

MODEL PROJECT-BASED LEARNING BERBASIS GREEN PESANTREN (Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan, Berpikir Sistem, dan Perilaku Pro-Lingkungan Santri)

Imron Rosyadi¹⁾, Zaenal Abidin²⁾, Sulistyono³⁾

¹²³⁾ Universitas Kuningan (UNIKU)

Article History:

Received: 2026-07-10, Accepted: 2026-07-16, Published: 2026-07-16

Abstract

Sustainability education needs learning models that connect environmental knowledge, systems thinking, responsible behavior, and local moral culture. In Indonesia, pesantren are a strategic ecosystem because Satu Data Kementerian Agama records 42,433 active pesantren in 2024/2025, while SIPSN/KLHK reports 34.21 million tons of municipal waste in 2024, with 40.26% unmanaged. This article develops an evidence-informed prototype of a Green Pesantren-based Project-Based Learning model using a Design-Based Research orientation. The procedure includes problem mapping from official secondary data, literature synthesis, design-principle formulation, prototype development, desk validation through evidence-to-design mapping, and preparation of empirical testing. The model integrates PjBL syntax, Education for Sustainable Development, UNESCO Green School Quality Standard, Green Pesantren principles, and Islamic ecological values: khalifah fil ardh, amanah, mizan, ihsan, and maslahah. The prototype contains a logic model, six-stage syntax, project modules, worksheets, rubrics, behavior scale, reflection journal, and teacher guideline. Desk validation indicates conceptual alignment with current evidence, but the article does not claim field effectiveness; expert validation, practicality testing, and quasi-experimental evaluation remain necessary.

Keywords: Green Pesantren; Project-Based Learning; environmental literacy; systems thinking; pro-environmental behavior

Abstrak

Pendidikan keberlanjutan membutuhkan model pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan lingkungan, berpikir sistem, perilaku bertanggung jawab, dan budaya moral lokal. Di Indonesia, pesantren merupakan ekosistem strategis karena Satu Data Kementerian Agama mencatat 42.433 pesantren aktif pada 2024/2025, sedangkan SIPSN/KLHK melaporkan 34,21 juta ton sampah nasional pada 2024 dengan 40,26% belum terkelola. Artikel ini mengembangkan prototipe evidence-informed model Project-Based Learning berbasis Green Pesantren dengan orientasi Design-Based Research. Prosedurnya mencakup pemetaan masalah dari data sekunder resmi, sintesis literatur, perumusan prinsip desain, pengembangan prototipe, validasi meja melalui pemetaan bukti-ke-desain, dan penyusunan rencana uji empiris. Model mengintegrasikan sintaks PjBL, Education for Sustainable Development, UNESCO Green School Quality Standard, prinsip Green Pesantren, serta nilai ekologis Islam: *khalifah fil ardh, amanah, mizan, ihsan, dan maslahah*. Prototipe memuat logic model, sintaks enam tahap, modul proyek, LKS, rubrik, skala perilaku, jurnal refleksi, dan panduan guru. Validasi meja menunjukkan keselarasan konseptual dengan bukti mutakhir, tetapi artikel ini tidak mengklaim efektivitas lapangan; validasi ahli, uji kepraktisan, dan evaluasi kuasi-eksperimen masih diperlukan.

Kata kunci: Green Pesantren; Project-Based Learning; literasi lingkungan; berpikir sistem; perilaku pro-lingkungan

PENDAHULUAN

Perubahan iklim, degradasi lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, krisis air, pencemaran, dan penumpukan sampah menjadi tantangan pendidikan yang tidak dapat diselesaikan hanya melalui transfer pengetahuan. Education for Sustainable Development (ESD) menuntut peserta didik memiliki pengetahuan, nilai, keterampilan, partisipasi, dan tindakan transformatif untuk membangun masa depan berkelanjutan (UNESCO, 2020; UNESCO, 2021). UNESCO juga menegaskan bahwa greening education harus berorientasi aksi, menyentuh kurikulum, tata kelola, fasilitas, pembelajaran, dan keterlibatan komunitas (UNESCO, 2024a; UNESCO, 2024b).

