimi, I. (2024). Mapping of K-12 science and mathematics curriculum against sustainable development goals and addressing sustainability gap. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2393066>
- Seo, M., Lee, Y., Bae, K., & Son, Y. A. (2023). Exploring Directions for Uzbekistan Pre-service Science Teacher Education on the Ecological Environment. In *Asia-Pacific Science Education* (Vol. 7, Issue 5). <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10072>
- Shaker, R. R., & Mackay, B. R. (2024). The hidden development patterns of Africa and their sustainability correlations. *Environmental and Sustainability Indicators*, 24(September), 100474. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100474>
- Sharifi, A., Allam, Z., Bibri, S. E., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2024). Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs. *Cities*, 146(June 2024). <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104659>
- Su, C. S., Díaz-Levicoy, D., Vásquez, C., & Hsu, C. C. (2023). Sustainable Development Education for Training and Service Teachers Teaching Mathematics: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/su15108435>
- Vásquez, C., Alsina, Á., Seckel, M. J., & García-Alonso, I. (2023). Integrating sustainability in

mathematics education and statistics education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/13809>

Viera Trevisan, L., Leal Filho, W., & Ávila Pedrozo, E. (2024). Transformative organisational learning for sustainability in higher education: A literature review and an international multi-case study. *Journal of Cleaner Production*, 447(August 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141634>

Zhao, Y., Li, J., & Liu, K. (2023). The sustainable development of mathematics subject: An empirical analysis based on the academic attention and literature research. *Heliyon*, 9(8), e18750. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18750>