

Pengembangan Model Eco Digital Storytelling Berbasis AI Untuk Mengembangkan Kecerdasan Ekologis Siswa Sekolah Dasar

Feby Kharisna ^{1,*}, Yulia Darniyanti ², Dhara Atika Putri ³, M. Anggrayni ⁴

¹ Pendidikan Guru Sekolah Dasar; Universitas Dharmas Indonesia; Dharmasraya, e-mail: febykharisna@undhari.ac.id, yuliadarniyanti1010@gmail.com, dharaatikaputri28@gmail.com, melisaanggrayni81@gmail.com

Diterima: 16 Mei 2026 ; Review: 16 Juni 2026; Disetujui: 17 Juli 2026

Cara sitasi: Kharisna, F., Darniyanti, Y., Putri, D. A., & Anggrayni, M. (2026). Pengembangan Model Eco Digital Storytelling Berbasis AI Untuk Mengembangkan Kecerdasan Ekologis Siswa Sekolah Dasar. *Journal of Vocational Education and Information Technology*, 7(1), 193–210.

Abstrak: Rendahnya kecerdasan ekologis peserta didik serta belum optimalnya pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran lingkungan menjadi tantangan yang perlu diatasi melalui inovasi pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan **Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)** untuk meningkatkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar. Penelitian menggunakan metode **Research and Development (R&D)** dengan model pengembangan **ADDIE** yang meliputi tahapan *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Penelitian dilaksanakan pada peserta didik kelas V di SD Negeri 15 Koto Baru dan SD Negeri 09 Sitiung, Kabupaten Dharmasraya. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, validasi ahli, angket kepraktisan, observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta tes *pretest* dan *posttest*. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan inferensial melalui uji validitas, kepraktisan, *N-Gain*, dan *paired sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan terdiri atas enam sintaks pembelajaran, yaitu **Eco Explore, Story Planning, AI Story Creation, Deep Reflection, Eco Action, dan Sharing & Evaluation**. Model yang dihasilkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran sekolah dasar. Implementasi model mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, literasi digital, serta mendorong peningkatan pengetahuan, kesadaran, sikap, pengambilan keputusan, dan tindakan ekologis. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model pembelajaran yang mengintegrasikan **Education for Sustainable Development (ESD), Digital Storytelling, Generative Artificial Intelligence (AI)**, dan pendekatan **Deep Learning** dalam satu kerangka pembelajaran yang sistematis sehingga memberikan alternatif inovasi pembelajaran lingkungan yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 dan mendukung terciptanya pembelajaran berkelanjutan di sekolah dasar.

Kata kunci: *Digital Storytelling; Generative Artificial Intelligence; kecerdasan ekologis; Deep Learning; sekolah dasar.*

Abstract: The low level of students' ecological intelligence and the limited integration of digital technology into environmental learning require innovative instructional models that are responsive to technological advances. This study aimed to develop an **Eco Digital Storytelling Model Based on Generative Artificial Intelligence (AI)** to enhance elementary school students' ecological intelligence. The study employed a **Research and Development (R&D)** approach using the **ADDIE** development model, consisting of the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The research was conducted with fifth-grade students at SD Negeri 15 Koto Baru and SD Negeri 09 Sitiung, Dharmasraya Regency, Indonesia. Data were collected through observations, interviews, expert validation, practicality questionnaires, learning implementation observations, and pretest-posttest assessments. Data were analyzed using

descriptive and inferential statistics, including validity analysis, practicality analysis, N-Gain analysis, and paired sample *t*-test. The findings revealed that the developed model consists of six learning stages: **Eco Explore, Story Planning, AI Story Creation, Deep Reflection, Eco Action, and Sharing & Evaluation**. The model met the criteria of validity, practicality, and effectiveness for implementation in elementary education. Its implementation enhanced students' engagement, critical thinking, creativity, and digital literacy while improving ecological knowledge, awareness, attitudes, decision-making skills, and pro-environmental actions. The novelty of this study lies in integrating **Education for Sustainable Development (ESD), Digital Storytelling, Generative Artificial Intelligence (AI)**, and the **Deep Learning** approach into a comprehensive instructional model, providing an innovative framework for environmental education that addresses the demands of twenty-first-century learning and supports sustainable education in elementary schools.

Keywords: Digital Storytelling; Generative Artificial Intelligence; ecological intelligence; Deep Learning; elementary education.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim, degradasi lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, pencemaran udara dan air, serta meningkatnya timbulan sampah telah menjadi tantangan global yang mengancam keberlanjutan kehidupan manusia. Dampak krisis lingkungan tersebut tidak hanya memengaruhi keseimbangan ekosistem, tetapi juga berdampak terhadap kesehatan masyarakat, ketahanan pangan, pertumbuhan ekonomi, serta kualitas hidup generasi mendatang. Oleh karena itu, berbagai organisasi internasional menegaskan bahwa penyelesaian persoalan lingkungan tidak lagi dapat bergantung pada pendekatan teknologi dan kebijakan semata, melainkan memerlukan transformasi pendidikan yang mampu membentuk pengetahuan, keterampilan, nilai, dan perilaku masyarakat sejak usia dini [1]. Sejalan dengan itu, [1] menekankan bahwa pendidikan memiliki peran strategis dalam menjembatani transformasi digital (*digital transition*) dengan transformasi hijau (*green transition*), sehingga peserta didik tidak hanya memiliki kompetensi digital, tetapi juga mampu memanfaatkan teknologi secara etis, kritis, dan bertanggung jawab untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks tersebut, integrasi teknologi digital, termasuk Artificial Intelligence (AI), dipandang sebagai salah satu peluang untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berorientasi pada aksi nyata dalam menjawab tantangan lingkungan abad ke-21. Di sisi lain, perkembangan Generative Artificial Intelligence (Generative AI) juga membuka peluang baru bagi dunia pendidikan melalui pembelajaran yang lebih personal, adaptif, kreatif, dan kolaboratif, meskipun implementasinya tetap harus memperhatikan aspek etika, transparansi, dan pengembangan kapasitas peserta didik agar teknologi benar-benar berfungsi sebagai pendukung proses belajar, bukan sebagai pengganti peran manusia dalam pembelajaran [2], [3].

Pendidikan dasar merupakan fase yang sangat menentukan dalam pembentukan pengetahuan, nilai, sikap, dan kebiasaan peserta didik terhadap lingkungan karena pada tahap ini perkembangan kognitif, afektif, dan sosial anak berlangsung secara intensif. Oleh karena itu, pendidikan lingkungan pada jenjang sekolah dasar tidak lagi dipandang sebagai proses transfer pengetahuan semata, tetapi sebagai upaya sistematis untuk membangun kompetensi keberlanjutan (*sustainability competencies*) yang mencakup kemampuan berpikir sistem (*systems thinking*), berpikir antisipatif (*anticipatory thinking*), kolaborasi, pemecahan masalah, pengambilan keputusan yang bertanggung jawab, serta tindakan nyata dalam menjaga lingkungan [4]. Pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) menekankan bahwa proses pembelajaran harus memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, reflektif, partisipatif, dan berorientasi pada aksi sehingga peserta didik mampu menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan permasalahan lingkungan yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari [1], [5]. Sejalan dengan itu, berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi ESD pada pendidikan dasar berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan literasi lingkungan, kesadaran ekologis, keterampilan berpikir kritis, kemampuan kolaborasi, dan perilaku pro-lingkungan peserta didik [6], [7], [8]. Namun demikian, berbagai kajian sistematis juga mengungkapkan bahwa keberhasilan pendidikan lingkungan sangat dipengaruhi oleh strategi pembelajaran yang digunakan guru. Pembelajaran yang masih berorientasi pada penyampaian informasi cenderung hanya meningkatkan aspek pengetahuan, tetapi belum mampu mendorong perubahan sikap maupun perilaku berkelanjutan peserta didik [4]. Oleh karena itu, diperlukan

inovasi model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pengalaman belajar autentik, pemanfaatan teknologi digital, dan aktivitas reflektif sehingga peserta didik tidak hanya memahami isu-isu lingkungan, tetapi juga memiliki kecerdasan ekologis yang diwujudkan melalui tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Meskipun pendidikan lingkungan telah menjadi bagian dari kurikulum sekolah dasar, implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan. Pembelajaran umumnya masih berorientasi pada penyampaian konsep dan pengetahuan, sementara pengembangan sikap serta perilaku pro-lingkungan belum memperoleh perhatian yang seimbang. Akibatnya, peserta didik mampu menjelaskan berbagai isu lingkungan, tetapi belum tentu menunjukkan kepedulian dan tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Hasil *scoping review* oleh [9]) menunjukkan bahwa keberhasilan pendidikan lingkungan di sekolah dasar sangat dipengaruhi oleh strategi pembelajaran yang mampu menghubungkan pengetahuan dengan pengalaman nyata peserta didik. Selain itu, tinjauan sistematis [10] mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi digital dalam pendidikan lingkungan memberikan dampak positif terhadap peningkatan *environmental learning* dan *sustainability awareness*, tetapi implementasinya masih didominasi oleh penggunaan media digital secara terpisah dan belum terintegrasi dalam suatu model pembelajaran yang komprehensif. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi tentang lingkungan, tetapi juga mampu membangun pengalaman belajar yang bermakna, reflektif, dan mendorong peserta didik untuk melakukan tindakan nyata dalam mendukung keberlanjutan lingkungan.