Urgensi tersebut sangat relevan bagi pesantren. Satu Data Kementerian Agama melaporkan 42.433 pondok pesantren aktif pada tahun ajaran 2024/2025. Provinsi dengan jumlah terbesar adalah Jawa Barat sebanyak 13.005 pesantren, Jawa Timur 7.347 pesantren, Banten 6.776 pesantren, dan Jawa Tengah 5.364 pesantren (Kementerian Agama Republik Indonesia, 2026). Artinya, pesantren bukan hanya lembaga pendidikan agama, tetapi juga jejaring komunitas belajar berskala nasional yang memiliki potensi besar untuk mempercepat perubahan perilaku lingkungan.

Pada saat yang sama, data SIPSN/Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa pada 2024 timbulan sampah dari 317 kabupaten/kota mencapai 34.214.607,36 ton/tahun. Dari jumlah tersebut, sampah terkelola baru 59,74%, sedangkan sampah tidak terkelola masih 40,26% atau 13.773.422,77 ton/tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2025). Angka ini memperlihatkan bahwa pengelolaan sampah memerlukan intervensi pendidikan yang berbasis komunitas, pembiasaan, dan aksi nyata. Pesantren memiliki kondisi sosial yang sesuai karena santri hidup dalam rutinitas komunal, disiplin harian, keteladanan guru, kepemimpinan kiai, dan budaya ibadah.

Masalah utama dalam pembelajaran lingkungan di banyak pesantren adalah kecenderungan pembelajaran yang masih informatif, normatif, dan belum terhubung secara sistematis dengan proyek ekologis autentik. Santri dapat menerima nasihat tentang kebersihan, hemat air, dan menjaga tanaman, tetapi belum selalu diarahkan untuk mengamati masalah sebagai sistem, menelusuri sebab-akibat, merancang solusi, menguji dampak, dan merefleksikan tindakan ekologis sebagai bagian dari keberagamaan. Akibatnya, literasi lingkungan, berpikir sistem, dan perilaku pro-lingkungan berkembang secara terpisah, padahal ketiganya saling berkaitan dalam kompetensi keberlanjutan (Hungerford & Volk, 1990; Hollweg et al., 2011; Arnold & Wade, 2015; Demirci et al., 2025; Sanchez et al., 2025).

Project-Based Learning (PjBL) menjadi pendekatan yang relevan karena menempatkan peserta didik dalam masalah autentik, penyelidikan, kolaborasi, pengembangan produk, presentasi, dan refleksi. Kajian Guo et al. (2020) menegaskan bahwa ciri penting PjBL adalah produksi artefak nyata dan perlunya asesmen yang lebih kuat terhadap proses serta produk belajar. Di Indonesia, Ekselsa et al. (2023) menunjukkan bahwa PjBL bermuatan ESD dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa dengan N-gain 0,64 pada materi perubahan lingkungan. Pratiwi et al. (2025) juga melaporkan bahwa model PjBL berdiferensiasi berorientasi ESD memperoleh validasi ahli 4,7 dari 5 dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta literasi biodiversitas. Aulia dan Fikri (2026) memperkuat bahwa PjBL berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran lingkungan memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman konsep, pemecahan masalah, dan karakter peduli lingkungan.

Kebaruan artikel ini terletak pada integrasi PjBL, ESD, Green Pesantren, dan nilai ekologis Islam ke dalam rancangan operasional. Model Green School umum tidak dapat langsung disamakan dengan Green Pesantren karena pesantren memiliki struktur sosial, ritme harian, otoritas moral, relasi guru-santri, dan sumber legitimasi nilai yang khas. Literatur Green Pesantren terbaru menunjukkan bahwa penelitian pesantren hijau semakin bergerak dari kesadaran

ekologis menuju implementasi program, evaluasi kelembagaan, pengelolaan sampah, pertanian berkelanjutan, kepemimpinan ekologis, dan internalisasi nilai Islam (Maghfiroh et al., 2024; Sudarsono et al., 2024; Bashori & Prasetyo, 2026; Ferdinan et al., 2026; Subhan et al., 2026).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, artikel ini bertujuan mengembangkan rancangan prototipe evidence-informed model Project-Based Learning berbasis Green Pesantren untuk meningkatkan literasi lingkungan, berpikir sistem, dan perilaku pro-lingkungan santri. Karena artikel ini berada pada tahap desain dan desk validation, klaim validitas ahli, kepraktisan, dan efektivitas lapangan ditempatkan sebagai agenda uji empiris lanjutan, bukan sebagai hasil final.

