

Inovasi Gamifikasi Program TerraGo untuk Membangun Budaya Sekolah Hijau Siswa Sekolah Dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Received: 03/11/2025
Accepted: 26/12/2025
Published: 31/12/2025

¹Subri Rahmadani, ²Frans Tory Damara Pradipta
¹Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia
²Ilmu Politik, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

¹subrirhmdn61@gmail.com *Corresponding author
²franstory24@gmail.com

How to cite :

Rahmadani, S., & Pradipta, F. T. D. (2025). Inovasi Gamifikasi Program Terrago untuk Membangun Budaya Sekolah Hijau Siswa Sekolah Dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(1), 57-77. <https://doi.org/10.51574/judikdas.v5i1.5818>

Abstract

This study aims to design the TerraGo Program as a gamification innovation for developing a green school culture among elementary school students in the Bangka Belitung Islands Province. This study uses a literature review approach to identify principles of environmental education, gamification, character development, and the use of local potential as the basis for developing the TerraGo design. The findings resulted in a TerraGo design integrating seven components: TerraJoin, TerraMission, TerraScan, TerraPoint, TerraReward, TerraChallenge, and Green Impact Feedback. These seven components connect student participation, environmental activities, verification, point recording, rewards, challenges, and feedback on the impacts of activities within an integrated program. TerraGo is designed to be implemented flexibly through digital platforms or non-digital mechanisms according to the conditions and facilities available at each school. The design also considers program feasibility, teacher workload, and student data protection. This study is limited to a conceptual design and has not empirically tested the effectiveness of TerraGo in changing students' environmental behavior. Further validation and pilot testing are needed to assess the feasibility, user acceptance, implementation, and sustainability of the program in elementary schools.

Keywords: Gamification, Environmental Education, Green School Culture, Elementary School Students, Terrago

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang Program TerraGo sebagai inovasi gamifikasi untuk membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penelitian menggunakan pendekatan kajian literatur untuk mengidentifikasi prinsip pendidikan lingkungan, gamifikasi, pembentukan karakter, serta pemanfaatan potensi lokal yang menjadi dasar pengembangan rancangan TerraGo. Hasil kajian menghasilkan rancangan TerraGo yang mengintegrasikan tujuh komponen, yaitu TerraJoin, TerraMission, TerraScan, TerraPoint, TerraReward, TerraChallenge, dan Green Impact Feedback. Ketujuh komponen tersebut menghubungkan keterlibatan siswa, aktivitas lingkungan, verifikasi, pencatatan poin, penghargaan, tantangan, dan umpan balik mengenai dampak kegiatan dalam satu rangkaian program. TerraGo dirancang agar dapat diterapkan secara fleksibel melalui platform digital maupun mekanisme non-digital sesuai dengan kondisi dan fasilitas sekolah. Rancangan ini juga mempertimbangkan keterlaksanaan program, beban kerja

guru, serta perlindungan data siswa dalam penerapannya. Penelitian ini masih terbatas pada rancangan konseptual dan belum menguji efektivitas TerraGo terhadap perubahan perilaku siswa. Uji coba dan validasi lebih lanjut diperlukan untuk menilai kelayakan, penerimaan pengguna, keterlaksanaan, dan keberlanjutan program di sekolah dasar.

Kata Kunci: Gamifikasi, Pendidikan Lingkungan, Budaya Sekolah Hijau, Siswa Sekolah Dasar, Terrago

Pendahuluan

Persoalan lingkungan merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari yang perlu dikenalkan kepada anak sejak pendidikan dasar karena pembentukan kebiasaan pada usia sekolah memiliki keterkaitan dengan perkembangan karakter dan tanggung jawab sosial siswa. Pendidikan lingkungan di sekolah dasar tidak cukup diarahkan pada penguasaan pengetahuan mengenai pencemaran, sampah, dan konservasi, tetapi perlu memberikan pengalaman yang mendorong siswa untuk memahami serta mempraktikkan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari ([Widyastuti & Puspita, 2020](#)). Penguatan kepedulian lingkungan juga semakin relevan dalam konteks wilayah Kepulauan Bangka Belitung yang menghadapi persoalan ekologis berkaitan dengan aktivitas pertambangan timah dan perubahan lingkungan, sehingga pendidikan berbasis potensi lokal dapat menjadi salah satu pendekatan untuk memperkenalkan kepedulian terhadap lingkungan kepada anak sejak usia dini ([Rahmadani & Pradipta, 2026](#)). Sekolah memiliki posisi strategis dalam membentuk kebiasaan ekologis karena aktivitas belajar berlangsung secara rutin dan melibatkan interaksi antara siswa, guru, lingkungan fisik, serta komunitas sekolah. Budaya sekolah yang peduli lingkungan dapat dibangun melalui praktik sederhana seperti memilah sampah, mengurangi penggunaan barang sekali pakai, merawat tanaman, menjaga kebersihan kelas, dan menggunakan sumber daya secara bertanggung jawab. Pengalaman pendidikan lingkungan pada tingkat dasar juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis permainan dapat membantu menjadikan isu kebersihan dan lingkungan lebih dekat dengan pengalaman belajar siswa ([Satrio & Rini, 2022](#)). Pendekatan berbasis permainan memiliki potensi lebih lanjut karena pembelajaran digital berbasis permainan telah digunakan untuk memperkenalkan isu lingkungan kepada siswa sekolah dasar sekaligus meningkatkan penerimaan mereka terhadap teknologi pembelajaran ([Cheng et al., 2013](#)). Tantangan yang muncul adalah bagaimana mengubah pengetahuan lingkungan menjadi perilaku yang dilakukan secara berulang dan akhirnya berkembang menjadi budaya sekolah. Pengetahuan mengenai lingkungan tidak selalu menghasilkan perilaku pro-lingkungan apabila siswa tidak memperoleh pengalaman, dorongan, dan mekanisme partisipasi yang membuat tindakan tersebut menarik untuk dilakukan secara konsisten ([Fitri, 2024](#)). Pengalaman implementasi program lingkungan pada institusi pendidikan menunjukkan bahwa keberhasilan program tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan kebijakan dan fasilitas, tetapi juga oleh strategi yang mampu menumbuhkan kesadaran dan keterlibatan warga pendidikan secara berkelanjutan ([Rachmadian et al., 2025](#)). Kajian mengenai program pendidikan lingkungan juga memperlihatkan bahwa keterlibatan peserta didik perlu ditempatkan sebagai bagian dari proses pengelolaan lingkungan, bukan hanya sebagai penerima informasi mengenai pentingnya keberlanjutan ([Maulinda et al., 2025](#)).

Gamifikasi menawarkan pendekatan yang dapat menjembatani kebutuhan tersebut dengan memasukkan elemen permainan seperti misi, poin, penghargaan, tantangan, umpan

balik, dan kompetisi ke dalam aktivitas pendidikan tanpa mengubah tujuan utama pembelajaran. Pada pendidikan dasar, gamifikasi telah digunakan untuk meningkatkan kesadaran ekologis sekaligus literasi digital melalui aktivitas pembelajaran yang lebih interaktif dan partisipatif (Ricoy & Sánchez-Martínez, 2022). Pemanfaatan ClassCraft dalam pembelajaran mengenai mobilitas berkelanjutan juga menunjukkan bahwa lingkungan belajar berbasis permainan dapat digunakan untuk meningkatkan pengetahuan dan ketertarikan siswa sekolah dasar terhadap isu keberlanjutan (Sipone et al., 2021). Pendekatan permainan kooperatif juga memiliki peluang untuk mendorong keterlibatan pro-lingkungan dengan menempatkan peserta didik dalam pengalaman belajar yang membutuhkan interaksi dan kerja bersama (Vázquez-Vílchez et al., 2021). Perkembangan penelitian tersebut memperlihatkan bahwa gamifikasi mulai digunakan dalam pendidikan lingkungan, tetapi sebagian kajian masih berfokus pada peningkatan pengetahuan, kesadaran, literasi lingkungan, atau keterlibatan siswa dalam aktivitas pembelajaran tertentu. Penggunaan teknologi *Internet of Things* dan gamifikasi dalam pendidikan lingkungan, misalnya, telah diarahkan pada pembentukan perilaku hemat energi di lingkungan sekolah, tetapi pendekatan tersebut lebih menekankan penggunaan perangkat dan pemantauan konsumsi energi daripada pembentukan ekosistem kebiasaan ekologis siswa secara menyeluruh (Mylonas et al., 2023). Penelitian mengenai *digital game-based learning* juga menunjukkan hubungan antara permainan, kemampuan berpikir kritis, dan literasi lingkungan siswa sekolah dasar, tetapi belum secara khusus merancang sistem yang menghubungkan tindakan ekologis sehari-hari siswa dengan mekanisme pencatatan, verifikasi, apresiasi, dan pembentukan budaya sekolah (Tsai & Chuang, 2019). Perkembangan terbaru melalui *EcoHeroes* memperlihatkan semakin kuatnya arah penggunaan gamifikasi berbasis perangkat seluler dalam pendidikan lingkungan sekolah dasar, tetapi ruang pengembangan tetap terbuka untuk model yang lebih kontekstual terhadap kondisi sekolah dan lingkungan lokal Indonesia (Papakostas & Stergiou, 2026). Kesenjangan tersebut menjadi semakin penting ketika pendidikan lingkungan ditempatkan dalam konteks budaya sekolah, karena keberhasilan pembentukan perilaku ekologis tidak hanya ditentukan oleh kemampuan siswa memahami materi tetapi juga oleh adanya lingkungan sosial yang mendukung praktik tersebut. Pengembangan karakter peduli lingkungan pada anak sekolah dasar melalui media *board game* menunjukkan bahwa pendekatan gamifikasi dapat digunakan untuk mengintegrasikan pendidikan karakter dengan pengalaman bermain yang konkret (Leviannur, 2026). Penelitian mengenai *gamification-based learning* dalam pendidikan Pancasila juga menunjukkan bahwa elemen permainan dapat diarahkan pada penguatan pembelajaran *stewardship* lingkungan pada siswa sekolah dasar (Mubarok et al., 2026). Penelitian lain mengenai pembelajaran berbasis permainan digital menunjukkan bahwa permainan dapat digunakan untuk mendorong kesadaran konservasi lingkungan, sehingga pendekatan ini memiliki relevansi untuk dikembangkan menjadi sistem pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan dengan tindakan ekologis siswa (Paitoon et al., 2026).