Salah satu pendekatan yang dinilai mampu menjawab tantangan tersebut adalah *Digital Storytelling*. *Digital Storytelling* merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan narasi dengan berbagai media digital, seperti gambar, audio, video, animasi, dan elemen interaktif sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, kontekstual, dan bermakna. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Digital Storytelling* tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, literasi, kemampuan komunikasi, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran [11], [12], [13]. Melalui proses menyusun, mengembangkan, dan menyampaikan cerita, peserta didik didorong untuk mengonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman nyata, merefleksikan permasalahan yang dihadapi, serta mengomunikasikan solusi secara kreatif. Dengan karakteristik tersebut, *Digital Storytelling* tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang mendukung pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berpusat pada peserta didik. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih memanfaatkan *Digital Storytelling* untuk meningkatkan literasi bahasa dan hasil belajar, sedangkan penerapannya dalam pendidikan lingkungan, khususnya untuk mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar, masih relatif terbatas.

Perkembangan *Generative Artificial Intelligence (Generative AI)* telah membuka peluang baru dalam transformasi pembelajaran di berbagai jenjang pendidikan, termasuk sekolah dasar. Berbeda dengan teknologi digital konvensional, *Generative AI* mampu menghasilkan teks, gambar, ilustrasi, audio, maupun media visual secara otomatis sehingga dapat membantu guru dan peserta didik dalam merancang pengalaman belajar yang lebih kreatif, adaptif, dan personal. Berbagai penelitian melaporkan bahwa pemanfaatan *Generative AI* mampu meningkatkan kreativitas, mendukung pembelajaran berdiferensiasi, memperkaya sumber belajar, serta memfasilitasi keterlibatan peserta didik melalui penyajian materi yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan belajar mereka [14], [15]. Meskipun demikian, sebagian besar implementasi *Generative AI* di bidang pendidikan masih berfokus pada penyusunan materi ajar, pembuatan soal, dan asistensi guru, sedangkan pemanfaatannya sebagai bagian dari model pembelajaran yang mendorong peserta didik membangun pengetahuan, melakukan refleksi, dan menghasilkan karya autentik masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *Generative AI* memiliki potensi besar apabila diintegrasikan dengan pendekatan pedagogis yang berpusat pada peserta didik, bukan sekadar dimanfaatkan sebagai alat otomatisasi dalam proses pembelajaran.

Meskipun *Digital Storytelling* dan *Generative Artificial Intelligence (AI)* sama-sama memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, integrasi keduanya dalam pendidikan lingkungan di sekolah dasar masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian *Digital Storytelling* berfokus pada peningkatan literasi membaca, keterampilan menulis, kreativitas, dan hasil belajar peserta didik [16], sedangkan penelitian mengenai *Generative AI* lebih banyak diarahkan pada penyusunan materi ajar, pengembangan media, dan asistensi pembelajaran bagi guru [17]. Penelitian yang dilakukan oleh [18] berhasil mengembangkan media *Digital Storytelling* bertema

lingkungan yang dinyatakan valid dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran Bahasa Indonesia di sekolah dasar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Digital Storytelling* mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan kontekstual sehingga berpotensi meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Namun demikian, penelitian tersebut masih berorientasi pada pengembangan media pembelajaran, belum mengembangkan suatu model pembelajaran yang mengintegrasikan tahapan eksplorasi lingkungan, pemanfaatan *Generative AI*, refleksi pembelajaran, dan aksi ekologis peserta didik secara sistematis. Dengan demikian, masih terdapat ruang penelitian yang luas untuk mengembangkan suatu model pembelajaran inovatif yang mengombinasikan *Digital Storytelling*, *Generative AI*, dan pendidikan lingkungan sebagai satu kesatuan proses pembelajaran yang mampu mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar.

Meskipun *Digital Storytelling* dan *Generative Artificial Intelligence (AI)* menawarkan peluang besar dalam menciptakan pembelajaran yang inovatif, pemanfaatan kedua teknologi tersebut akan lebih bermakna apabila didukung oleh pendekatan pedagogis yang tepat. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Deep Learning*, yaitu pendekatan pembelajaran yang menekankan pengalaman belajar bermakna (*meaningful*), penuh kesadaran (*mindful*), dan menyenangkan (*joyful*) sehingga peserta didik tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu merefleksikan, mengaitkan, dan menerapkan pengetahuan dalam kehidupan nyata [19], [20]. Dalam konteks pendidikan lingkungan, pendekatan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi permasalahan lingkungan di sekitarnya, membangun pemahaman melalui pengalaman autentik, merefleksikan dampak perilaku manusia terhadap lingkungan, serta menghasilkan solusi yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, integrasi *Digital Storytelling*, *Generative AI*, dan pendekatan *Deep Learning* diyakini mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, reflektif, kreatif, dan berorientasi pada tindakan nyata sehingga pembelajaran lingkungan tidak hanya menghasilkan peningkatan pengetahuan, tetapi juga mendorong berkembangnya kecerdasan ekologis peserta didik.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Digital Storytelling* telah memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar, literasi, kreativitas, keterampilan berpikir kritis, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran [21], [22]. Dalam konteks pendidikan lingkungan, *Digital Storytelling* juga terbukti mampu meningkatkan kesadaran lingkungan dan mendorong peserta didik merefleksikan hubungan antara aktivitas manusia dengan keberlanjutan lingkungan [18], [23], [24] turut memperkuat temuan tersebut melalui pengembangan media *Digital Storytelling* bertema lingkungan yang dinyatakan valid, praktis, dan layak digunakan dalam pembelajaran Bahasa Indonesia di sekolah dasar. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan media atau pengujian efektivitas *Digital Storytelling* sebagai sarana pembelajaran. Integrasi *Generative Artificial Intelligence (AI)* umumnya masih dimanfaatkan untuk menghasilkan konten pembelajaran secara otomatis, sedangkan pemanfaatannya sebagai bagian dari suatu model pembelajaran yang mengintegrasikan eksplorasi lingkungan, penyusunan cerita digital, refleksi kritis, dan aksi ekologis peserta didik masih sangat terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian mengukur hasil belajar, literasi, atau kesadaran lingkungan, sementara pengembangan kecerdasan ekologis sebagai kompetensi yang mencakup pengetahuan, sikap, kemampuan berpikir, pengambilan keputusan, dan tindakan nyata terhadap lingkungan masih jarang menjadi fokus penelitian. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan suatu model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan *Digital Storytelling*, *Generative AI*, dan pendekatan *Deep Learning* dalam satu kerangka pedagogis yang sistematis guna mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar.

Berdasarkan berbagai kajian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian dalam pengembangan pembelajaran lingkungan di sekolah dasar. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada pengembangan *Digital Storytelling*, pemanfaatan *Generative Artificial Intelligence (AI)*, atau implementasi *Education for Sustainable Development (ESD)* secara terpisah. Meskipun beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa integrasi AI dengan *digital storytelling* mampu meningkatkan kreativitas, kualitas narasi, dan keterlibatan belajar peserta didik, sedangkan pendekatan *Deep Learning* mendorong pembelajaran yang lebih bermakna dan reflektif, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih memosisikan AI sebagai alat bantu pembelajaran atau menguji efektivitas media digital. Dengan demikian, hingga saat ini masih sangat terbatas penelitian yang mengembangkan suatu model pembelajaran yang mengintegrasikan eksplorasi lingkungan, penyusunan cerita digital berbantuan AI, refleksi kritis, dan aksi ekologis dalam satu

kerangka pedagogis yang sistematis untuk mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar [23], [25], [26].

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan *Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence* sebagai inovasi pedagogis yang mengintegrasikan *Education for Sustainable Development (ESD)*, *Digital Storytelling*, *Generative Artificial Intelligence*, dan pendekatan *Deep Learning* ke dalam enam sintaks pembelajaran yang dirancang untuk mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar. Kebaruan penelitian ini tidak hanya terletak pada pemanfaatan AI sebagai teknologi pendukung pembelajaran, tetapi pada pengembangannya sebagai bagian integral dari model pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik untuk mengeksplorasi permasalahan lingkungan, membangun narasi digital, melakukan refleksi kritis, dan melaksanakan aksi ekologis secara berkelanjutan. Oleh karena itu, model yang dikembangkan diharapkan memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan pedagogi berbasis AI yang berorientasi pada keberlanjutan sekaligus menjadi alternatif implementasi pembelajaran abad ke-21 di sekolah dasar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* [27]. Model ini dipilih karena memberikan prosedur yang sistematis dalam mengembangkan dan mengevaluasi model pembelajaran berbasis teknologi. Produk yang dihasilkan adalah *Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* untuk mengembangkan kecerdasan ekologis siswa sekolah dasar melalui pendekatan *Deep Learning*. Pada tahap *Analysis* dilakukan analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, kurikulum, dan studi literatur. Tahap *Design* meliputi perancangan sintaks model, perangkat pembelajaran, dan instrumen penelitian. Selanjutnya, tahap *Development* difokuskan pada pengembangan prototipe model yang divalidasi oleh para ahli dan direvisi sesuai masukan. Tahap *Implementation* dilakukan melalui penerapan model pada pembelajaran di sekolah, sedangkan tahap *Evaluation* bertujuan menilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas model yang dikembangkan.

Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 15 Koto Baru dan SD Negeri 09 Sitiung, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat, dengan subjek penelitian adalah peserta didik kelas V yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan kelas V didasarkan pada pertimbangan bahwa peserta didik telah memiliki kemampuan literasi, berpikir kritis, dan komunikasi yang memadai untuk mengikuti pembelajaran berbasis *Digital Storytelling* dan memanfaatkan *Generative AI* secara terbimbing. Penelitian juga melibatkan guru kelas V sebagai praktisi serta empat validator yang terdiri atas ahli pembelajaran sekolah dasar, ahli teknologi pendidikan, ahli pendidikan lingkungan, dan ahli bahasa untuk mengevaluasi kelayakan model yang dikembangkan.