METODE DAN LANDASAN TEORI

Artikel ini menggunakan orientasi Design-Based Research (DBR) sebagai pendekatan penelitian pengembangan. DBR dipilih karena penelitian tidak sekadar menguji intervensi yang sudah ada, tetapi merancang, menyempurnakan, dan menyiapkan intervensi pembelajaran dalam konteks pendidikan nyata (Brown, 1992; Barab & Squire, 2004; Anderson & Shattuck, 2012). Pada artikel ini, DBR diposisikan sebagai tahap desain awal dan validasi meja berbasis bukti, bukan sebagai laporan uji lapangan penuh.

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder resmi dan literatur akademik. Data resmi meliputi statistik pesantren dari Satu Data Kementerian Agama serta data pengelolaan sampah nasional dari SIPSN/Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Literatur akademik dipilih secara purposif dengan kriteria: relevan dengan PjBL, ESD, environmental literacy, systems thinking/systems literacy, pro-environmental behavior, Green Pesantren, eco-Islamic education, atau nilai ekologis Islam; diterbitkan terutama dalam rentang 2020–2026; dan memiliki kontribusi langsung terhadap prinsip desain model.

Prosedur pengembangan dilakukan dalam enam tahap. Pertama, pemetaan masalah menggunakan data resmi untuk menunjukkan urgensi Green Pesantren. Kedua, sintesis literatur dilakukan untuk mengidentifikasi pola bukti, kekuatan dukungan, dan celah riset. Ketiga, prinsip desain dirumuskan dengan menghubungkan PjBL, ESD, Green School Quality Standard, Green Pesantren, dan nilai Islam. Keempat, prototipe model dikembangkan dalam bentuk logic model, sintaks, modul proyek, LKS, asesmen, dan panduan guru. Kelima, desk validation dilakukan melalui evidence-to-design mapping, yaitu memeriksa apakah setiap komponen model memiliki dasar bukti yang jelas. Keenam, agenda uji empiris disusun untuk validasi ahli, uji kepraktisan, dan uji efektivitas.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan tematik. Data kuantitatif resmi diolah menjadi proporsi dan rasio sederhana agar dapat dibaca sebagai dasar urgensi. Literatur dianalisis melalui matriks bukti yang memuat fokus studi, temuan utama, kontribusi terhadap desain, dan implikasi revisi model. Desk validation menggunakan kategori dukungan bukti: kuat apabila didukung oleh laporan resmi, systematic review, atau studi empiris dengan instrumen jelas; sedang apabila didukung oleh studi konseptual atau studi kasus relevan; dan awal apabila masih berupa peluang teoretis yang memerlukan pengujian.

Secara etis, artikel ini membedakan secara tegas antara data sekunder, sintesis literatur, dan klaim empiris. Artikel tidak menyatakan bahwa model sudah efektif di lapangan karena belum ada data santri, guru, validasi ahli langsung, atau pretest-posttest dari implementasi model ini. Kejujuran epistemik ini penting agar artikel tetap dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemetaan Data Makro dan Urgensi Green Pesantren

Tabel 1 menyajikan data resmi yang menjadi dasar rasional pengembangan model. Data pesantren menunjukkan besarnya jangkauan kelembagaan, sedangkan data sampah menunjukkan urgensi aksi ekologis berbasis komunitas.

Tabel 1
Data Makro yang Menjadi Dasar Urgensi Model

Sumber data	Angka kunci	Makna untuk desain Green Pesantren
Satu Data Kementerian Agama 2024/2025	42.433 pesantren aktif secara nasional.	Pesantren merupakan jejaring pendidikan Islam berskala besar; intervensi berbasis pesantren berpotensi memiliki dampak sosial luas.
Satu Data Kementerian Agama 2025	Jawa Barat 13.005; Jawa Timur 7.347; Banten 6.776; Jawa Tengah 5.364 pesantren.	Empat provinsi teratas memuat sekitar 76,57% dari total pesantren; uji model dapat diprioritaskan pada wilayah padat pesantren.
SIPSN/KLHK 2024	Timbulan sampah 34.214.607,36 ton/tahun dari 317 kabupaten/kota.	Sampah menjadi konteks proyek yang realistis, terukur, dan dekat dengan rutinitas pesantren.
SIPSN/KLHK 2024	Sampah terkelola 59,74%; tidak terkelola 40,26% atau 13.773.422,77 ton/tahun.	Model perlu mendorong aksi pengurangan dari sumber, pemilahan, kompos, bank sampah, dan perubahan kebiasaan.
UNESCO Green School Quality Standard 2024	Empat area inti: governance, facilities and operation, teaching and learning, community engagement.	Green Pesantren harus menjadi whole-institution approach, bukan sekadar kegiatan kelas.