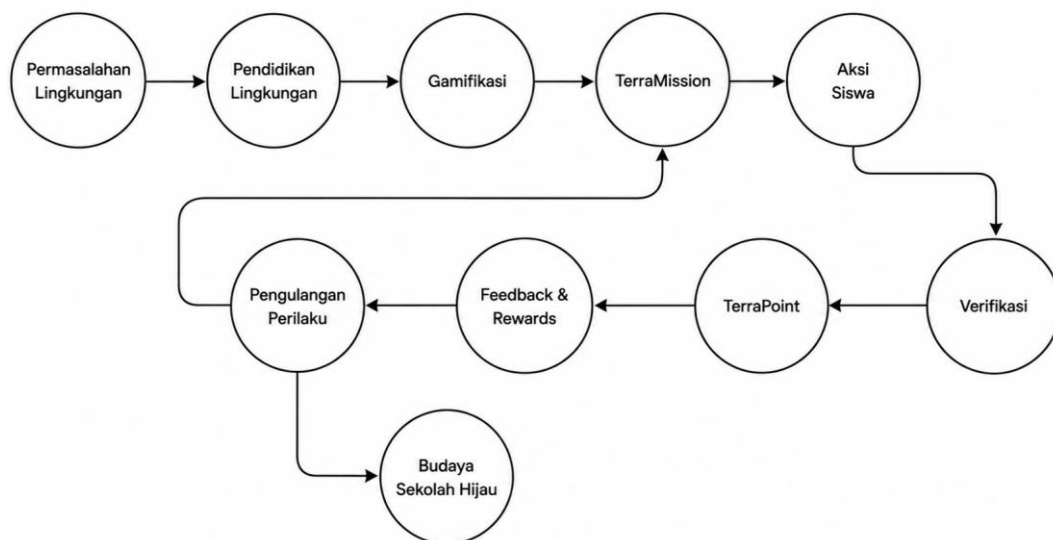
Dalam konteks tersebut, penelitian ini menawarkan *TerraGo* sebagai inovasi gamifikasi program yang diadaptasi untuk membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *TerraGo* pada penelitian ini dikembangkan dari rancangan awal penulis yang sebelumnya disusun sebagai konsep ekosistem gamifikasi berbasis aksi nyata untuk mahasiswa, tetapi rancangan tersebut belum pernah dipublikasikan dalam bentuk artikel atau karya ilmiah. Rancangan awal tersebut menjadi dasar pengembangan *TerraGo* dalam penelitian ini dengan melakukan

penyesuaian terhadap karakteristik siswa sekolah dasar dan lingkungan sekolah. Pengembangan tersebut mencakup perubahan aktor utama dari mahasiswa menjadi siswa sekolah dasar serta perubahan ruang implementasi dari lingkungan perguruan tinggi menuju lingkungan sekolah. Dengan demikian, *TerraGo* dalam penelitian ini bukan merupakan penerapan ulang dari program yang telah dipublikasikan, melainkan pengembangan dari rancangan awal penulis yang disesuaikan dengan kebutuhan pendidikan lingkungan pada jenjang sekolah dasar. *TerraGo* dikembangkan dari gagasan bahwa tindakan lingkungan siswa perlu diubah menjadi pengalaman yang dapat dilakukan, dicatat, diverifikasi, diapresiasi, dan dievaluasi secara berkelanjutan. Mekanisme tersebut kemudian diterapkan melalui aktivitas lingkungan yang sederhana dan sesuai dengan kehidupan siswa di sekolah. *TerraGo* dirancang dengan menghubungkan aktivitas seperti membawa wadah makan atau minum yang dapat digunakan kembali, memilah sampah, menjaga kebersihan kelas, merawat tanaman, mengikuti kegiatan penghijauan, dan menyelesaikan tantangan lingkungan dengan sistem misi dan penghargaan. Setiap aktivitas dapat dikonversi menjadi poin melalui mekanisme verifikasi yang disesuaikan dengan karakteristik siswa dan kapasitas sekolah, sehingga gamifikasi tidak hanya berfungsi sebagai permainan tetapi menjadi instrumen untuk membangun keterlibatan siswa dalam tindakan lingkungan. Model tersebut juga dapat dikembangkan melalui pendekatan berbasis proyek yang menempatkan siswa sebagai pelaku kegiatan dan pembentuk karakter melalui pengalaman nyata, sebagaimana pembelajaran *sociocivic project* dapat digunakan untuk menghubungkan aktivitas siswa dengan penguatan karakter kewargaan (Rahmadani & Pradipta, 2025). Dimensi partisipatif tersebut penting karena pendidikan lingkungan dapat sekaligus menjadi ruang pembentukan tanggung jawab sosial, kerja sama, dan kepedulian terhadap lingkungan bersama. Konteks Bangka Belitung memberikan alasan tambahan bagi pengembangan model tersebut karena pendidikan lingkungan pada anak perlu mempertimbangkan karakter sosial-ekologis wilayah tempat mereka tumbuh. Kajian mengenai pembangunan berkelanjutan di wilayah pascatambang menempatkan pengelolaan lingkungan dan pengembangan alternatif ekonomi sebagai bagian dari kebutuhan transformasi kawasan yang sebelumnya bergantung pada aktivitas pertambangan timah (Pradipta, 2026). Pengembangan green agribusiness pada lahan pascatambang juga memperlihatkan pentingnya kerangka tata kelola dan pemanfaatan sumber daya yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan (Maharani et al., 2026). Perspektif tersebut memperkuat kebutuhan pendidikan yang tidak hanya mengenalkan lingkungan sebagai materi pelajaran, tetapi membangun kesadaran generasi muda mengenai hubungan antara perilaku sehari-hari, kondisi lingkungan lokal, dan keberlanjutan wilayah. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan rancangan *TerraGo* yang sebelumnya masih berupa konsep untuk mahasiswa menjadi inovasi gamifikasi berbasis aksi nyata yang ditujukan kepada siswa sekolah dasar dalam membangun budaya sekolah hijau. Pengembangan ini tidak hanya memindahkan penggunaan *TerraGo* dari perguruan tinggi ke sekolah dasar, tetapi juga menyesuaikan bentuk misi, mekanisme verifikasi, pemberian poin, penghargaan, tantangan, dan umpan balik dengan karakteristik siswa sekolah dasar serta kondisi lingkungan sekolah. *TerraGo* menempatkan siswa sebagai aktor utama melalui integrasi misi lingkungan, sistem poin, verifikasi aktivitas, umpan balik dampak, penghargaan, dan tantangan kolektif dalam satu ekosistem program sekolah. Pendekatan tersebut diharapkan dapat mempertemukan pendidikan lingkungan, gamifikasi, pembentukan karakter, dan partisipasi siswa dalam suatu model yang kontekstual dengan kebutuhan sekolah dasar di Provinsi Kepulauan

Bangka Belitung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis inovasi gamifikasi program *TerraGo* sebagai pendekatan dalam membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain pengembangan konseptual untuk merancang inovasi gamifikasi program *TerraGo* dalam membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Sumber data berupa artikel jurnal, prosiding, dan sumber institusional yang diterbitkan pada 2020–2026, dengan fokus pada pendidikan lingkungan, gamifikasi, pembelajaran sekolah dasar, perilaku pro-lingkungan, serta konteks sosial-ekologis Bangka Belitung. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan informasi berdasarkan kebutuhan pendidikan lingkungan, bentuk aksi ekologis siswa, elemen gamifikasi, partisipasi, dan pembentukan budaya sekolah hijau. Analisis data menggunakan analisis isi kualitatif melalui tahap identifikasi, kategorisasi, interpretasi, dan sintesis. Temuan literatur digunakan untuk menentukan komponen *TerraGo* yang meliputi misi lingkungan, aksi nyata siswa, verifikasi aktivitas, pemberian poin, umpan balik dampak, penghargaan, dan tantangan kolektif. Gamifikasi dipilih karena penelitian sebelumnya menunjukkan potensinya dalam meningkatkan kesadaran ekologis, literasi digital, motivasi, dan keterlibatan siswa sekolah dasar dalam pembelajaran lingkungan (Ricoy & Sánchez-Martínez, 2022). Rancangan *TerraGo* disusun dengan menghubungkan pengetahuan lingkungan dengan tindakan ekologis yang sederhana dan dapat dilakukan secara berulang oleh siswa. Setiap tindakan diarahkan melalui *TerraMission*, diverifikasi, kemudian dikonversi menjadi *TerraPoint* dan diperkuat melalui umpan balik serta penghargaan. Hubungan antarkomponen tersebut dirumuskan dalam alur penelitian berikut.