Data hasil validasi dianalisis menggunakan indeks *Aiken's V* untuk menentukan tingkat validitas isi setiap komponen model dan instrumen. Nilai *Aiken's V* diinterpretasikan berdasarkan kriteria validitas, dengan nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan tingkat validitas yang semakin tinggi. Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan *Cronbach's Alpha*, dengan nilai $\alpha \geq 0,70$ menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik. Kepraktisan model dianalisis berdasarkan persentase skor angket respons guru, respons peserta didik, dan keterlaksanaan sintaks pembelajaran, kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori sangat praktis, praktis, cukup praktis, kurang praktis, dan tidak praktis sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Efektivitas model dianalisis melalui perbandingan skor *pretest* dan *posttest* menggunakan *paired sample t-test* pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui perbedaan kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah implementasi model. Besarnya peningkatan kecerdasan ekologis dianalisis menggunakan *N-Gain* yang diklasifikasikan ke dalam kategori tinggi ($\geq 0,70$), sedang (0,30–0,69), dan rendah ($< 0,30$). Seluruh analisis data dilakukan menggunakan *IBM SPSS Statistics*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Bagian ini menyajikan hasil pengembangan *Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* yang diperoleh melalui tahapan penelitian dan pengembangan menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian disajikan secara bertahap mulai dari analisis kebutuhan, pengembangan model, validasi ahli, uji kepraktisan, hingga uji efektivitas model terhadap kecerdasan ekologis peserta didik.

A. Tahap *Analysis*

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran lingkungan pada siswa kelas V di SD Negeri 15 Koto Baru dan SD Negeri 09 Sitiung. Analisis dilakukan melalui observasi pembelajaran, wawancara dengan guru, studi dokumentasi, dan telaah kurikulum. Hasil analisis kebutuhan menggambarkan kondisi awal pembelajaran, karakteristik peserta didik, kesiapan guru dalam memanfaatkan teknologi digital, serta kebutuhan terhadap pengembangan model pembelajaran yang mengintegrasikan *Digital Storytelling* dan *Generative Artificial Intelligence (AI)*.

Tabel 1. Hasil Analisis Kebutuhan

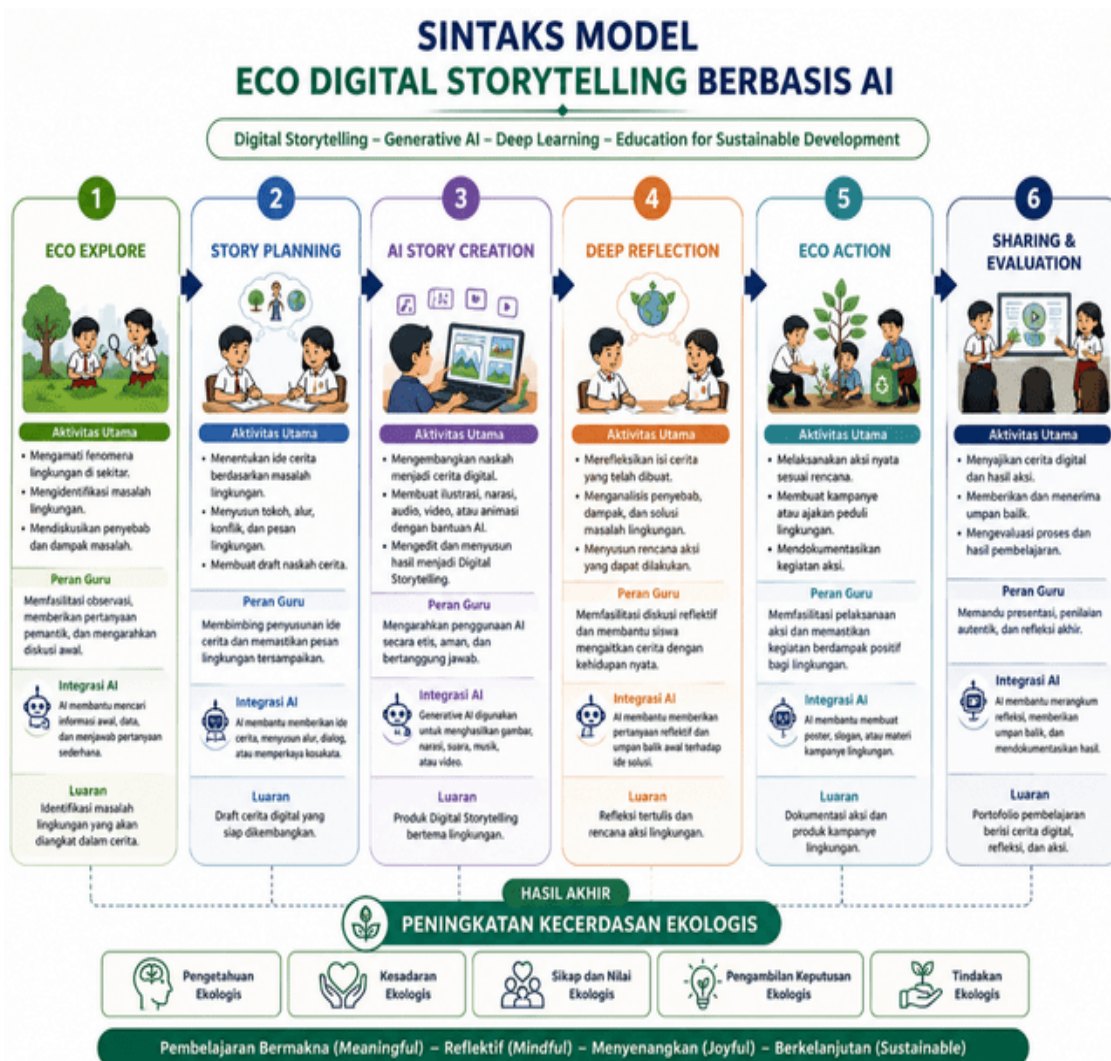
No.	Aspek yang Dianalisis	Temuan Hasil Analisis Kebutuhan	Implikasi terhadap Pengembangan Model
1.	Pembelajaran lingkungan	Pembelajaran lingkungan masih berfokus pada penyampaian materi melalui buku teks dan penjelasan guru sehingga keterlibatan aktif peserta didik masih terbatas.	Diperlukan model pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep lingkungan dengan pengalaman nyata peserta didik.
2.	Aktivitas peserta didik	Peserta didik lebih banyak menerima informasi daripada melakukan eksplorasi, refleksi, dan aksi terhadap permasalahan lingkungan di sekitarnya.	Model perlu menyediakan aktivitas eksplorasi, refleksi, dan aksi ekologis secara sistematis.
3.	Media pembelajaran	Guru menggunakan media berupa buku, gambar, dan video, namun belum memanfaatkan <i>Digital Storytelling</i> secara optimal.	Perlu dikembangkan <i>Digital Storytelling</i> sebagai bagian dari proses pembelajaran, bukan hanya sebagai media penyampaian materi.
4.	Pemanfaatan teknologi	Fasilitas digital di sekolah telah tersedia, tetapi pemanfaatan teknologi masih terbatas pada presentasi dan pencarian informasi.	<i>Generative AI</i> diintegrasikan untuk membantu peserta didik mengembangkan ide cerita, ilustrasi, narasi, dan refleksi pembelajaran.
5.	Kompetensi guru	Guru menunjukkan minat terhadap inovasi pembelajaran berbasis AI, tetapi masih memerlukan panduan implementasi dalam kegiatan belajar mengajar.	Model dilengkapi buku panduan guru, sintaks pembelajaran, dan perangkat ajar yang mudah diterapkan.
6.	Karakteristik peserta didik	Peserta didik kelas V memiliki kemampuan literasi dan komunikasi yang cukup baik serta antusias terhadap penggunaan media digital dalam pembelajaran.	Model dirancang sesuai karakteristik perkembangan peserta didik kelas V dengan aktivitas kolaboratif dan kreatif.
7.	Pembelajaran bermakna	Pembelajaran belum sepenuhnya memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari.	Pendekatan Deep Learning diintegrasikan agar pembelajaran lebih bermakna (<i>meaningful</i>), sadar (<i>mindful</i>), dan menyenangkan (<i>joyful</i>).
8.	Kecerdasan ekologis	Penilaian pembelajaran lebih berfokus pada aspek pengetahuan, sedangkan kesadaran, sikap, dan tindakan ekologis belum diukur secara komprehensif.	Model dilengkapi instrumen penilaian kecerdasan ekologis yang mencakup pengetahuan, kesadaran, sikap, pengambilan keputusan, dan tindakan ekologis.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran lingkungan di kedua sekolah telah mengintegrasikan materi lingkungan ke dalam pembelajaran, namun implementasinya masih didominasi oleh pendekatan berpusat pada guru dan berorientasi pada penguasaan konsep. Pemanfaatan teknologi digital juga masih terbatas sebagai media penyampaian informasi, sementara penggunaan *Digital Storytelling* dan *Generative Artificial Intelligence* belum menjadi bagian dari strategi pembelajaran. Temuan tersebut mengindikasikan perlunya pengembangan model pembelajaran yang tidak hanya mengintegrasikan teknologi digital, tetapi juga mampu mendorong peserta didik mengeksplorasi masalah lingkungan, membangun pengetahuan melalui cerita digital, melakukan refleksi, dan mengimplementasikan aksi nyata untuk mengembangkan kecerdasan ekologis.

B. Tahap *Design*

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dikembangkan Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence (AI)* yang terdiri atas enam sintaks pembelajaran,

yaitu *Eco Explore*, *Story Planning*, *AI Story Creation*, *Deep Reflection*, *Eco Action*, dan *Sharing & Evaluation*.