Sumber: diolah penulis dari Kementerian Agama Republik Indonesia (2026), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2025), dan UNESCO (2024b).

Gambar 1 memperlihatkan konsentrasi pesantren pada provinsi dengan jumlah terbesar. Visual ini penting karena menunjukkan bahwa strategi Green Pesantren dapat dimulai dari wilayah padat pesantren, tetapi tetap perlu adaptasi untuk daerah dengan jumlah pesantren lebih sedikit.

Gambar 1. Konsentrasi Pesantren pada Provinsi Prioritas Uji Model

Jawa Barat	13.005 pesantren (30,65%)
Jawa Timur	7.347 pesantren (17,31%)
Banten	6.776 pesantren (15,97%)
Jawa Tengah	5.364 pesantren (12,64%)
Aceh	1.925 pesantren (4,54%)
Pesan utama: 4 provinsi teratas menampung sekitar 76,57% pesantren nasional sehingga menjadi kandidat kuat untuk uji luas, sedangkan provinsi lain penting untuk menguji adaptabilitas model.	

Sumber: olahan penulis dari Satu Data Kementerian Agama 2025.

Data pada Tabel 1 dan Gambar 1 menegaskan bahwa Green Pesantren bukan agenda tambahan, melainkan kebutuhan strategis. Pesantren memiliki ruang hidup bersama, dapur, asrama, masjid, kelas, kebun, tempat wudu, dan area pengelolaan sampah. Semua ruang tersebut dapat menjadi laboratorium belajar untuk literasi lingkungan, berpikir sistem, dan perilaku pro-lingkungan.

B. Sintesis Literatur Terbaru dan Implikasi Desain

Tabel 2 menyajikan sintesis literatur yang digunakan sebagai dasar validasi konseptual. Matriks ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan tidak berdiri di atas asumsi tunggal, tetapi pada rantai bukti dari PjBL, ESD, systems literacy, environmental literacy, Green Pesantren, dan eco-Islamic education.

Tabel 2
Matriks Bukti Literatur dan Konsekuensi Desain Model

Literatur	Temuan Kunci	Konsekuensi Desain	Status Bukti
Guo et al. (2020)	PjBL menuntut masalah autentik, produk nyata, rubrik, dan asesmen proses-produk.	Model wajib menghasilkan artefak: kompos, bank sampah, audit air, kebun, poster, laporan dampak.	Kuat: review empiris.
Ekselsa et al. (2023)	PjBL bermuatan ESD meningkatkan systems thinking dengan N-gain 0,64.	Sintaks harus memuat analisis sebab-akibat, umpan balik, dan peta sistem.	Kuat: studi empiris.
Pratiwi et al. (2025)	Model PjBL-ESD tervalidasi ahli 4,7/5 dan meningkatkan critical thinking serta biodiversity literacy.	Prototipe perlu validasi ahli multidisipliner dan indikator capaian yang terukur.	Kuat: R&D empiris.
Aulia & Fikri (2026)	PjBL berbasis kearifan lokal efektif untuk pembelajaran lingkungan dalam sintesis PRISMA.	Green Pesantren harus menempatkan budaya pesantren dan nilai Islam sebagai konteks lokal.	Kuat: systematic review.
Demirci et al. (2025)	Systems literacy mencakup dimensi fungsional, kultural, dan kritis.	Berpikir sistem tidak cukup mengenali komponen; santri perlu mengkritisi rutinitas dan kebijakan pesantren.	Kuat: review konseptual.
Sanchez et al. (2025)	Environmental literacy dan sustainability literacy terkait kurikulum, ESD, outcome belajar, dan kolaborasi lokal-global.	Literasi lingkungan perlu dipetakan ke pengetahuan, sikap, keterampilan, tindakan, dan refleksi.	Kuat: systematic review.
UNESCO (2024b)	Green school harus menyentuh governance, facilities, teaching-learning, dan community engagement.	Model harus memakai pendekatan whole pesantren, bukan hanya proyek kelas.	Kuat: standar internasional.
Subhan et al. (2026)	Pendidikan lingkungan Islam sering normatif dan kurang desain pedagogis praktis.	Nilai Islam harus diterjemahkan ke sintaks, LKS, rubrik, dan indikator perilaku.	Kuat: systematic review.
Ferdinan et al. (2026)	Eco-Islamic education dapat mengaitkan khalifah, amanah, tawazun, praktik sekolah, dan SDGs.	Model perlu menjadikan nilai Islam sebagai mekanisme pedagogis dan budaya kelembagaan.	Sedang-kuat: studi empiris.