Gambar 1 Peta Konsep Alur Pengembangan Program *Terrago*

Alur tersebut menunjukkan bahwa gamifikasi digunakan sebagai mekanisme penghubung antara pembelajaran dan aksi nyata siswa. Pengulangan tindakan yang disertai umpan balik dan penghargaan diarahkan untuk membentuk kebiasaan ekologis yang berkembang menjadi budaya sekolah hijau. Pada tahap penelitian ini, keabsahan rancangan

TerraGo dilakukan melalui perbandingan dan sintesis berbagai sumber literatur yang relevan dengan pendidikan lingkungan, karakteristik siswa sekolah dasar, gamifikasi, dan pembentukan budaya sekolah hijau. Proses tersebut digunakan untuk memastikan bahwa setiap komponen yang dirancang memiliki dasar yang sesuai dengan temuan penelitian sebelumnya. Rancangan ini belum melalui validasi ahli maupun uji coba terbatas di sekolah, sehingga hasil penelitian diposisikan sebagai rancangan konseptual yang masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Validasi oleh ahli pendidikan lingkungan, pendidikan dasar, dan gamifikasi serta uji coba terbatas bersama guru dan siswa sekolah dasar dapat dilakukan pada penelitian berikutnya untuk menilai kelayakan, keterlaksanaan, dan kesesuaian *TerraGo* sebelum diterapkan secara lebih luas.

Hasil

Pengenalan Program Terrago, Logo, dan Makna Filosofis

TerraGo merupakan program gamifikasi pendidikan lingkungan yang dirancang untuk membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Program ini mengarahkan siswa untuk mengenal lingkungan melalui aktivitas yang menyenangkan, melakukan tindakan sederhana yang ramah lingkungan, serta membangun kebiasaan melalui rangkaian kegiatan yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari di sekolah. *TerraGo* menempatkan siswa sebagai pelaku utama dalam kegiatan lingkungan sehingga pembelajaran tidak hanya berlangsung melalui penyampaian pengetahuan, tetapi juga melalui pengalaman dan tindakan. Nama *TerraGo* berasal dari penggabungan kata *Terra* yang merujuk pada bumi dan *Go* yang bermakna bergerak atau melangkah. Nama tersebut merepresentasikan ajakan kepada siswa untuk mulai bergerak dalam menjaga lingkungan melalui tindakan sederhana yang dapat dilakukan secara langsung. Gagasan tersebut kemudian dituangkan ke dalam identitas visual *TerraGo* melalui sebuah logo yang dirancang untuk menggambarkan hubungan antara lingkungan, pendidikan, pertumbuhan, dan tindakan.



Gambar 2 Logo Program *Terrago*

Logo *TerraGo* menampilkan bumi sebagai elemen utama yang dikelilingi oleh lintasan berwarna hijau. Pada bagian atas bumi terdapat dua daun yang tumbuh, sedangkan bagian bawahnya menampilkan buku terbuka sebagai dasar ilustrasi. Di sisi kanan terdapat panah berwarna kuning yang mengarah ke depan dan beberapa garis yang memberikan kesan gerak serta energi. Bumi juga dilengkapi dengan ekspresi wajah tersenyum yang

memberikan karakter ramah dan dekat dengan dunia anak. Perpaduan warna hijau, biru, dan kuning digunakan sebagai identitas utama yang memperkuat pesan lingkungan, kehidupan, pertumbuhan, dan semangat untuk melakukan tindakan. Setiap unsur dalam logo tidak hanya berfungsi sebagai elemen dekoratif, tetapi memiliki makna yang berkaitan dengan tujuan pengembangan program *TerraGo*. Bumi menjadi pusat identitas karena lingkungan merupakan fokus utama program, daun menggambarkan pertumbuhan, buku menunjukkan pendidikan sebagai dasar pembentukan perilaku, sedangkan lintasan dan panah menggambarkan proses bergerak menuju tindakan. Makna setiap unsur tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Makna Filosofis Elemen Logo *Terrago*

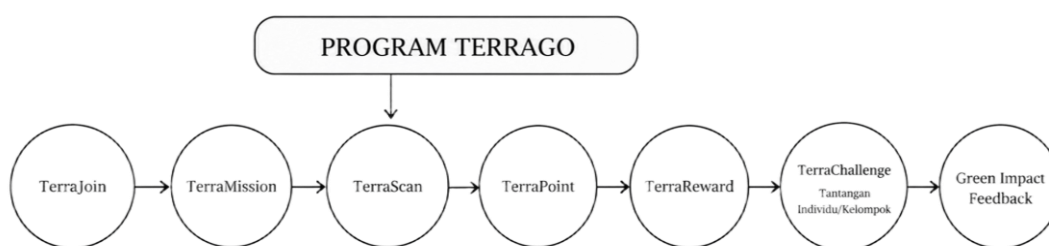
No	Elemen Logo	Makna Filosofis
1	Bumi	Melambangkan lingkungan sebagai ruang kehidupan yang perlu dijaga dan dilestarikan bersama.
2	Dua daun	Melambangkan pertumbuhan, kehidupan, dan siswa sebagai generasi yang sedang berkembang serta memiliki peran dalam menjaga lingkungan.
3	Lintasan hijau	Menggambarkan perjalanan dan proses yang berlangsung secara bertahap dalam membangun kebiasaan peduli lingkungan.
4	Panah kuning	Melambangkan gerakan, keberanian untuk memulai, dan dorongan untuk mengubah pengetahuan menjadi tindakan nyata.
5	Wajah tersenyum	Menggambarkan suasana pembelajaran lingkungan yang menyenangkan, ramah, dan sesuai dengan karakter siswa sekolah dasar.
6	Buku terbuka	Melambangkan pendidikan sebagai dasar dalam membangun pengetahuan, sikap, dan perilaku peduli lingkungan.
7	Warna hijau	Merepresentasikan alam, kehidupan, kepedulian lingkungan, dan keberlanjutan.
8	Warna biru	Merepresentasikan bumi, kehidupan, dan lingkungan sebagai ruang bersama.
9	Warna kuning	Merepresentasikan semangat, energi, optimisme, dan dorongan untuk melakukan perubahan.
10	Tulisan TerraGo	Menegaskan identitas program yang menggabungkan gagasan tentang bumi (Terra) dengan ajakan untuk bergerak dan bertindak (Go).

Berdasarkan makna tersebut, logo *TerraGo* membangun satu kesatuan pesan bahwa pendidikan lingkungan perlu mengantarkan siswa dari proses mengenal lingkungan menuju tindakan nyata. Unsur buku menunjukkan bahwa perubahan berawal dari pendidikan, bumi dan daun menunjukkan lingkungan serta kehidupan, sedangkan lintasan dan panah menunjukkan adanya proses untuk bergerak dan melakukan perubahan. Karakter wajah tersenyum memperkuat pendekatan *TerraGo* yang menempatkan pengalaman belajar yang menyenangkan sebagai bagian dari aktivitas siswa.

Komponen dan Mekanisme Program Terrago

Program *TerraGo* dikembangkan sebagai sistem gamifikasi yang menghubungkan aktivitas lingkungan dengan keterlibatan siswa sekolah dasar dalam membangun budaya sekolah hijau. Program ini terdiri atas *TerraJoin*, *TerraMission*, *TerraScan*, *TerraPoint*, *TerraReward*, *TerraChallenge*, dan *Green Impact Feedback*. Ketujuh komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda dan ditempatkan dalam satu rangkaian kegiatan agar siswa dapat mengikuti aktivitas lingkungan secara terarah, mulai dari mengenal program, menjalankan misi, melakukan verifikasi, memperoleh poin dan apresiasi, mengikuti tantangan, hingga mengetahui dampak dari aktivitas yang telah dilakukan. Pelaksanaan *TerraGo* diawali melalui *TerraJoin*, yaitu tahap ketika siswa diperkenalkan dan dilibatkan dalam program. Pada tahap ini, guru memberikan penjelasan mengenai tujuan *TerraGo*,

jenis kegiatan, aturan permainan, serta cara mengikuti misi. Pendampingan guru diperlukan karena program ditujukan kepada siswa sekolah dasar sehingga mekanisme penggunaan program perlu disampaikan dengan bahasa dan cara yang mudah dipahami siswa. Setelah mengikuti program, siswa dapat menjalankan *TerraMission* yang berisi berbagai misi berkaitan dengan lingkungan sekolah. Misi dirancang dalam bentuk aktivitas yang dapat dilakukan secara langsung, seperti menjaga kebersihan kelas, memilah sampah, merawat tanaman, menghemat air dan energi, mengurangi penggunaan plastik, serta mengikuti kegiatan penghijauan. Jenis aktivitas dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah dan tingkat kelas siswa. Aktivitas yang telah dilakukan kemudian melalui *TerraScan* sebagai tahap verifikasi. Verifikasi diperlukan untuk memastikan bahwa misi yang dilaporkan telah dilaksanakan sebelum siswa memperoleh poin. Dalam penerapannya, verifikasi dapat dilakukan menggunakan kode yang disediakan pada titik kegiatan atau melalui validasi guru. Mekanisme verifikasi mempertahankan konsep *TerraGo* sebelumnya yang menempatkan proses pemeriksaan aktivitas sebagai bagian sebelum pemberian poin. Hasil verifikasi menjadi dasar pemberian *TerraPoint*. Poin digunakan sebagai bentuk pencatatan keterlibatan siswa dalam menjalankan misi lingkungan. Jumlah poin dapat disesuaikan dengan jenis dan tingkat aktivitas yang dilakukan. Pencatatan tersebut memungkinkan siswa dan guru melihat perkembangan partisipasi selama program berlangsung. Poin dan keterlibatan siswa kemudian dapat menjadi dasar pemberian *TerraReward*. Penghargaan diberikan sebagai bentuk apresiasi terhadap siswa yang aktif mengikuti kegiatan *TerraGo*. Bentuk penghargaan dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah, seperti lencana, sertifikat, predikat siswa peduli lingkungan, atau bentuk apresiasi edukatif lainnya. Selain misi yang dilakukan secara individual, *TerraGo* menyediakan *TerraChallenge* sebagai ruang untuk melaksanakan tantangan lingkungan secara individu maupun bersama. Tantangan dapat dilakukan antarsiswa, antarkelompok, maupun antarkelas dengan tema yang ditentukan sekolah. Kegiatan dapat berupa tantangan menjaga kebersihan kelas, pemilahan sampah, perawatan tanaman, penghijauan, atau aktivitas lingkungan lainnya. Keberadaan *TerraChallenge* memberikan variasi kegiatan sekaligus membuka ruang bagi siswa untuk membangun kerja sama dalam menjaga lingkungan sekolah. Hubungan antar komponen tersebut dapat digambarkan melalui mekanisme program berikut.