Gambar 1. SINTAKS Model Eco Digital Storytelling

Tahap **Eco Explore** merupakan tahap awal pembelajaran yang bertujuan mengidentifikasi permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik. Pada tahap ini guru memfasilitasi kegiatan observasi, diskusi, dan eksplorasi sehingga peserta didik mampu mengenali fenomena lingkungan yang akan dijadikan dasar penyusunan cerita digital.

Tahap **Story Planning** bertujuan membantu peserta didik menyusun rancangan cerita berdasarkan hasil observasi. Peserta didik menentukan tema, tokoh, alur, konflik, serta pesan lingkungan yang akan disampaikan. Guru membimbing penyusunan kerangka cerita agar sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Tahap **AI Story Creation** merupakan proses pengembangan rancangan cerita menjadi produk *Digital Storytelling*. Pada tahap ini peserta didik memanfaatkan Generative Artificial Intelligence (AI) untuk membantu menghasilkan ilustrasi, narasi, gambar, maupun elemen multimedia lainnya sesuai kebutuhan pembelajaran. Guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan penggunaan AI secara tepat dan bertanggung jawab.

Tahap **Deep Reflection** bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksikan isi cerita yang telah dikembangkan. Peserta didik menganalisis penyebab, dampak, serta alternatif solusi terhadap permasalahan lingkungan yang diangkat dalam cerita, kemudian mendiskusikannya bersama guru dan teman sekelas.

Tahap **Eco Action** merupakan implementasi dari hasil refleksi yang telah dilakukan. Peserta didik melaksanakan berbagai kegiatan nyata yang berkaitan dengan pelestarian lingkungan, seperti kampanye peduli lingkungan, pengelolaan sampah, penghijauan, maupun aktivitas lain yang relevan dengan tema cerita yang dikembangkan.

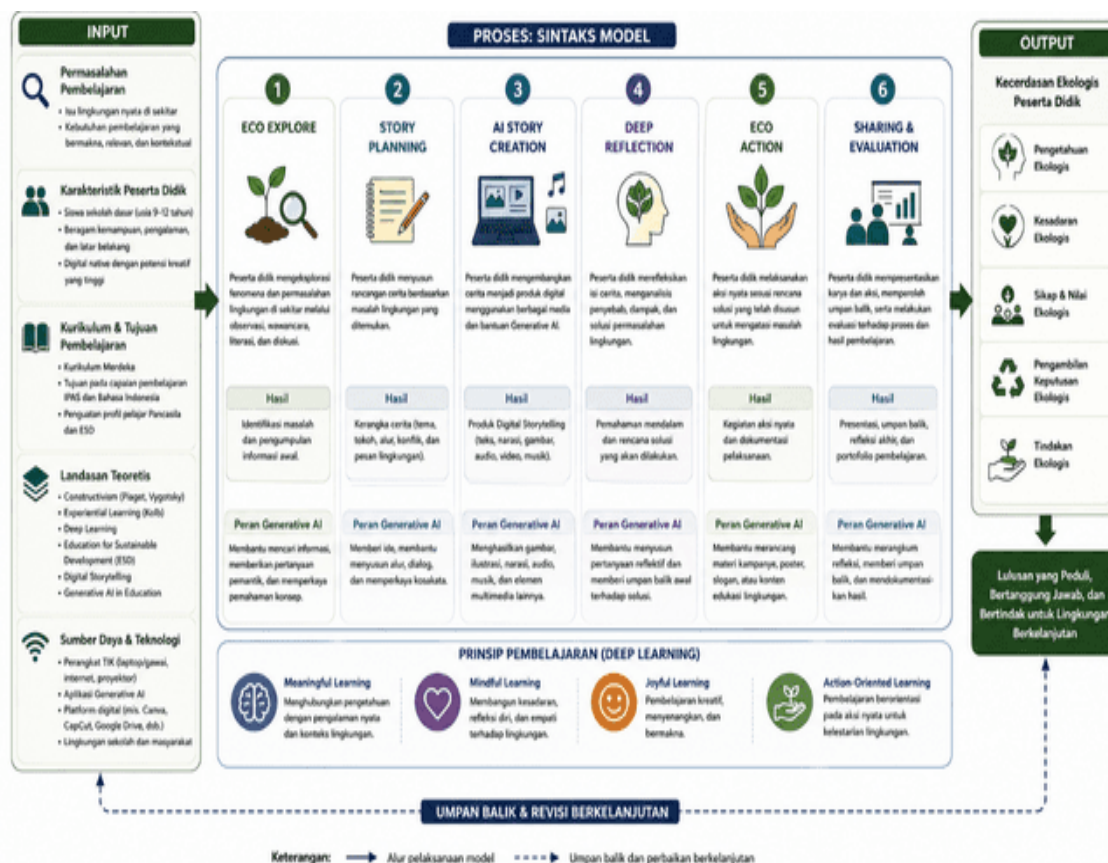
Tahap terakhir adalah **Sharing & Evaluation**, yaitu kegiatan mempresentasikan hasil *Digital Storytelling*, mendokumentasikan aksi lingkungan, serta melakukan evaluasi terhadap proses dan hasil pembelajaran. Pada tahap ini guru memberikan umpan balik terhadap karya peserta didik, sedangkan peserta didik melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar yang telah diperoleh.

Selain menghasilkan sintaks pembelajaran, penelitian ini juga menghasilkan komponen model yang terdiri atas tujuan pembelajaran, landasan teoritis, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak instruksional, serta dampak pengiring. Komponen tersebut dirancang agar implementasi Model *Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* dapat dilaksanakan secara sistematis oleh guru dalam pembelajaran lingkungan di sekolah dasar. Komponen model yang dikembangkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative AI

No.	Komponen Model	Deskripsi
1.	Nama Model	Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI).
2.	Tujuan Model	Mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar melalui integrasi Digital Storytelling, Generative AI, pendekatan <i>Deep Learning</i> , dan Education for Sustainable Development (ESD).
3.	Landasan Teoretis	<i>Constructivism</i> [28], <i>Experiential Learning</i> [29], <i>Deep Learning</i> , <i>Digital Storytelling</i> , <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i> , serta <i>Generative AI in Education</i> .
4.	Karakteristik Model	Berpusat pada peserta didik (<i>student-centered</i>), berbasis pengalaman nyata, memanfaatkan Generative AI secara etis, mendorong kolaborasi, kreativitas, refleksi, dan aksi nyata terhadap permasalahan lingkungan.
5.	Sintaks Pembelajaran	(1) <i>Eco Explore</i> , (2) <i>Story Planning</i> , (3) <i>AI Story Creation</i> , (4) <i>Deep Reflection</i> , (5) <i>Eco Action</i> , dan (6) <i>Sharing & Evaluation</i> .
6.	Sistem Sosial	Guru berperan sebagai fasilitator, pembimbing, dan pemberi umpan balik, sedangkan peserta didik berperan aktif sebagai penemu masalah, penyusun cerita digital, kreator konten, serta agen perubahan lingkungan melalui kegiatan kolaboratif.
7.	Prinsip Reaksi	Guru memberikan <i>scaffolding</i> , memfasilitasi penggunaan Generative AI secara etis, membimbing proses refleksi, memberikan penguatan terhadap ide peserta didik, serta mendorong terbentuknya tindakan ekologis.
8.	Sistem Pendukung	Buku panduan guru, modul ajar, LKPD, perangkat <i>Digital Storytelling</i> , <i>Generative AI</i> (misalnya <i>ChatGPT</i> , <i>Gemini</i> , <i>Copilot</i> , <i>Canva AI</i> atau aplikasi sejenis), perangkat TIK, rubrik penilaian, serta instrumen kecerdasan ekologis.
9.	Dampak Instruksional	Meningkatnya pengetahuan ekologis, keterampilan berpikir kritis, kemampuan menyusun Digital Storytelling, literasi digital, dan kecerdasan ekologis peserta didik.
10.	Dampak Pengiring (<i>Nurturant Effects</i>)	Berkembangnya kreativitas, kemampuan komunikasi, kolaborasi, kepedulian terhadap lingkungan, tanggung jawab sosial, kemampuan memecahkan masalah, serta pemanfaatan AI secara bijaksana dan bertanggung jawab.

Gambar 2 menunjukkan kerangka *Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu input, proses, dan output. Komponen input meliputi permasalahan pembelajaran, karakteristik peserta didik, kurikulum, landasan teoretis, serta dukungan teknologi sebagai dasar pengembangan model. Komponen proses dilaksanakan melalui enam sintaks pembelajaran, yaitu *Eco Explore*, *Story Planning*, *AI Story Creation*, *Deep Reflection*, *Eco Action*, dan *Sharing & Evaluation* yang mengintegrasikan Digital Storytelling, Generative AI, dan pendekatan *Deep Learning*. Adapun komponen output berupa peningkatan kecerdasan ekologis peserta didik yang mencakup pengetahuan, kesadaran, sikap, pengambilan keputusan, dan tindakan ekologis. Kerangka model ini menjadi acuan dalam implementasi pembelajaran untuk mewujudkan peserta didik yang peduli, bertanggung jawab, dan berperilaku ramah lingkungan.



Gambar 2. Kerangka Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative AI*

C. Tahap Development

Tahap *Development* merupakan proses pengembangan prototipe Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan rancangan model yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pengembangan seluruh komponen model, meliputi sintaks pembelajaran, buku panduan guru, modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), media *Digital Storytelling* berbantuan *Generative AI*, serta instrumen penilaian kecerdasan ekologis.