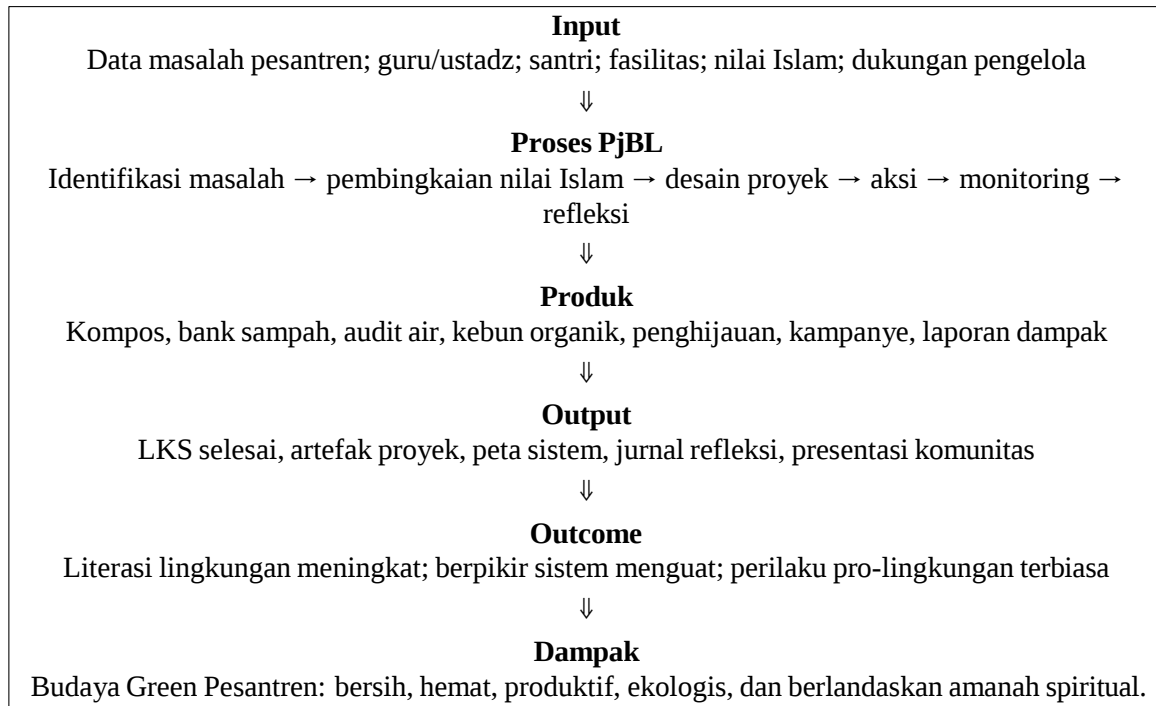
Sumber: Sintesis Penulis Berdasarkan Literatur 2020-2026

Tabel 2 memperkuat tiga keputusan desain. Pertama, model harus berbasis proyek autentik, bukan ceramah lingkungan. Kedua, asesmen harus mencakup pengetahuan, sistem, artefak, perilaku, dan refleksi. Ketiga, nilai Islam tidak boleh ditempatkan sebagai hiasan normatif, tetapi sebagai prinsip desain yang memengaruhi cara santri membaca masalah, mengambil keputusan, bekerja sama, dan mengevaluasi dampak.

C. Logic Model PjBL Berbasis Green Pesantren

Gambar 2 menyajikan logic model yang menghubungkan input, proses, produk, output, outcome, dan dampak. Model ini memperjelas jalur sebab-akibat yang diharapkan dari intervensi pembelajaran.

Gambar 2. Logic Model PjBL Berbasis Green Pesantren



Sumber: pengembangan penulis berdasarkan PjBL, ESD, Green School Quality Standard, dan nilai ekologis Islam.