Gambar 3 Mekanisme Program *Terrago*

Gambar tersebut memperlihatkan bahwa mekanisme utama *TerraGo* berlangsung melalui keterlibatan siswa, pelaksanaan misi, verifikasi, pemberian poin, dan apresiasi. *TerraChallenge* berada sebagai komponen pendukung yang dapat diterapkan selama pelaksanaan program, baik untuk kegiatan individu maupun kelompok. Posisi tersebut memberikan fleksibilitas kepada sekolah untuk menggunakan tantangan sesuai dengan agenda dan kebutuhan kegiatan lingkungan. Rincian fungsi setiap komponen dan mekanisme pelaksanaannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Komponen dan Mekanisme Program *Terrago*

No	Komponen	Mekanisme Pelaksanaan	Hasil bagi Siswa
1	TerraJoin	Siswa diperkenalkan dengan tujuan, aturan, dan cara mengikuti Program TerraGo melalui pendampingan guru.	Siswa memahami program dan terlibat dalam kegiatan TerraGo.
2	TerraMission	Siswa melaksanakan misi lingkungan yang telah ditentukan sesuai dengan tingkat kelas dan kondisi sekolah.	Siswa melakukan tindakan nyata peduli lingkungan.
3	TerraScan	Aktivitas yang telah dilakukan diperiksa melalui mekanisme verifikasi yang disiapkan sekolah.	Aktivitas siswa dinyatakan selesai dan valid.
4	TerraPoint	Poin diberikan berdasarkan misi yang berhasil diselesaikan dan diverifikasi.	Siswa memperoleh catatan pencapaian dan perkembangan partisipasi.
5	TerraReward	Apresiasi diberikan berdasarkan keterlibatan atau pencapaian siswa dalam program.	Siswa memperoleh penghargaan atas partisipasinya.
6	TerraChallenge	Tantangan lingkungan dilaksanakan secara individu, kelompok, atau antarkelas dalam periode tertentu.	Siswa memperoleh pengalaman kolaborasi dan kompetisi yang sehat.
7	Green Impact Feedback	Siswa memperoleh informasi atau umpan balik mengenai dampak dari aktivitas lingkungan yang telah dilakukan, seperti jumlah sampah yang dikurangi, tanaman yang dirawat, atau kegiatan lingkungan yang diikuti.	Siswa mengetahui hasil dari tindakan yang dilakukan dan memahami bahwa aktivitas sederhana mereka memberikan kontribusi terhadap lingkungan sekolah.

Rangkaian tersebut menjadikan *TerraGo* sebagai program yang tidak hanya memberikan aktivitas permainan, tetapi menghubungkan permainan dengan tindakan lingkungan yang dilakukan siswa. Setiap misi memiliki aktivitas yang dapat diamati, diverifikasi, dan diberikan penghargaan sehingga keterlibatan siswa dapat tercatat selama program berlangsung. Pola tersebut memberikan dasar bagi pengembangan budaya sekolah hijau melalui kegiatan yang dilakukan secara berulang dalam lingkungan sekolah.

Dukungan Pemangku Kepentingan dan Kemitraan Program Terrago

Pelaksanaan Program *TerraGo* membutuhkan dukungan dari berbagai pihak karena pembentukan budaya sekolah hijau tidak hanya berlangsung melalui aktivitas siswa, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan kelembagaan dan sosial di sekitar sekolah. Program ini menempatkan sekolah sebagai ruang utama pelaksanaan kegiatan, sementara pemerintah, perguruan tinggi, komunitas lingkungan, dan mitra lainnya dapat memberikan dukungan sesuai dengan kapasitas masing-masing. Pola keterlibatan tersebut diperlukan agar kegiatan lingkungan dapat berlangsung secara terarah dan memiliki keberlanjutan. Sekolah dan guru menjadi pihak utama dalam pelaksanaan *TerraGo*. Sekolah berperan dalam menentukan kegiatan yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan siswa, menyediakan ruang pelaksanaan program, serta mengintegrasikan aktivitas *TerraGo* dengan kegiatan sekolah. Guru berperan dalam memberikan pendampingan kepada siswa, mengarahkan pelaksanaan misi, melakukan pemantauan aktivitas, serta memberikan penguatan terhadap perilaku peduli lingkungan. Peran sekolah sebagai lingkungan pembentuk kebiasaan menjadi penting karena perilaku ramah lingkungan perlu memperoleh dukungan melalui kegiatan yang dilakukan secara konsisten. Dinas Pendidikan dapat ditempatkan sebagai pihak pendukung dalam pengembangan dan perluasan program pada satuan pendidikan. Dukungan dapat diberikan melalui fasilitasi

penerapan program, koordinasi dengan sekolah, penguatan pendidikan lingkungan dalam kegiatan sekolah, serta dukungan terhadap pengembangan model *TerraGo* agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan pendidikan dasar di daerah. Keterlibatan pemerintah daerah juga dapat membuka peluang agar inovasi yang dikembangkan tidak berhenti pada satu sekolah, tetapi dapat direplikasi pada sekolah lain sesuai dengan kesiapan masing-masing. Dinas Lingkungan Hidup memiliki posisi yang berkaitan langsung dengan substansi kegiatan *TerraGo*.

Dukungan dapat diarahkan pada penyediaan materi edukasi lingkungan, pendampingan pengelolaan sampah, pemilahan sampah, penghijauan, konservasi lingkungan, serta penguatan kegiatan sekolah yang berorientasi pada keberlanjutan. Keterlibatan sektor lingkungan juga dapat membantu memastikan bahwa aktivitas yang diberikan kepada siswa memiliki keterkaitan dengan praktik pengelolaan lingkungan yang sesuai. Pemerintah desa atau kelurahan dapat berperan dalam menghubungkan kegiatan sekolah dengan lingkungan masyarakat. Dukungan dapat berupa fasilitasi kegiatan kebersihan lingkungan, penghijauan, pengelolaan sampah berbasis masyarakat, serta penyediaan ruang kegiatan yang memungkinkan siswa mengenal persoalan lingkungan di sekitar tempat tinggalnya. Hubungan antara sekolah dan lingkungan masyarakat memberikan kesempatan bagi siswa untuk melihat bahwa kepedulian lingkungan tidak terbatas pada ruang kelas dan halaman sekolah. Perguruan tinggi dapat menjadi mitra dalam pengembangan, pendampingan, dan evaluasi Program *TerraGo*. Peran tersebut dapat dilakukan melalui pengembangan desain program, penyusunan instrumen evaluasi, pendampingan sekolah, serta penelitian mengenai perubahan pengetahuan, sikap, dan perilaku siswa setelah mengikuti program. Keterlibatan perguruan tinggi juga dapat memberikan dasar evaluatif bagi pengembangan *TerraGo* sebagai inovasi pendidikan lingkungan.

Komunitas lingkungan dan bank sampah dapat mendukung kegiatan yang berkaitan dengan praktik pengelolaan lingkungan secara langsung. Bentuk keterlibatan dapat berupa edukasi pemilahan sampah, pengelolaan sampah, kegiatan penghijauan, penyediaan narasumber, maupun pendampingan kegiatan tertentu. Kehadiran mitra berbasis komunitas memberikan pengalaman yang lebih nyata bagi siswa karena mereka dapat melihat praktik pengelolaan lingkungan di luar kegiatan pembelajaran rutin. Mitra swasta melalui program tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) juga dapat menjadi salah satu sumber dukungan bagi keberlangsungan *TerraGo*. Dukungan tersebut dapat diarahkan pada penyediaan fasilitas lingkungan, perangkat pendukung kegiatan, media edukasi, penghargaan siswa, maupun pembiayaan kegiatan tertentu. Kemitraan dengan pihak swasta perlu diarahkan pada kebutuhan program dan kepentingan pendidikan sehingga dukungan yang diberikan tetap berada dalam kerangka pembentukan budaya sekolah hijau. Hubungan antar pihak dalam *TerraGo* dirancang dalam bentuk pembagian peran sehingga setiap pemangku kepentingan memberikan kontribusi sesuai dengan kapasitasnya. Rancangan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pemangku Kepentingan dan Bentuk Dukungan Program *Terrago*

No	Pemangku Kepentingan	Bentuk Dukungan
1	Sekolah	Menetapkan kebijakan program, menyediakan fasilitas, mengintegrasikan kegiatan TerraGo dengan aktivitas sekolah, dan melakukan pemantauan program.
2	Guru	Mendampingi siswa, mengarahkan aktivitas, memantau kegiatan, melakukan validasi, dan memberikan penguatan pembelajaran lingkungan.
3	Dinas Pendidikan	Memfasilitasi penerapan program pada satuan pendidikan, mendukung koordinasi sekolah, dan membuka peluang replikasi program.
4	Dinas Lingkungan Hidup	Memberikan edukasi dan pendampingan mengenai pengelolaan sampah, penghijauan, konservasi, dan kegiatan lingkungan lainnya.
5	Pemerintah Desa/Kelurahan	Mendukung kegiatan lingkungan berbasis masyarakat dan menghubungkan kegiatan sekolah dengan lingkungan sekitar.
6	Perguruan Tinggi	Mendukung pengembangan program, pendampingan, penelitian, monitoring, dan evaluasi pelaksanaan TerraGo.
7	Bank Sampah/Komunitas Lingkungan	Mendukung praktik pemilahan dan pengelolaan sampah serta memberikan pengalaman lingkungan secara langsung kepada siswa.
8	Mitra Swasta/CSR	Mendukung penyediaan fasilitas, media edukasi, kebutuhan kegiatan, dan bentuk apresiasi yang diperlukan dalam program.