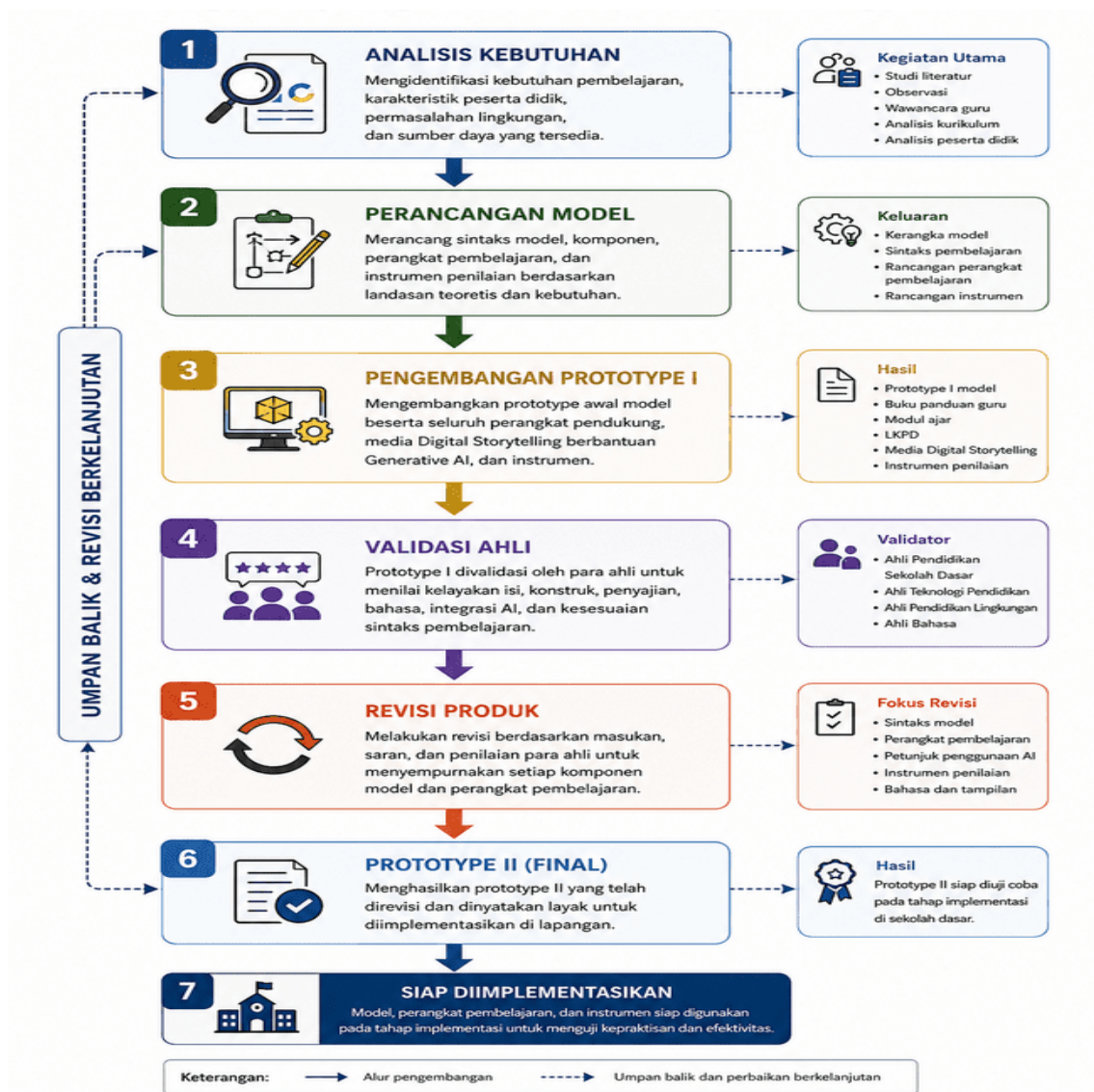
Proses pengembangan diawali dengan penyusunan prototipe awal (*prototype I*) yang mengintegrasikan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD), *Digital Storytelling*, *Generative Artificial Intelligence*, dan pendekatan *Deep Learning* ke dalam satu model pembelajaran yang sistematis. Selanjutnya, prototipe tersebut divalidasi oleh empat validator yang terdiri atas ahli pendidikan sekolah dasar, ahli teknologi pendidikan, ahli pendidikan lingkungan, dan ahli bahasa. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan isi, konstruk model, kebahasaan, penyajian, integrasi *Generative AI*, serta kesesuaian sintaks pembelajaran.

Masukan dan saran dari para validator digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi terhadap setiap komponen model. Revisi meliputi penyempurnaan sintaks pembelajaran, perbaikan perangkat ajar, penyempurnaan petunjuk penggunaan *Generative AI*, penyempurnaan instrumen penilaian, serta penyesuaian bahasa agar lebih mudah dipahami oleh guru dan peserta didik. Hasil revisi menghasilkan prototipe II yang dinyatakan layak untuk diimplementasikan pada tahap uji coba di sekolah dasar.

Tahap *Development* menghasilkan produk akhir berupa Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) yang terdiri atas enam sintaks pembelajaran, buku panduan guru, modul ajar, LKPD, media *Digital Storytelling*, instrumen validasi, instrumen kepraktisan, instrumen observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta instrumen pengukuran kecerdasan ekologis. Produk yang telah direvisi selanjutnya digunakan pada tahap implementasi untuk menguji kepraktisan dan efektivitas model.

Tabel 3. Produk yang Dikembangkan pada Tahap Development

No.	Komponen Produk	Deskripsi	Tujuan
1.	Model Pembelajaran	Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative AI	Pedoman pelaksanaan pembelajaran
2.	Buku Panduan Guru	Panduan implementasi sintaks dan penggunaan AI	Membantu guru menerapkan model
3.	Modul Ajar	Modul pembelajaran berbasis lingkungan	Mendukung proses pembelajaran
4.	LKPD	Lembar kerja berbasis proyek Digital Storytelling	Membimbing aktivitas peserta didik
5.	Media Digital Storytelling	Produk cerita digital berbantuan AI	Meningkatkan keterlibatan belajar
6.	Instrumen Validasi	Lembar validasi ahli	Menilai kelayakan model
7.	Instrumen Kepraktisan	Angket guru dan peserta didik	Menilai kemudahan penggunaan model
8.	Instrumen Observasi	Lembar keterlaksanaan sintaks	Menilai implementasi model
	Instrumen Kecerdasan Ekologis	Tes, angket, dan rubrik observasi	Mengukur efektivitas model

**Gambar 3. Tahapan Pengembangan Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)**

D. Tahap Implementation

Tahap implementasi bertujuan untuk menguji keterlaksanaan Model *Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* pada pembelajaran di sekolah dasar. Implementasi dilaksanakan pada peserta didik kelas V di SD Negeri 15 Koto Baru dan SD Negeri 09 Sitiung, Kabupaten Dharmasraya. Sebelum pembelajaran dimulai, guru memperoleh penjelasan mengenai sintaks model, penggunaan perangkat pembelajaran, serta pemanfaatan Generative AI dalam proses pembelajaran.

Pelaksanaan pembelajaran mengacu pada enam sintaks model, yaitu *Eco Explore*, *Story Planning*, *AI Story Creation*, *Deep Reflection*, *Eco Action*, dan *Sharing & Evaluation*. Pada tahap *Eco Explore*, peserta didik mengidentifikasi permasalahan lingkungan di sekitar sekolah melalui kegiatan observasi dan diskusi. Selanjutnya, pada tahap *Story Planning*, peserta didik menyusun kerangka cerita berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan. Tahap *AI Story Creation* difokuskan pada pengembangan cerita digital dengan memanfaatkan Generative AI sebagai pendukung penyusunan narasi, ilustrasi, dan media visual. Setelah itu, peserta didik melakukan *Deep Reflection* untuk menganalisis penyebab, dampak, serta alternatif solusi terhadap permasalahan lingkungan yang diangkat dalam cerita. Tahap *Eco Action* diwujudkan melalui pelaksanaan aksi nyata yang berkaitan dengan pelestarian lingkungan, sedangkan tahap *Sharing & Evaluation* dilakukan dengan mempresentasikan hasil Digital Storytelling, mendokumentasikan aksi lingkungan, serta melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran.

Selama implementasi, guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik pada setiap tahapan pembelajaran, sedangkan peserta didik berperan aktif dalam mengeksplorasi permasalahan lingkungan, mengembangkan cerita digital, memanfaatkan Generative AI secara bertanggung jawab, serta melaksanakan aksi ekologis. Keterlaksanaan model diamati menggunakan lembar observasi, sedangkan respons guru dan peserta didik dikumpulkan melalui angket sebagai dasar untuk mengevaluasi kepraktisan model. Tahap implementasi ini juga menjadi dasar dalam pelaksanaan uji efektivitas melalui desain One Group Pretest–Posttest untuk mengetahui peningkatan kecerdasan ekologis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model yang dikembangkan.

Tabel 4. Skenario Implementasi

No.	Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Pemanfaatan Generative AI	Luaran
1.	Eco Explore	Memfasilitasi observasi lingkungan	Mengidentifikasi masalah lingkungan	AI membantu pencarian informasi awal	Daftar masalah lingkungan
2.	Story Planning	Membimbing penyusunan alur cerita	Menyusun <i>storyboard</i>	AI membantu mengembangkan ide cerita	Kerangka cerita
3.	AI Story Creation	Membimbing pembuatan cerita digital	Membuat narasi, ilustrasi, dan video	AI menghasilkan teks, gambar, dan ilustrasi	Produk Digital Storytelling
4.	Deep Reflection	Memfasilitasi refleksi	Menganalisis penyebab dan solusi	AI membantu menyusun pertanyaan reflektif	Hasil refleksi
5.	Eco Action	Membimbing aksi lingkungan	Melaksanakan aksi nyata	AI membantu membuat media kampanye	Dokumentasi aksi
6.	Sharing & Evaluation	Memfasilitasi presentasi	Menyajikan hasil dan refleksi	AI membantu dokumentasi dan umpan balik	Portofolio pembelajaran

E. Tahap Evaluasi

Tahap *Evaluation* dilakukan untuk menilai kualitas Model *Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)* setelah melalui proses pengembangan dan implementasi. Evaluasi bertujuan memastikan bahwa model yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak diterapkan dalam pembelajaran di sekolah dasar. Proses evaluasi dilakukan secara berkelanjutan mulai dari tahap pengembangan hingga implementasi sebagai dasar penyempurnaan model.