Logic model ini memperlihatkan bahwa pembelajaran tidak berhenti pada produk fisik. Produk seperti kompos atau kebun organik hanya menjadi pintu masuk untuk membangun outcome yang lebih penting, yaitu literasi, cara berpikir sistemik, dan perubahan perilaku. Karena itu, guru perlu menilai proses berpikir, kerja kolaboratif, kualitas artefak, dan refleksi moral santri secara terpadu.

D. Prinsip Desain dan Operasionalisasi Nilai Islam

Tabel 3 menerjemahkan lima nilai Islam menjadi prinsip pedagogis dan indikator belajar. Operasionalisasi ini menjawab kritik bahwa pendidikan lingkungan Islam sering berhenti pada narasi normatif.

Tabel 3
Operasionalisasi Nilai Islam dalam Model PjBL Green Pesantren

Nilai Islam	Makna Pedagogis	Aktivitas Proyek	Indikator Asesmen
Khalifah fil ardh	Manusia bertanggung jawab memelihara bumi.	Santri memetakan masalah sampah, air, energi, atau tanaman sebagai amanah kepemimpinan ekologis.	Santri mampu menjelaskan hubungan tanggung jawab manusia dengan tindakan ekologis konkret.

Amanah	Sumber daya adalah titipan yang harus dijaga.	Santri membuat audit pemakaian air, listrik, alat, dan bahan proyek.	Santri menggunakan sumber daya secara jujur, hemat, dan dapat dipertanggungjawabkan.
Mizan	Alam bekerja dalam keseimbangan dan relasi sistem.	Santri membuat peta sebab-akibat antara perilaku, sampah, air, tanah, tanaman, kesehatan, dan kebijakan pesantren.	Santri mengenali komponen, hubungan, umpan balik, konsekuensi, dan titik intervensi.
Ihsan	Tindakan ekologis dilakukan sebaik mungkin.	Santri memperbaiki kualitas produk, menguji kebermanfaatan, dan mendokumentasikan proses.	Produk proyek menunjukkan perbaikan, kerapian, manfaat, dan bukti evaluasi.
Maslahah	Aksi ekologis diarahkan pada manfaat bersama.	Santri mempresentasikan manfaat proyek kepada kelas, pengurus asrama, dan komunitas pesantren.	Santri menimbang dampak proyek bagi kebersihan, kesehatan, ekonomi, dan budaya pesantren.

Sumber: pengembangan penulis berdasarkan literatur etika lingkungan Islam dan Green Pesantren.

Dengan operasionalisasi tersebut, nilai Islam berfungsi sebagai jembatan antara kesadaran spiritual dan perilaku ekologis. Santri tidak hanya diminta menjaga kebersihan karena aturan, tetapi memahami bahwa pengelolaan lingkungan merupakan amanah, keseimbangan, ihsan, dan kemaslahatan.

E. Sintaks Model dan Paket Prototipe

Model yang dikembangkan memiliki enam tahap. Tabel 4 menyajikan sintaks, aktivitas, produk, dan asesmen yang dapat langsung diterjemahkan ke dalam modul pembelajaran.

Tabel 4
Sintaks Model Project-Based Learning Berbasis Green Pesantren

Tahap	Sintaks	Aktivitas Utama	Produk Belajar	Asesmen
1	Identifikasi masalah	Observasi lingkungan pesantren, wawancara singkat, dokumentasi masalah.	Daftar masalah dan foto/catatan lapangan.	Checklist observasi dan pertanyaan pemantik.
2	Pembingkayaan nilai Islam	Mengaitkan masalah dengan khalifah, amanah, mizan, ihsan, dan maslahah.	Rumusan masalah ekologis-keislaman.	Rubrik argumentasi nilai.
3	Perencanaan proyek	Menentukan tujuan, peran, jadwal, bahan, risiko, dan indikator dampak.	Proposal proyek mini.	Rubrik perencanaan dan kolaborasi.
4	Pelaksanaan proyek	Kompos, pemilahan, audit air, kebun organik, penghijauan, hemat energi, atau kampanye.	Artefak proyek dan logbook.	Rubrik proses, keselamatan, dan kualitas produk.
5	Monitoring sistem	Mengukur perubahan, membuat peta sistem, mengidentifikasi kendala dan umpan balik.	Peta sistem dan laporan dampak awal.	Rubrik berpikir sistem.