Rancangan kemitraan tersebut menempatkan sekolah sebagai pusat pelaksanaan, sementara pihak eksternal berfungsi sebagai pendukung sesuai dengan kebutuhan program. Pembagian peran ini memungkinkan *TerraGo* dikembangkan sebagai program yang tidak hanya berorientasi pada aktivitas siswa, tetapi juga memperoleh dukungan kelembagaan dan sosial. Penguatan tata kelola lingkungan melalui keterlibatan berbagai aktor menjadi relevan dengan kebutuhan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dan tidak bergantung pada satu institusi saja. Dalam konteks Bangka Belitung, pola kemitraan tersebut juga dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan kondisi sosial dan lingkungan wilayah. Pengelolaan potensi lokal dan lingkungan membutuhkan keterlibatan masyarakat serta dukungan kelembagaan agar kegiatan pendidikan dapat memiliki keterkaitan dengan kondisi nyata di daerah.

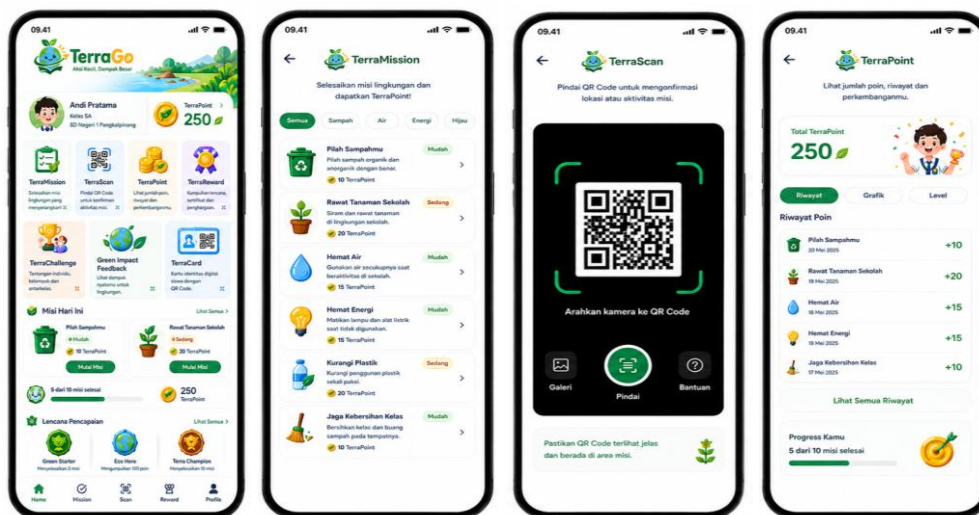
Implementasi Teknis dan Sistem Verifikasi Program Terrago

Implementasi teknis Program *TerraGo* dirancang untuk menghubungkan aktivitas lingkungan siswa dengan sistem pencatatan, verifikasi, pemberian poin, dan pemantauan perkembangan. Teknologi digunakan sebagai media pendukung kegiatan lingkungan sehingga aktivitas yang dilakukan siswa tetap menjadi bagian utama dari program. Penggunaan gamifikasi dalam pendidikan lingkungan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif serta membantu meningkatkan kesadaran ekologis dan literasi digital siswa sekolah dasar (Ricoy & Sánchez-Martínez, 2022). Penggunaan pembelajaran berbasis permainan digital juga dapat digunakan untuk memperkenalkan isu lingkungan kepada siswa sekolah dasar melalui aktivitas yang lebih menarik dan partisipatif (Cheng et al., 2013). *TerraGo* dirancang dalam bentuk platform digital yang dapat diakses melalui perangkat sekolah atau perangkat yang digunakan dengan pendampingan guru. Namun, penerapannya perlu mempertimbangkan kondisi dan kesiapan infrastruktur digital masing-masing sekolah, termasuk ketersediaan perangkat, akses internet, serta kemampuan guru dan siswa dalam menggunakan teknologi. Kondisi tersebut menjadi

penting dalam konteks sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang memiliki karakteristik wilayah yang beragam, termasuk kawasan yang berada di sekitar wilayah pascatambang. Oleh karena itu, penggunaan platform digital dalam *TerraGo* tidak ditempatkan sebagai satu-satunya cara pelaksanaan program, tetapi dapat disesuaikan dengan kemampuan dan fasilitas yang tersedia di sekolah. Apabila akses perangkat atau internet terbatas, mekanisme *TerraGo* dapat dilaksanakan secara sederhana melalui media non-digital. Guru dapat menggunakan kartu misi, lembar pencatatan, papan poin kelas, atau kartu penghargaan untuk mencatat aktivitas siswa.

Verifikasi kegiatan dapat dilakukan secara langsung oleh guru melalui pengamatan atau pemeriksaan bukti kegiatan, sedangkan pemberian *TerraPoint* dan *TerraReward* dapat dicatat secara manual. *QR Code* dan *dasbor digital* dapat digunakan pada sekolah yang memiliki fasilitas dan akses teknologi yang memadai. Dengan mekanisme tersebut, penggunaan teknologi tetap berfungsi sebagai pendukung, sedangkan pelaksanaan aksi lingkungan dan keterlibatan siswa tetap menjadi bagian utama dari *TerraGo*. Tampilan awal program memuat identitas siswa, jumlah *TerraPoint*, daftar fitur utama, misi yang sedang berlangsung, perkembangan penyelesaian misi, serta rencana pencapaian.

Rancangan antarmuka tersebut ditujukan untuk memberikan informasi yang mudah dipahami siswa sekaligus membantu guru dalam memantau keterlibatan siswa selama mengikuti program. Pada *prototipe* tersebut, halaman utama *TerraGo* menampilkan beberapa fitur yang saling berkaitan. *TerraMission* digunakan untuk menampilkan daftar aktivitas lingkungan yang dapat dilakukan siswa. Misi dapat berupa kegiatan memilah sampah, merawat tanaman sekolah, menghemat air, menghemat energi, mengurangi penggunaan plastik, dan menjaga kebersihan kelas. Setiap misi dilengkapi informasi mengenai tingkat kesulitan dan jumlah *TerraPoint* yang dapat diperoleh setelah aktivitas diselesaikan. Pengembangan aktivitas gamifikasi berbasis lingkungan pada siswa sekolah dasar telah diterapkan dalam berbagai bentuk permainan dan media interaktif untuk meningkatkan keterlibatan siswa terhadap isu lingkungan (*Satrio & Rini, 2022*).



Gambar 4 Prototipe Antarmuka Program *Terrago*

TerraScan digunakan sebagai fitur verifikasi berbasis *QR Code*. Dalam rancangan ini, siswa tidak memperoleh poin hanya karena melakukan pemindaian. Siswa terlebih dahulu menyelesaikan aktivitas yang terdapat dalam misi dan memberikan bukti kegiatan sesuai dengan ketentuan sekolah. Guru kemudian melakukan pemeriksaan terhadap bukti

tersebut sebelum aktivitas dinyatakan selesai. Mekanisme verifikasi diperlukan agar sistem gamifikasi tetap berkaitan dengan tindakan lingkungan yang benar-benar dilakukan siswa. Agar mekanisme tersebut tidak menambah beban kerja guru secara berlebihan, proses verifikasi dirancang secara sederhana dan dapat disesuaikan dengan jenis aktivitas. Tidak semua kegiatan memerlukan pemeriksaan yang sama secara rinci. Aktivitas sederhana yang dapat diamati secara langsung, seperti menjaga kebersihan kelas atau merawat tanaman, dapat diverifikasi melalui pengamatan guru pada waktu tertentu. Sementara itu, kegiatan yang dilakukan di luar pengawasan langsung dapat menggunakan bukti sederhana yang ditentukan oleh sekolah. Guru juga dapat melakukan verifikasi secara berkala atau berdasarkan rekap kegiatan, sehingga tidak harus memeriksa setiap aktivitas siswa secara terpisah pada setiap saat. Pembagian tanggung jawab juga dapat dilakukan melalui mekanisme kelompok. Ketua kelompok atau penanggung jawab kegiatan dapat membantu memastikan bahwa aktivitas telah dilakukan sebelum bukti diserahkan kepada guru untuk pemeriksaan akhir. Dengan cara tersebut, *TerraScan* tetap memberikan kontrol terhadap keabsahan aktivitas dan perolehan *TerraPoint*, tetapi pelaksanaannya tidak sepenuhnya bergantung pada pemeriksaan individual guru secara terus-menerus. Bentuk dan frekuensi verifikasi dapat disesuaikan dengan jumlah siswa, jenis kegiatan, serta kapasitas masing-masing sekolah.