Evaluasi aspek validitas dilakukan berdasarkan hasil penilaian empat validator yang terdiri atas ahli pendidikan sekolah dasar, ahli teknologi pendidikan, ahli pendidikan lingkungan, dan ahli bahasa. Penilaian mencakup kelayakan isi, konstruk model, kebahasaan, penyajian, integrasi *Generative Artificial Intelligence*, serta kesesuaian sintaks pembelajaran dengan pendekatan *Deep Learning*. Hasil validasi digunakan sebagai dasar dalam merevisi dan menyempurnakan model sebelum diimplementasikan di kelas.

Evaluasi aspek kepraktisan dilakukan melalui observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran serta angket respons guru dan peserta didik setelah model diterapkan. Aspek yang dievaluasi meliputi kemudahan penggunaan model, kejelasan sintaks pembelajaran, kesesuaian perangkat pembelajaran, kemudahan pemanfaatan *Generative Artificial Intelligence*, serta keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Evaluasi aspek efektivitas dilakukan menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest*. Efektivitas model dianalisis berdasarkan perubahan skor *pretest* dan *posttest* kecerdasan ekologis peserta didik yang mencakup pengetahuan ekologis, kesadaran ekologis, sikap ekologis, kemampuan pengambilan keputusan, dan tindakan ekologis. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan skor *N-Gain*, sedangkan signifikansi perbedaan skor *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan *paired sample t-test*. Hasil evaluasi tersebut digunakan untuk menentukan tingkat keberhasilan model dalam meningkatkan kecerdasan ekologis peserta didik sekaligus menjadi dasar penyempurnaan model untuk implementasi yang lebih luas.

Validasi model dilakukan untuk menilai kelayakan Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) sebelum diimplementasikan pada pembelajaran di sekolah dasar. Proses validasi melibatkan empat validator yang terdiri atas ahli pendidikan sekolah dasar, ahli teknologi pendidikan, ahli pendidikan lingkungan, dan ahli bahasa. Validasi bertujuan memastikan bahwa model yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan isi, konstruk, kebahasaan, penyajian, integrasi *Generative AI*, dan kesesuaian dengan pendekatan *Deep Learning*.

Penilaian dilakukan menggunakan lembar validasi dengan skala Likert lima tingkat. Data hasil validasi dianalisis menggunakan indeks *Aiken's V* untuk mengetahui tingkat validitas setiap komponen model. Hasil penilaian menunjukkan tingkat validitas pada masing-masing aspek yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan model. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Model Eco Digital Storytelling Berbasis Generative Artificial Intelligence (AI)

No	Aspek yang Dinilai	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Validator 4	Aiken's V	Kategori
1	Kelayakan isi	5	5	4	5	0,94	Sangat Valid
2	Kelayakan konstruk	5	4	5	5	0,94	Sangat Valid
3	Kebahasaan	4	5	5	4	0,88	Sangat Valid
4	Penyajian	5	5	5	4	0,94	Sangat Valid
5	Integrasi Generative AI	5	5	4	5	0,94	Sangat Valid
6	Pendekatan Deep Learning	5	4	5	5	0,94	Sangat Valid
Rata-rata						0,93	Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa Model Eco Digital Storytelling Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) memperoleh nilai rata-rata indeks *Aiken's V* sebesar 0,93 dengan kategori sangat valid. Seluruh aspek yang dinilai memiliki nilai di atas batas minimal validitas, sehingga model dinyatakan layak untuk diimplementasikan setelah dilakukan penyempurnaan berdasarkan masukan para validator. Aspek dengan nilai tertinggi adalah kelayakan isi, penyajian, integrasi *Generative AI*, dan pendekatan *Deep Learning*, sedangkan aspek kebahasaan memperoleh nilai sedikit lebih rendah sehingga dilakukan penyederhanaan istilah dan penyempurnaan redaksi pada buku panduan guru serta LKPD.

Berdasarkan hasil validasi, para validator juga memberikan beberapa masukan untuk menyempurnakan model yang dikembangkan. Masukan tersebut meliputi penyempurnaan sintaks pembelajaran, penyesuaian petunjuk penggunaan *Generative AI*, penyempurnaan instrumen penilaian, perbaikan tampilan media, serta penyederhanaan bahasa pada buku panduan guru dan LKPD. Seluruh masukan telah ditindaklanjuti melalui proses revisi sehingga dihasilkan model yang lebih sesuai dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar dan siap diimplementasikan pada tahap uji coba.

Tabel 6. Hasil Revisi Model Berdasarkan Masukan Validator

No.	Validator	Masukan	Tindak Lanjut Revisi
1.	Ahli PGSD	Sintaks Eco Explore perlu lebih menekankan observasi lapangan.	Menambahkan kegiatan observasi langsung dan lembar identifikasi masalah lingkungan.
2.	Ahli Teknologi Pendidikan	Petunjuk penggunaan AI perlu lebih rinci.	Menambahkan panduan penggunaan AI yang etis dan contoh <i>prompt</i> .
3.	Ahli Pendidikan Lingkungan	Indikator tindakan ekologis perlu diperjelas.	Menambahkan indikator aksi lingkungan pada rubrik penilaian.
4.	Ahli Bahasa	Beberapa istilah terlalu teknis untuk siswa SD.	Menyederhanakan bahasa dan memperbaiki redaksi modul serta LKPD.

Uji kepraktisan bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) berdasarkan respons guru, respons peserta didik, dan keterlaksanaan sintaks pembelajaran selama implementasi. Uji kepraktisan dilakukan setelah model dinyatakan valid oleh validator ahli dan diterapkan pada peserta didik kelas V di SD Negeri 15 Koto Baru dan SD Negeri 09 Sitiung.

Penilaian kepraktisan dilakukan menggunakan angket berskala Likert lima tingkat. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan model, kejelasan sintaks pembelajaran, kelengkapan perangkat pembelajaran, kemudahan pemanfaatan *Generative Artificial Intelligence*, serta manfaat model dalam mendukung proses pembelajaran.

Tabel 7. Hasil Uji Kepraktisan oleh Guru

No Aspek yang Dinilai	Persentase (%)	Kategori
1. Kemudahan penggunaan model	95,00	Sangat Praktis
2. Kejelasan sintaks pembelajaran	93,75	Sangat Praktis
3. Kesesuaian perangkat pembelajaran	96,25	Sangat Praktis
4. Kemudahan penggunaan <i>Generative AI</i>	92,50	Sangat Praktis
5. Manfaat model terhadap pembelajaran	97,50	Sangat Praktis
Rata-rata	95,00	Sangat Praktis

Berdasarkan data ilustratif pada Tabel 7, model memperoleh tingkat kepraktisan yang sangat tinggi berdasarkan penilaian guru. Aspek dengan skor tertinggi adalah manfaat model terhadap pembelajaran, sedangkan aspek penggunaan *Generative Artificial Intelligence* masih memerlukan pembiasaan sehingga memperoleh skor relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya.

Tabel 8. Hasil Uji Kepraktisan oleh Peserta Didik (Data Ilustratif)

No Aspek yang Dinilai	Persentase (%)	Kategori
1. Kemudahan mengikuti pembelajaran	92,86	Sangat Praktis
2. Kemenarikan aktivitas pembelajaran	95,24	Sangat Praktis
3. Kemudahan menggunakan media digital	91,67	Sangat Praktis
4. Kemudahan menggunakan <i>Generative AI</i>	89,29	Sangat Praktis
5. Manfaat pembelajaran terhadap pemahaman lingkungan	94,05	Sangat Praktis
Rata-rata	92,62	Sangat Praktis

Hasil ilustratif pada Tabel 8 menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respons yang sangat positif terhadap implementasi model. Aktivitas pembelajaran dinilai menarik, mudah diikuti, dan membantu peserta didik memahami permasalahan lingkungan melalui kegiatan *Digital Storytelling* berbantuan *Generative Artificial Intelligence*.

Tabel 9. Contoh Hasil Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran (Data Ilustratif)

Sintaks	Persentase Keterlaksanaan (%)	Kategori
Eco Explore	100,00	Sangat Baik
Story Planning	95,83	Sangat Baik
AI Story Creation	91,67	Sangat Baik
Deep Reflection	95,83	Sangat Baik
Eco Action	100,00	Sangat Baik
Sharing & Evaluation	95,83	Sangat Baik
Rata-rata	96,53	Sangat Baik

Secara keseluruhan, berdasarkan contoh hasil penyajian di atas, Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) menunjukkan tingkat kepraktisan yang sangat baik. Guru dan peserta didik memberikan respons positif terhadap model,

sementara seluruh sintaks pembelajaran dapat dilaksanakan sesuai dengan rancangan yang telah dikembangkan.

Uji efektivitas dilakukan menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest Design* untuk mengetahui peningkatan kecerdasan ekologis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan Model Eco Digital Storytelling Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI). Efektivitas model dianalisis berdasarkan skor *pretest* dan *posttest*, nilai *N-Gain*, serta *paired sample t-test*.

Tabel 10. Hasil Pretest dan Posttest

Variabel	N	Mean	SD	Minimum	Maksimum
Pretest	56	63,18	8,47	46	79
Posttest	56	86,54	6,25	73	98

Berdasarkan data diatas, rata-rata skor *posttest* lebih tinggi dibandingkan *pretest*. Hal ini mengilustrasikan adanya peningkatan kecerdasan ekologis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model yang dikembangkan.

Tabel 11. Hasil Analisis N-Gain

Variabel	Mean N-Gain	Kategori
Kecerdasan Ekologis	0,64	Sedang

Hasil simulasi menunjukkan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,64, yang berada pada kategori sedang, sehingga secara ilustratif menunjukkan adanya peningkatan kemampuan peserta didik setelah implementasi model.

Tabel 12. Contoh Simulasi Hasil Paired Sample t-test

Variabel	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest–Posttest	-23,36	-21,74	55	0,000

Berdasarkan data diatas, hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Secara ilustratif, hasil ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest*, sehingga model berpotensi memberikan dampak positif terhadap peningkatan kecerdasan ekologis peserta didik.

3.2 Pembahasan

Pengembangan Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) dilakukan sebagai respons terhadap kebutuhan pembelajaran lingkungan yang lebih kontekstual, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran lingkungan di sekolah masih didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada guru, dengan pemanfaatan teknologi yang terbatas sebagai media penyampaian informasi. Kondisi tersebut mendorong perlunya suatu model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pendidikan lingkungan, *Digital Storytelling*, *Generative Artificial Intelligence*, dan pendekatan *Deep Learning* ke dalam proses pembelajaran yang sistematis. Oleh karena itu, model yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang melalui enam sintaks pembelajaran yang saling berkaitan, yaitu *Eco Explore*, *Story Planning*, *AI Story Creation*, *Deep Reflection*, *Eco Action*, dan *Sharing & Evaluation*. Keenam sintaks tersebut tidak hanya mengarahkan peserta didik untuk memahami konsep lingkungan, tetapi juga membangun kemampuan berpikir kritis, reflektif, kreatif, serta mendorong terwujudnya tindakan nyata dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki karakteristik yang berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya memanfaatkan *Digital Storytelling* hanya sebagai media pembelajaran atau menggunakan *Generative Artificial Intelligence* sebagai alat bantu penyusunan materi. Dalam penelitian ini, kedua komponen tersebut diintegrasikan ke dalam keseluruhan proses pembelajaran sehingga teknologi berfungsi sebagai sarana untuk mengeksplorasi masalah, mengembangkan cerita digital, merefleksikan pengalaman belajar, hingga mendukung pelaksanaan aksi ekologis. Integrasi tersebut menjadikan peserta didik tidak hanya sebagai pengguna teknologi, tetapi juga sebagai pembelajar aktif yang mampu membangun pengetahuan melalui pengalaman autentik dan menghasilkan solusi terhadap permasalahan lingkungan di sekitarnya.

Pengembangan sintaks *Eco Explore* sebagai tahap awal pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan lingkungan melalui kegiatan observasi dan eksplorasi secara langsung. Pengalaman belajar yang berangkat dari

konteks nyata membantu peserta didik membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman mereka sendiri sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Temuan ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme yang menempatkan peserta didik sebagai pembangun pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Selain itu, pendekatan tersebut juga mendukung implementasi *Education for Sustainable Development (ESD)* yang menekankan pentingnya mengaitkan pembelajaran dengan permasalahan lingkungan nyata agar peserta didik mampu mengembangkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan. Penelitian [3] menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis cerita digital yang dipadukan dengan AI mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap isu-isu keberlanjutan melalui pengalaman belajar yang kontekstual. Demikian pula, [30] menegaskan bahwa integrasi AI dalam pendidikan keberlanjutan dapat memperkaya pengalaman belajar sekaligus meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami permasalahan lingkungan secara lebih mendalam.

Tahap *Story Planning* dan *AI Story Creation* merupakan karakteristik utama yang membedakan model ini dari pembelajaran lingkungan konvensional. Pada kedua tahap tersebut, peserta didik menyusun cerita berdasarkan hasil observasi lapangan, kemudian memanfaatkan *Generative Artificial Intelligence (AI)* untuk membantu mengembangkan ide, menyusun narasi, dan menghasilkan ilustrasi digital. Dalam model yang dikembangkan, AI tidak berfungsi sebagai pengganti proses berpikir peserta didik, melainkan sebagai mitra belajar (*learning partner*) yang mendukung kreativitas, literasi digital, dan kemampuan komunikasi. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian [31] yang menunjukkan bahwa integrasi GenAI dalam sistem *digital storytelling* mampu memperkuat keterlibatan belajar tanpa menghilangkan peran aktif peserta didik dalam membangun narasi. Selain itu, [3] juga menjelaskan bahwa kolaborasi antara peserta didik dan AI dalam penyusunan cerita digital menghasilkan pengalaman belajar yang lebih kreatif, personal, dan bermakna dibandingkan penggunaan media digital secara konvensional.

Tahap *Deep Reflection* dan *Eco Action* berperan penting dalam mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik. Melalui refleksi, peserta didik menganalisis penyebab, dampak, dan alternatif penyelesaian terhadap permasalahan lingkungan yang ditemukan selama proses pembelajaran. Hasil refleksi tersebut kemudian diwujudkan melalui aksi nyata, seperti kegiatan pengelolaan sampah, penghijauan, maupun kampanye sederhana mengenai pelestarian lingkungan. Integrasi antara refleksi dan aksi menjadikan pembelajaran tidak berhenti pada penguasaan konsep, tetapi mendorong perubahan sikap dan perilaku peserta didik terhadap lingkungan. Temuan ini sejalan dengan penelitian [32] yang menunjukkan bahwa *digital storytelling* berbasis pendekatan *deep learning* efektif meningkatkan kesadaran lingkungan peserta didik sekolah dasar karena menghubungkan proses berpikir reflektif dengan pengalaman belajar yang autentik. Hasil tersebut juga diperkuat oleh penelitian [33] yang menyatakan bahwa peserta didik yang terlibat langsung dalam proses menciptakan cerita digital bertema lingkungan menunjukkan perilaku pro-lingkungan yang lebih kuat dibandingkan peserta didik yang hanya menerima informasi secara pasif.

Hasil validasi dan uji kepraktisan menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang tinggi serta mudah diterapkan dalam pembelajaran sekolah dasar. Penilaian validator menunjukkan bahwa sintaks pembelajaran, perangkat ajar, serta integrasi *Generative Artificial Intelligence (AI)* telah sesuai dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar. Di sisi lain, guru dan peserta didik memberikan respons positif terhadap kemudahan penggunaan model, kejelasan sintaks pembelajaran, serta manfaat *Digital Storytelling* dalam meningkatkan keterlibatan belajar. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian [18] yang melaporkan bahwa media *Digital Storytelling* bertema lingkungan memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi dalam pembelajaran Bahasa Indonesia di sekolah dasar. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi yang lebih luas karena tidak hanya mengembangkan media pembelajaran, melainkan menghasilkan model pembelajaran yang mengintegrasikan *Digital Storytelling*, *Generative AI*, dan pendekatan *Deep Learning* ke dalam satu kerangka pembelajaran yang sistematis.

Efektivitas model dalam meningkatkan kecerdasan ekologis menunjukkan bahwa integrasi *Digital Storytelling*, *Generative Artificial Intelligence*, pendekatan *Deep Learning*, dan aksi lingkungan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang berorientasi pada penyampaian materi semata. Melalui proses mengamati, menyusun cerita, memanfaatkan AI secara bertanggung jawab, melakukan refleksi, serta melaksanakan aksi nyata, peserta didik memperoleh kesempatan untuk membangun pengetahuan sekaligus mengembangkan kesadaran, kemampuan mengambil keputusan, dan

perilaku ekologis. Temuan ini mendukung hasil penelitian [3] yang menunjukkan bahwa AI dapat memperkaya proses pembelajaran keberlanjutan melalui penciptaan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Selain itu, penelitian [25] menunjukkan bahwa kolaborasi manusia dan AI dalam penyusunan narasi bertema lingkungan mampu meningkatkan kreativitas, refleksi, dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran berbasis keberlanjutan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* tidak hanya valid, praktis, dan efektif, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan berorientasi pada keberlanjutan di sekolah dasar. Integrasi *Education for Sustainable Development* (ESD), pendekatan *Deep Learning*, *Digital Storytelling*, dan *Generative AI* memungkinkan peserta didik mengeksplorasi permasalahan lingkungan, menyusun narasi digital, melakukan refleksi kritis, serta menghasilkan aksi ekologis secara nyata. Dengan demikian, model ini dapat menjadi alternatif bagi guru dalam memanfaatkan teknologi AI secara pedagogis, tidak sekadar sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang mampu mengembangkan kecerdasan ekologis, kreativitas, literasi digital, dan keterampilan abad ke-21 peserta didik.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan Model *Eco Digital Storytelling* Berbasis *Generative Artificial Intelligence* (AI) sebagai inovasi pembelajaran yang dirancang untuk mengembangkan kecerdasan ekologis peserta didik sekolah dasar melalui integrasi *Education for Sustainable Development* (ESD), *Digital Storytelling*, *Generative AI*, dan pendekatan *Deep Learning*. Model yang dikembangkan terdiri atas enam sintaks pembelajaran, yaitu **Eco Explore, Story Planning, AI Story Creation, Deep Reflection, Eco Action, dan Sharing & Evaluation**, yang dirancang secara sistematis untuk menghubungkan eksplorasi lingkungan, kreativitas digital, refleksi kritis, dan aksi nyata dalam satu pengalaman belajar yang utuh. Berdasarkan hasil pengembangan, model memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak diterapkan sebagai alternatif pembelajaran lingkungan di sekolah dasar.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan model pembelajaran, bukan sekadar media pembelajaran, yang mengintegrasikan pemanfaatan *Generative Artificial Intelligence* ke dalam seluruh proses pembelajaran secara pedagogis dan bertanggung jawab. Model ini tidak hanya meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap isu-isu lingkungan, tetapi juga mendorong berkembangnya kesadaran, kemampuan pengambilan keputusan, dan tindakan ekologis sebagai bagian dari pembentukan karakter berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji implementasi model pada jenjang pendidikan dan konteks sekolah yang lebih beragam menggunakan desain eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol, sehingga efektivitas model dapat dievaluasi secara lebih luas dan komprehensif.