Kartu *TerraCard* menjadi identitas digital siswa dalam program. Kartu tersebut dapat memuat identitas peserta dan *QR Code* yang digunakan dalam proses pencatatan aktivitas. *QR Code* pada titik kegiatan dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi atau jenis misi yang sedang dilaksanakan. Sistem tersebut memberikan alternatif pencatatan aktivitas yang lebih terstruktur tanpa menjadikan perangkat digital sebagai satu-satunya unsur dalam kegiatan. Penggunaan permainan dan teknologi interaktif untuk pendidikan lingkungan telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan pengetahuan serta keterlibatan siswa terhadap isu keberlanjutan (Sipone et al., 2021). Karena *TerraGo* dirancang untuk siswa sekolah dasar, pencatatan identitas dan riwayat aktivitas perlu memperhatikan perlindungan data anak. Data yang dikumpulkan sebaiknya dibatasi pada informasi yang benar-benar diperlukan untuk menjalankan program, seperti identitas peserta dan catatan aktivitas, serta tidak digunakan untuk keperluan di luar program. Akses terhadap data juga perlu dibatasi sesuai dengan kebutuhan, terutama antara siswa, guru, dan pengelola program. Guru dapat mengakses data yang berkaitan dengan siswa yang didampinginya, sedangkan pengelola program dapat mengelola data untuk kebutuhan pemantauan secara terbatas. Penyimpanan data perlu menggunakan sistem yang aman dan dilengkapi pengaturan akses agar informasi siswa tidak dapat dilihat atau digunakan oleh pihak yang tidak berkepentingan. Penerapan *TerraGo* pada tahap berikutnya juga perlu melibatkan persetujuan orang tua atau wali sebelum identitas dan aktivitas siswa dicatat secara digital. Siswa perlu diberikan penjelasan dengan cara yang mudah dipahami mengenai data yang dicatat dan tujuan penggunaannya. Dalam rancangan ini, perlindungan data anak menjadi bagian yang perlu diperhatikan sebelum *TerraGo* diterapkan secara nyata, sehingga pengembangan sistem dan uji coba berikutnya perlu menyesuaikan dengan ketentuan etika penelitian serta perlindungan data yang berlaku. Dengan demikian, pencatatan aktivitas melalui *TerraCard* tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan teknis program, tetapi juga keamanan dan kepentingan siswa sebagai pengguna. Setelah aktivitas diverifikasi oleh guru, sistem memberikan *TerraPoint* kepada siswa. Jumlah poin disesuaikan dengan jenis aktivitas yang diselesaikan. Pada *prototipe TerraGo*, contoh aktivitas seperti memilah sampah, merawat tanaman sekolah, menghemat air, menghemat

energi, dan menjaga kebersihan kelas memiliki jumlah poin yang berbeda. Perbedaan poin tersebut dapat digunakan untuk memberikan variasi tingkat aktivitas dan mendorong siswa menyelesaikan lebih banyak misi lingkungan. Sistem poin dan penghargaan merupakan salah satu unsur gamifikasi yang dapat digunakan untuk mendorong keterlibatan peserta dalam kegiatan pendidikan lingkungan (Vázquez-Vílchez et al., 2021). Perkembangan *TerraPoint* dapat dilihat melalui fitur *TerraPoint* yang memuat jumlah poin, riwayat aktivitas, grafik perkembangan, dan tingkat pencapaian siswa. Informasi tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengetahui perkembangan keterlibatannya selama mengikuti *TerraGo*. Bagi guru, pencatatan tersebut dapat menjadi bahan pemantauan terhadap aktivitas siswa dan perkembangan program. Akses terhadap riwayat aktivitas siswa tetap perlu dibatasi sesuai dengan kewenangan pengguna agar informasi yang tercatat tidak terbuka secara bebas.

TerraGo juga dilengkapi dengan *TerraReward*, *TerraChallenge*, dan *Green Impact Feedback*. *TerraReward* digunakan untuk menampilkan pencapaian dan penghargaan siswa, sedangkan *TerraChallenge* memberikan ruang bagi pelaksanaan tantangan secara individu, kelompok, maupun antarkelas. *Green Impact Feedback* memberikan informasi mengenai dampak kegiatan yang telah dilakukan siswa sehingga mereka tidak hanya mengetahui jumlah poin yang diperoleh, tetapi juga dapat memahami kontribusinya terhadap lingkungan sekolah. Konsep permainan lingkungan yang memberikan pengalaman interaktif dan umpan balik dapat mendukung keterlibatan peserta dalam pembelajaran mengenai keberlanjutan (Mylonas et al., 2023). Dalam penerapannya, alur teknis *TerraGo* dimulai ketika siswa memperoleh akses ke program dan menerima misi lingkungan. Siswa kemudian melaksanakan misi secara langsung di lingkungan sekolah, memberikan bukti aktivitas, dan melakukan proses pemindaian *QR Code* sesuai dengan misi. Guru melakukan validasi terhadap aktivitas yang dilaporkan. Aktivitas yang telah dinyatakan valid memperoleh *TerraPoint* dan tercatat dalam riwayat siswa. Hasil pencapaian tersebut selanjutnya dapat ditampilkan melalui *TerraReward* dan *Green Impact Feedback*.

Tabel 4 Mekanisme Teknis Implementasi Program Terrago

No	Tahap	Aktivitas Siswa	Peran Guru/Sekolah	Fitur/Media
1	Akses Program	Siswa masuk dan mengenal halaman TerraGo.	Guru membantu siswa memahami penggunaan program.	TerraGo Dashboard
2	Pemilihan Misi	Siswa memilih atau menerima misi lingkungan.	Guru menentukan atau memberikan misi sesuai kondisi sekolah.	TerraMission
3	Pelaksanaan Misi	Siswa melakukan aktivitas lingkungan secara langsung.	Guru melakukan pendampingan jika diperlukan.	Lingkungan sekolah
4	Pengumpulan Bukti	Siswa memberikan bukti bahwa misi telah dilakukan.	Guru memeriksa kesesuaian bukti dengan aktivitas.	Foto/dokumentasi atau bukti kegiatan
5	Verifikasi	Siswa melakukan pemindaian <i>QR Code</i> sesuai dengan misi.	Guru melakukan validasi aktivitas.	TerraScan dan <i>QR Code</i>
6	Pemberian Poin	Siswa memperoleh poin setelah misi dinyatakan valid.	Guru/sistem mencatat pencapaian siswa.	TerraPoint
7	Pemantauan	Siswa melihat riwayat dan perkembangan pencapaiannya.	Guru dapat memantau keterlibatan siswa.	Riwayat TerraPoint

No	Tahap	Aktivitas Siswa	Peran Guru/Sekolah	Fitur/Media
8	Apresiasi	Siswa memperoleh lencana atau penghargaan sesuai pencapaian.	Sekolah menentukan bentuk apresiasi.	TerraReward
9	Umpan Balik	Siswa melihat kontribusi dan dampak aktivitas yang telah dilakukan.Green Impact Feedback	Guru memberikan penguatan terhadap perilaku peduli lingkungan.	Green Impact Feedback
10	Tantangan	Siswa mengikuti tantangan individu, kelompok, atau antarkelas.	Sekolah menentukan tema dan periode tantangan.	TerraChallenge

Rancangan teknis tersebut menempatkan aktivitas nyata siswa sebagai dasar utama pemberian poin, sedangkan teknologi berfungsi sebagai alat bantu pencatatan dan verifikasi. Pendekatan ini membedakan *TerraGo* dari permainan yang hanya berorientasi pada pencapaian digital karena setiap poin diperoleh melalui aktivitas lingkungan yang dilakukan di lingkungan sekolah. Pengembangan permainan edukatif mengenai konservasi lingkungan juga menunjukkan bahwa aktivitas berbasis permainan dapat digunakan untuk mendorong kesadaran lingkungan pada peserta didik (Paitoon et al., 2026). Melalui sistem tersebut, *TerraGo* menggabungkan pengalaman bermain dengan pembiasaan perilaku lingkungan. Siswa memperoleh kesempatan untuk melakukan tindakan nyata, mengetahui hasil pencapaiannya, memperoleh apresiasi, serta melihat dampak dari aktivitas yang dilakukan. Rancangan gamifikasi semacam ini dapat diarahkan untuk membangun keterlibatan siswa dalam praktik keberlanjutan sejak jenjang pendidikan dasar (Tarin et al., 2026).

Diskusi

Program *TerraGo* menempatkan gamifikasi sebagai pendekatan untuk menghubungkan pembelajaran lingkungan dengan tindakan nyata siswa sekolah dasar. Rancangan ini tidak diarahkan hanya untuk membuat kegiatan lingkungan menjadi lebih menarik, tetapi untuk membentuk keterlibatan siswa yang berlangsung secara berulang melalui misi, verifikasi, pemberian poin, penghargaan, tantangan, dan umpan balik. Pendekatan tersebut sejalan dengan temuan bahwa gamifikasi dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran ekologis sekaligus literasi digital anak sekolah dasar melalui aktivitas pembelajaran yang interaktif (Ricoy & Sánchez-Martínez, 2022). Pembelajaran berbasis permainan digital juga dapat membantu siswa sekolah dasar memahami isu lingkungan melalui pengalaman belajar yang melibatkan teknologi dan aktivitas edukatif (Cheng et al., 2013). Kekuatan *TerraGo* terletak pada hubungan antara aktivitas lingkungan dan pengalaman belajar siswa. Misi yang diberikan tidak berhenti pada penyampaian pengetahuan tentang lingkungan, tetapi mendorong siswa melakukan tindakan seperti memilah sampah, merawat tanaman, menghemat energi, menghemat air, dan menjaga kebersihan lingkungan sekolah. Pola pembelajaran semacam ini memberikan ruang bagi siswa untuk memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan perilaku ramah lingkungan. Penggunaan *ClassCraft* dalam pembelajaran mengenai mobilitas berkelanjutan juga menunjukkan bahwa elemen permainan dapat digunakan untuk meningkatkan pengetahuan dan ketertarikan siswa sekolah dasar terhadap persoalan keberlanjutan (Sipone et al., 2021). Penerapan *TerraMission* memiliki relevansi dengan pengembangan

literasi lingkungan karena pengetahuan mengenai lingkungan ditempatkan dalam konteks kehidupan sehari-hari siswa. Ketika siswa menyelesaikan misi secara langsung, mereka tidak hanya mengetahui bahwa sampah harus dipilah atau tanaman perlu dirawat, tetapi juga memperoleh pengalaman melakukan tindakan tersebut. Pembelajaran berbasis permainan digital pada siswa sekolah dasar juga telah dikaitkan dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis dan literasi lingkungan (Tsai & Chuang, 2019). *TerraMission* berfungsi sebagai penghubung antara materi lingkungan dengan aktivitas yang dapat dilakukan siswa di lingkungan sekolah. Unsur gamifikasi dalam *TerraGo* diperkuat melalui *TerraPoint* dan *TerraReward*. *TerraPoint* berfungsi sebagai pencatatan pencapaian siswa, sedangkan *TerraReward* menjadi bentuk apresiasi atas keterlibatan dalam kegiatan lingkungan. Sistem tersebut dapat memberikan pengalaman pencapaian yang membuat aktivitas lingkungan lebih terukur bagi siswa. Pengembangan pembelajaran berbasis gamifikasi untuk pendidikan lingkungan menunjukkan bahwa unsur permainan dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar mengenai kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan (Mubarok et al., 2026). Pengembangan media game edukasi mengenai kebersihan lingkungan juga menunjukkan potensi permainan sebagai media yang menghubungkan kegiatan pembelajaran dengan perilaku menjaga lingkungan (Widyastuti & Puspita, 2020). *TerraReward* perlu ditempatkan sebagai penguat perilaku, bukan sebagai tujuan utama kegiatan. Siswa tetap memperoleh poin dan penghargaan melalui aktivitas lingkungan yang benar-benar dilakukan dan diverifikasi. Hal ini penting karena gamifikasi yang terlalu menekankan kompetisi dan hadiah dapat menggeser perhatian siswa dari tujuan utama kegiatan lingkungan. *TerraGo* mengurangi risiko tersebut dengan menghubungkan *TerraReward* dengan *TerraScan* dan *Green Impact Feedback*, sehingga penghargaan tetap berkaitan dengan tindakan yang dilakukan dan dampak yang dihasilkan. Dengan mekanisme tersebut, sistem penghargaan tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari rangkaian pembelajaran dan pembiasaan lingkungan. *TerraScan* memiliki fungsi penting karena memastikan bahwa poin yang diperoleh siswa berasal dari aktivitas yang benar-benar dilakukan. Siswa memberikan bukti kegiatan sebelum memperoleh *TerraPoint* sehingga sistem tidak hanya mencatat interaksi digital, tetapi juga tindakan nyata. Prinsip ini merupakan pengembangan dari rancangan awal *TerraGo* yang sebelumnya disusun oleh penulis sebagai konsep ekosistem gamifikasi berbasis aksi nyata untuk mahasiswa dan belum pernah dipublikasikan. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut dikembangkan dan disesuaikan dengan karakteristik siswa sekolah dasar serta lingkungan sekolah. Demikian, *TerraGo* yang dibahas dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari rancangan awal tersebut, bukan penerapan ulang dari suatu program yang telah dipublikasikan. Mekanisme verifikasi melalui *TerraScan* tetap perlu mempertimbangkan kondisi kerja guru sekolah dasar. Verifikasi tidak harus dilakukan dengan cara yang sama untuk setiap aktivitas dan tidak selalu memerlukan pemeriksaan individual secara rinci. Aktivitas yang dapat diamati secara langsung, seperti menjaga kebersihan kelas atau merawat tanaman, dapat diverifikasi melalui pengamatan guru pada waktu tertentu. Aktivitas lainnya dapat menggunakan bukti sederhana atau rekap kegiatan. Verifikasi juga dapat dilakukan secara berkala dan dibantu melalui pembagian kegiatan dalam kelompok. Cara tersebut dapat mengurangi kebutuhan guru untuk memeriksa setiap aktivitas siswa secara terus-menerus, sementara fungsi verifikasi tetap dipertahankan. Bentuk dan frekuensi verifikasi dapat disesuaikan dengan jumlah siswa, jenis kegiatan, dan kapasitas sekolah. *Green Impact Feedback* memberikan dimensi lain dalam pembelajaran lingkungan. Siswa tidak hanya mengetahui jumlah *TerraPoint* yang diperoleh, tetapi juga dapat

memahami hasil atau kontribusi dari aktivitas yang dilakukan. Pada rancangan awal *TerraGo* yang disusun penulis dan belum dipublikasikan, *feedback* digunakan untuk menunjukkan dampak seperti pengurangan sampah plastik atau estimasi penghematan emisi. Dalam konteks sekolah dasar, informasi tersebut dapat disederhanakan menjadi indikator yang dekat dengan pengalaman siswa, seperti jumlah sampah yang berhasil dipilah, jumlah tanaman yang dirawat, atau jumlah kegiatan kebersihan yang telah dilakukan. Umpan balik tersebut membantu siswa melihat hubungan antara tindakan sederhana dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. *TerraJoin* menjadi bagian awal yang memperkenalkan siswa pada tujuan, aturan, dan cara mengikuti program. Tahap ini penting karena siswa sekolah dasar membutuhkan penjelasan yang sederhana sebelum menjalankan misi dan menggunakan sistem poin. Guru dapat memberikan pengenalan mengenai jenis aktivitas lingkungan, cara memperoleh poin, serta aturan verifikasi sebelum siswa mengikuti kegiatan. Dengan demikian, *TerraJoin* tidak hanya berfungsi sebagai tahap masuk ke dalam program, tetapi juga menjadi tahap awal pembentukan pemahaman siswa mengenai tujuan *TerraGo*.

Pembentukan budaya sekolah hijau membutuhkan proses pembiasaan yang berlangsung secara konsisten. Program lingkungan yang hanya dilakukan pada waktu tertentu belum cukup untuk menjadikan kepedulian lingkungan sebagai bagian dari kehidupan sekolah. *TerraGo* menawarkan mekanisme yang memungkinkan aktivitas lingkungan dilakukan secara berulang melalui *TerraMission* dan *TerraChallenge*. Gagasan tersebut sejalan dengan konsep bahwa budaya lingkungan tumbuh melalui kebiasaan sederhana yang dilakukan secara konsisten hingga berkembang menjadi karakter bersama. *TerraChallenge* memperluas proses pembiasaan dari tingkat individu menuju keterlibatan kelompok. Tantangan dapat diberikan kepada kelompok atau antarkelas sehingga siswa memiliki kesempatan untuk bekerja sama dalam mencapai target lingkungan. Pola tersebut relevan dengan penggunaan permainan edukatif kooperatif yang dapat mendorong keterlibatan pro-lingkungan melalui interaksi dan kerja sama antarpeserta ([Vázquez-Vílchez et al., 2021](#)). Kompetisi yang dirancang secara sehat juga dapat memberikan pengalaman sosial kepada siswa sekaligus membangun rasa memiliki terhadap lingkungan sekolah. Pembentukan budaya hijau melalui *TerraGo* juga dapat dikaitkan dengan pendidikan karakter. Aktivitas yang dilakukan secara berulang dapat memperkenalkan nilai tanggung jawab, disiplin, kerja sama, kepedulian, dan konsistensi kepada siswa. Model *sociocivic project* pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa kegiatan berbasis proyek dapat digunakan untuk memperkuat karakter kewargaan melalui keterlibatan siswa dalam aktivitas yang berkaitan dengan kehidupan sosial ([Rahmadani & Pradipta, 2025](#)). *TerraGo* memiliki ruang yang serupa karena aktivitas lingkungan ditempatkan sebagai kegiatan bersama yang membutuhkan partisipasi dan tanggung jawab siswa. Konteks lokal Bangka Belitung menjadi unsur yang dapat memperkuat penerapan *TerraGo*. Misi lingkungan tidak harus menggunakan bentuk yang sama pada seluruh sekolah, tetapi dapat disesuaikan dengan karakteristik lingkungan setempat. Pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan potensi lokal memberikan kesempatan kepada anak untuk mengenal lingkungan dan potensi wilayah melalui pengalaman yang dekat dengan kehidupan mereka ([Rahmadani & Pradipta, 2026](#)). Penyesuaian tersebut dapat membuat *TerraGo* lebih relevan dengan kondisi sekolah dasar di Bangka Belitung. Sekolah yang berada di lingkungan dengan karakteristik berbeda dapat memilih jenis misi yang sesuai dengan kondisi lingkungan, sumber daya, dan kegiatan yang dapat dilakukan siswa. Penggunaan teknologi dalam *TerraGo* juga perlu disesuaikan dengan kondisi masing-masing sekolah. *Platform digital, QR*