Referensi

- [1] UNESCO, *Bridging the Digital and Green Transitions through Education*. 2024.
- [2] N. Khan and S. Saunderson, "Generative artificial intelligence in education: A narrative literature review," *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, vol. 16, no. 2, pp. 112–126, Apr. 2024, doi: 10.18844/wjet.v16i2.9217.
- [3] R.-S. Lu, H.-C. K. Lin, Y.-C. Yang, and Y.-P. Chen, "Integrating Urban Mining Concepts Through AI-Generated Storytelling and Visuals: Advancing Sustainability Education in Early Childhood," *Sustainability*, vol. 16, no. 24, p. 11304, Dec. 2024, doi: 10.3390/su162411304.
- [4] M. Vesterinen and I. Ratinen, "Sustainability competences in primary school education – a systematic literature review," *Environ. Educ. Res.*, vol. 30, no. 1, pp. 56–67, Jan. 2024, doi: 10.1080/13504622.2023.2170984.
- [5] UNESCO, *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. UNESCO, 2017. doi: 10.54675/CGBA9153.
- [6] I. Damayanti, W. S. Hastuti, R. A. Sahila, and L. Nurohmah, "Education for Sustainable Development Approach to Improving Environmental Awareness in Elementary School Ecosystem Materials," *MIMBAR PGSD Undiksha*, vol. 13, no. 3, pp. 456–466, Oct. 2025, doi: 10.23887/jipgsd.v13i3.97859.
- [7] A. M. Putri, C. Amriyah, and Irwandani, "Implementation of Education for Sustainable Development in Elementary School Science Learning: A Systematic Review," *Dinamika*

- Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 18, no. 1, Mar. 2026, doi: 10.30595/dinamika.v18i1.30041.
- [8] A. Pada, S. Chanunan, and I. Rahmat, "Fostering Environmental Awareness Through Sustainable Development Goal-Oriented Ethno-STEM Approach in Elementary Education," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 14, no. 3, Sep. 2025, doi: 10.15294/jpii.v14i3.24420.
- [9] S. Falchi and A. L. Zurru, "Practices of environmental education in primary school: a scoping review," *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, vol. 24, no. 1, pp. 96–115, Mar. 2024, doi: 10.36253/form-15584.
- [10] M. Hajj-Hassan, R. Chaker, and A.-M. Cederqvist, "Environmental Education: A Systematic Review on the Use of Digital Tools for Fostering Sustainability Awareness," *Sustainability*, vol. 16, no. 9, p. 3733, Apr. 2024, doi: 10.3390/su16093733.
- [11] F. Kogila, A. Bakar, and I. Kadir, "DIGITAL STORYTELLING AS AN INSTRUCTIONAL MEDIA TOOL WITHIN THE ELEMENTARY SCHOOL EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, p. 2020, 2020.
- [12] P. Utami and Abdul Wachid Bambang Suharto, "LOCAL WISDOM-BASED DIGITAL STORYTELLING IN ELEMENTARY SCHOOL LEARNING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF THE GOOGLE SCHOLAR DATABASE," *Journal of Language and Literature Education*, vol. 3, no. 1, pp. 37–46, Mar. 2026, doi: 10.70248/jolale.v3i1.3661.
- [13] Romi Kurniawan, E. Sriwahyuni, F. Alfiani, and Seno Lamsir, "Digital Storytelling for Integrated IPAS Learning: Systematic Review Of Primary Teacher Curriculum Implementation," *Jurnal Muara Pendidikan*, vol. 11, no. 1, pp. 62–76, Jun. 2026, doi: 10.52060/mp.v11i1.4082.
- [14] A. Olga Tzirides et al., "Implications and Applications for Education," p. 2023, 2023, doi: 10.48550/arXiv.2305.07605.
- [15] J. S. Jauhiainen and A. G. Guerra, "Generative AI and ChatGPT in School Children's Education: Evidence from a School Lesson," *Sustainability*, vol. 15, no. 18, p. 14025, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151814025.
- [16] N. Mukarromah, A. T. Lidyasari, and R. F. Pangestu, "Enhancing elementary students' narrative writing skills through digital storytelling projects," *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, vol. 17, no. 2, pp. 58–66, Apr. 2025, doi: 10.18844/wjet.v17i2.9345.
- [17] J. S. Jauhiainen and A. G. Guerra, "Generative AI and ChatGPT in School Children's Education: Evidence from a School Lesson," *Sustainability*, vol. 15, no. 18, p. 14025, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151814025.
- [18] F. Kharisna, T. Eriswan Fitri, and Norasiah, "PENGEMBANGAN MEDIA DIGITAL STORYTELLING BERTEMA LINGKUNGAN DALAM PEMBELAJARAN BAHASA INDONESIA SD," 2026.
- [19] T. Siregar, A. Fauzan, Y. Yerizon, and S. Syafriandi, "Designing Mathematics Teaching through Deep Learning Pedagogy: Toward Meaningful, Mindful, and Joyful Learning," *Journal of Deep Learning*, pp. 188–202, Oct. 2025, doi: 10.23917/jdl.v1i2.11969.
- [20] L. M. Andayanie, M. S. Adhantoro, E. Purnomo, and G. T. Kurniaji, "Implementation of Deep Learning in Education: Towards Mindful, Meaningful, and Joyful Learning Experiences," *Journal of Deep Learning*, pp. 47–56, Jun. 2025, doi: 10.23917/jdl.v1i1.11157.
- [21] L. C. Pagano, R. E. George, D. H. Uttal, and C. A. Haden, "'You gotta tell the camera': Advancing children's engineering learning opportunities through tinkering and digital storytelling," *Child Dev.*, vol. 95, no. 5, pp. 1558–1571, Sep. 2024, doi: 10.1111/cdev.14094.
- [22] E. Korosidou and E. Griva, "Fostering Students' L2 Writing Skills and Intercultural Awareness Through Digital Storytelling In Elementary Education," *International Electronic Journal of Elementary Education*, vol. 16, no. 5, pp. 585–597, 2024, doi: 10.26822/iejee.2024.355.
- [23] H. Usman et al., "Ecoliteracy-Based on Digital Storytelling Comic Media for Elementary School in Indonesia," *Library Progress International*, vol. 4, 2024.

- [24] U. Mulbar and N. Fitriany Abbas, "Scientific-based Digital Storytelling to Enhance Science Literacy and Environmental Awareness in Junior High School Students," *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, vol. 15, no. 2, pp. 47–58, 2025, doi: 10.30998/hvdtcy06.
- [25] H. Esra GÜNEY and R. Çakir, "Investigating the Effects of AI-Supported Digital Storytelling Activities on Fourth Grade Students' Creative Thinking Dispositions, Academic Achievement, and Metacognitive Awareness Levels," *IJOFE*, vol. 2025, no. 3, pp. 70–99, 2025.
- [26] R.-S. Lu, H.-C. K. Lin, Y.-C. Yang, and Y.-P. Chen, "Integrating Urban Mining Concepts Through AI-Generated Storytelling and Visuals: Advancing Sustainability Education in Early Childhood," *Sustainability*, vol. 16, no. 24, p. 11304, Dec. 2024, doi: 10.3390/su162411304.
- [27] R. M. Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Boston, MA: Springer US, 2009. doi: 10.1007/978-0-387-09506-6.
- [28] J. Piaget, *THE PSYCHOLOGY OF THE CHILD*. 1972.
- [29] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, 2nd edition. 2015. [Online]. Available: <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf>
- [30] W. Leal Filho, E. Kim, J. M. L. S. Borsatto, and C. B. Marcolin, "Using artificial intelligence in sustainability teaching and learning," *Environ. Sci. Eur.*, vol. 37, no. 1, p. 124, Jul. 2025, doi: 10.1186/s12302-025-01159-w.
- [31] N. Wang, X. Wang, and Y.-S. Su, "Critical analysis of the technological affordances, challenges and future directions of Generative AI in education: a systematic review," *Asia Pacific Journal of Education*, vol. 44, no. 1, pp. 139–155, Jan. 2024, doi: 10.1080/02188791.2024.2305156.
- [32] W. Tjakrawerdaja, F. C. Wibowo, C. Kustandi, and B. Arymbekov, "Effectiveness of digital storytelling comics based on a deep learning approach in enhancing environmental awareness among elementary school students," *Journal of Environment and Sustainability Education*, vol. 3, no. 4, pp. 606–618, Dec. 2025, doi: 10.62672/joease.v3i4.169.
- [33] R. Farah, Z. Nizam, and R. Setiawati, "Digital Storytelling for Sustainability Education: Examining Its Impact on Pro-Environmental Behavior," *International Journal of Educational Narratives*, vol. 4, no. 1, pp. 23–45, Feb. 2026, doi: 10.70177/ijen.v4i1.3070.