Code, dan *dasbor* dapat digunakan pada sekolah yang memiliki perangkat dan akses internet yang memadai, tetapi bukan merupakan satu-satunya cara menjalankan program. Sekolah dengan keterbatasan perangkat dapat menggunakan kartu misi, lembar pencatatan, papan poin kelas, atau kartu penghargaan sebagai bentuk pelaksanaan non-digital. Verifikasi dapat dilakukan melalui pengamatan guru atau pemeriksaan bukti kegiatan, sedangkan pencatatan poin dapat dilakukan secara manual. Fleksibilitas tersebut penting agar keterbatasan infrastruktur digital tidak menjadi hambatan bagi pelaksanaan kegiatan lingkungan. Penggunaan *TerraCard* sebagai identitas siswa juga perlu memperhatikan perlindungan data anak. Informasi yang dicatat sebaiknya dibatasi pada data yang diperlukan untuk menjalankan program, sedangkan akses terhadap identitas dan riwayat aktivitas siswa perlu diberikan sesuai dengan kebutuhan dan kewenangan pengguna. Apabila *TerraGo* diterapkan secara digital, pengelolaan data perlu memperhatikan keamanan penyimpanan dan pembatasan akses. Penerapan nyata juga perlu melibatkan persetujuan orang tua atau wali serta mempertimbangkan ketentuan etika penelitian dan perlindungan data anak. Dengan demikian, aspek teknis *TerraGo* tidak hanya berkaitan dengan kemudahan pencatatan aktivitas, tetapi juga dengan keamanan dan kepentingan siswa sebagai pengguna. Rancangan *TerraGo* juga memiliki peluang untuk mendukung evaluasi kegiatan lingkungan di tingkat sekolah. Data mengenai partisipasi siswa, aktivitas yang dilakukan, dan pencapaian program dapat menjadi bahan bagi sekolah untuk melihat kegiatan yang paling banyak diikuti dan aktivitas yang masih membutuhkan penguatan. Dalam rancangan awal *TerraGo*, data partisipasi digunakan untuk memantau keterlibatan peserta sekaligus menjadi bahan evaluasi dan pengembangan program. Pada tingkat sekolah dasar, data tersebut dapat digunakan secara sederhana sebagai bahan evaluasi guru dan sekolah tanpa menjadikan pencatatan digital sebagai beban tambahan bagi siswa. Penggunaan data juga perlu tetap memperhatikan pembatasan akses dan perlindungan identitas siswa. Pengembangan *TerraGo* pada akhirnya menempatkan gamifikasi sebagai sarana pembentukan kebiasaan, sedangkan budaya sekolah hijau menjadi orientasi utamanya. *TerraJoin* memperkenalkan siswa pada program, *TerraMission* mengarahkan siswa pada tindakan lingkungan, *TerraScan* memverifikasi aktivitas, *TerraPoint* mencatat pencapaian, *TerraReward* memberikan apresiasi, *TerraChallenge* mendorong keterlibatan kelompok, dan *Green Impact Feedback* membantu siswa memahami dampak dari tindakan yang dilakukan. Ketujuh komponen tersebut membentuk satu rangkaian yang menghubungkan pengetahuan, tindakan, pengalaman, dan pembiasaan dalam pendidikan lingkungan di sekolah dasar. Penelitian mengenai *EcoHeroes* juga menunjukkan bahwa pembelajaran lingkungan berbasis gamifikasi dapat digunakan sebagai pendekatan untuk meningkatkan pengalaman belajar dan kesadaran lingkungan siswa sekolah dasar (Papakostas & Stergiou, 2026). Meskipun *TerraGo* dalam penelitian ini masih berada pada tahap rancangan inovasi dan *prototipe* konseptual. Oleh karena itu, efektivitas *TerraGo* dalam meningkatkan perilaku lingkungan atau membentuk budaya sekolah hijau belum dapat dinyatakan sebagai hasil empiris. Rancangan ini masih memerlukan validasi ahli dan uji coba terbatas untuk mengetahui kelayakan, keterlaksanaan, penerimaan siswa dan guru, serta kesesuaian mekanisme dengan kondisi masing-masing sekolah. Penelitian selanjutnya dapat menguji *TerraGo* melalui penerapan terbatas pada beberapa sekolah dasar di Bangka Belitung dan membandingkan perubahan kesadaran serta perilaku lingkungan siswa sebelum dan setelah mengikuti program. Tahap tersebut juga diperlukan untuk mengetahui apakah mekanisme verifikasi, sistem penghargaan, penggunaan teknologi, maupun alternatif non-digital dapat diterapkan secara efektif tanpa menambah beban kerja guru

dan tanpa mengabaikan perlindungan data siswa.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan merancang Program *TerraGo* sebagai inovasi gamifikasi untuk membangun budaya sekolah hijau pada siswa sekolah dasar di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Hasil kajian menghasilkan rancangan *TerraGo* yang mengintegrasikan tujuh komponen, yaitu *TerraJoin*, *TerraMission*, *TerraScan*, *TerraPoint*, *TerraReward*, *TerraChallenge*, dan *Green Impact Feedback* dalam rangkaian aktivitas lingkungan yang dilakukan secara nyata dan diverifikasi oleh sekolah. Keterhubungan ketujuh komponen tersebut menempatkan gamifikasi sebagai sarana untuk mendorong pembiasaan perilaku peduli lingkungan, tanggung jawab, kerja sama, dan partisipasi siswa. Kontribusi penelitian terletak pada pengembangan rancangan program yang menghubungkan aktivitas lingkungan, mekanisme gamifikasi, verifikasi, apresiasi, umpan balik dampak, dan konteks lokal dalam satu ekosistem pendidikan hijau. Rancangan *TerraGo* juga dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah, baik melalui penggunaan *platform digital* maupun mekanisme non-digital apabila keterbatasan perangkat dan akses internet menjadi kendala. Penerapan program perlu memperhatikan beban kerja guru serta perlindungan data siswa karena pengguna utama *TerraGo* merupakan anak sekolah dasar. Penelitian ini masih terbatas pada rancangan konseptual dan prototipe sehingga belum menguji penerapan maupun efektivitas *TerraGo* terhadap perubahan perilaku siswa secara empiris. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan validasi ahli dan uji coba terbatas pada sekolah dasar di Bangka Belitung untuk menilai kelayakan dan keterlaksanaan program, penerimaan siswa dan guru, perubahan perilaku lingkungan, serta keberlanjutan partisipasi siswa.

Referensi

- Cheng, Y.-M., Lou, S.-J., Kuo, S.-H., & Shih, R.-C. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1). <https://doi.org/10.14742/ajet.65>
- Fitri, D. E. N. (2024). Analisis pengaruh program eco-campus terhadap perilaku pro lingkungan mahasiswa. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(2). <https://doi.org/10.56338/jks.v7i2.4863>
- Leviannur, M. U. N. (2026). Studi kasus pengembangan karakter peduli lingkungan pada anak sekolah dasar usia 9–11 tahun melalui pendekatan edukatif dan media board game berbasis gamifikasi. *Jurnal Vici*, 16(1). <https://doi.org/10.37715/vici.v16i1.6228>
- Maharani, E., Lalang, M., Pradipta, F. T. D., & Fadly, Z. A. S. (2026). Tata kelola dan kerangka hukum pengembangan green agribusiness pada lahan pascatambang timah di Bangka Belitung. *Journal of Contemporary Business Law*, 1(2), 9–16. <https://ojs2.adzkia.ac.id/index.php/jcbl/article/view/68>
- Maulinda, A. D., Fradito, A., & Yetri. (2025). System literature review: Peran mahasiswa dalam mensukseskan pengelolaan lingkungan berkelanjutan berbasis program green campus. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1). <https://doi.org/10.23969/jp.v10i01.23600>
- Mubarok, I., Arifin, B., & Aziz, A. (2026). Gamification-based learning to enhance environmental stewardship learning outcomes in second-grade Pancasila education. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(3).

<https://doi.org/10.23969/jp.v11i03.64219>

- Mylonas, G., Paganelli, F., Cuffaro, G., Nesi, I., & Karantzis, D. (2023). Using gamification and IoT-based educational tools towards energy savings—Some experiences from two schools in Italy and Greece. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14, 15725–15744. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02838-7>
- Paitoon, N., Phopphet, C., & Sungkaew, K. (2026). Development of a digital game-based learning tool to foster environmental conservation awareness. *Journal of Applied Statistics and Information Technology*. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/asit-journal/article/view/258617>
- Papakostas, C., & Stergiou, S. (2026). Evaluating EcoHeroes: Gamified mobile learning for environmental education in primary school. *Natural Sciences Education*, 55(1), e70047. <https://doi.org/10.1002/nse2.70047>
- Pradipta, F. T. D. (2026). Implementasi pendidikan Pancasila dan kewarganegaraan dalam pembentukan orientasi politik santri di pesantren. *Al Irfan: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Penelitian*, 2(1), 70–82. <https://doi.org/10.64877/alirfan.v2i1.64>
- Rachmadian, R. H., Sumarmi, S., & Masruroh, H. (2025). Implementasi strategi inovatif perguruan tinggi dalam menanamkan sustainability awareness pada sivitas akademika melalui program green campus. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 10–22. <https://doi.org/10.14710/jil.23.1.10-22>
- Rahmadani, S., & Pradipta, F. T. D. (2025). Model sociocivic project untuk penguatan karakter kewargaan siswa sekolah dasar. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar dan Karakter*, 7(2), 160–173. <https://doi.org/10.59701/pdk.v7i2.558>
- Rahmadani, S., & Pradipta, F. T. D. (2026). Pembelajaran pertanian berbasis potensi lokal bagi anak di wilayah pertambangan timah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung: Kajian literatur integratif. *Tunas Cendekia: Jurnal Program Studi Pendidikan Anak Usia Dini*, 9(1), 102–116. <https://doi.org/10.24256/tunascendekia.v9i1.12435>
- Ricoy, M.-C., & Sánchez-Martínez, C. (2022). Raising ecological awareness and digital literacy in primary school children through gamification. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1149. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031149>
- Satrio, A., & Rini, T. P. W. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis gamification pengenalan lingkungan lahan basah untuk siswa sekolah dasar. *Elementary School Journal PGSD FIP UNIMED*, 12(4). <https://doi.org/10.24114/esjpsd.v12i4.39591>
- Sipone, S., Abella-García, V., Rojo, M., & dell'Olio, L. (2021). Using ClassCraft to improve primary school students' knowledge and interest in sustainable mobility. *Sustainability*, 13(17), 9939. <https://doi.org/10.3390/su13179939>
- Tarin, K., Dangprasert, S., & Junprasert, T. (2026). Game-based learning to promote environmental citizenship in elementary education. *International Journal of Information and Education Technology*, 16(5), 1210–1218. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2026.16.5.2589>
- Tsai, S.-K., & Chuang, T.-Y. (2019). The effect of digital game-based learning on primary school students' critical thinking skills and environmental literacy. *Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education*. <https://doi.org/10.58459/icce.2019.832>
- Vázquez-Vílchez, M., Garrido-Rosales, D., Pérez-Fernández, B., & Fernández-Oliveras, A. (2021). Using a cooperative educational game to promote pro-environmental engagement in future teachers. *Education Sciences*, 11(11), 691. <https://doi.org/10.3390/educsci11110691>

Widyastuti, R., & Puspita, L. S. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis game edukasi pada matpel IPA tematik kebersihan lingkungan. *Paradigma*, 22(1).
<https://doi.org/10.31294/p.v22i1.7084>