6	Presentasi dan refleksi	Presentasi, evaluasi komunitas, refleksi moral-spiritual, rencana keberlanjutan.	Poster/laporan, jurnal refleksi, komitmen aksi.	Rubrik komunikasi dan refleksi.
---	--------------------------------	--	---	---------------------------------

Sumber: pengembangan penulis berdasarkan sintaks PjBL dan prinsip Green Pesantren.

Produk prototipe yang dihasilkan meliputi: (1) kerangka konseptual; (2) buku model; (3) modul proyek sampah, kompos, air, kebun, energi, dan kampanye; (4) lembar kerja santri; (5) rubrik literasi lingkungan; (6) rubrik berpikir sistem; (7) skala perilaku pro-lingkungan; (8) jurnal refleksi ekologis-keislaman; dan (9) panduan implementasi guru. Paket ini dirancang agar guru tidak hanya mengetahui ide Green Pesantren, tetapi memiliki perangkat operasional.

F. Validasi Meja Berbasis Evidence-to-Design Mapping

Tabel 5 menyajikan validasi meja. Validasi ini bukan validasi ahli lapangan, melainkan pemeriksaan konsistensi antara komponen model dan bukti ilmiah yang tersedia. Tujuannya adalah memastikan prototipe layak masuk ke tahap validasi ahli dan uji terbatas.

Tabel 5
Validasi Meja: Kecocokan Komponen Model dengan Bukti Ilmiah

Komponen Model	Dasar Bukti	Keputusan Validasi Meja	Risiko yang Perlu Diuji
Masalah autentik pesantren	PjBL menuntut driving question dan artefak nyata; data SIPSN menunjukkan masalah sampah konkret.	Valid secara konseptual dan kontekstual.	Masalah tiap pesantren dapat berbeda; perlu analisis kebutuhan lokal.
Whole pesantren approach	UNESCO (2024b) menekankan governance, fasilitas, pembelajaran, komunitas.	Valid untuk menjadikan proyek sebagai budaya kelembagaan.	Dukungan kiai/pengelola menentukan keberlanjutan.
Nilai ekologis Islam	Literatur eco-Islamic education menegaskan khalifah, amanah, mizan, dan tawazun sebagai dasar perilaku ekologis.	Valid sebagai legitimasi moral dan pedagogis.	Perlu menghindari cermah normatif tanpa tindakan.
Berpikir sistem	Demirci et al. (2025) dan Ekselsa et al. (2023) mendukung systems literacy dan PjBL-ESD.	Valid sebagai outcome utama.	Guru perlu pelatihan membuat peta sistem dan rubrik.
Asesmen multi-instrumen	Guo et al. (2020) menekankan tes, rubrik, refleksi, artefak, observasi.	Valid karena outcome kompleks tidak cukup diukur tes tunggal.	Beban asesmen guru perlu disederhanakan.
Perilaku pro-lingkungan	Teori environmental behavior menuntut aksi, pembiasaan, norma sosial, dan refleksi.	Valid sebagai outcome perilaku yang diamati.	Perlu pengukuran lanjutan setelah proyek selesai.

Keterangan: validasi meja adalah penilaian konseptual berbasis bukti, bukan pengganti validasi ahli empiris.

Hasil validasi meja menunjukkan bahwa semua komponen utama memiliki dukungan bukti yang memadai. Namun, terdapat empat risiko implementasi: variasi fasilitas pesantren, kesiapan guru, dukungan pengelola, dan beban asesmen. Risiko tersebut perlu dijawab melalui validasi ahli, uji kepraktisan, dan uji efektivitas.

G. Instrumen Asesmen dan Rencana Uji Empiris

Tabel 6 menyajikan rancangan instrumen untuk mengukur tiga kompetensi utama. Instrumen ini disiapkan agar penelitian lanjutan dapat menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitas model secara lebih kuat.

Tabel 6
Pemetaan Kompetensi, Indikator, Instrumen, dan Analisis

Kompetensi	Indikator	Instrumen	Analisis yang Disarankan
Literasi lingkungan	Pengetahuan, kesadaran masalah, sikap, niat bertindak, dan argumentasi solusi.	Tes literasi lingkungan, angket sikap, tugas analisis kasus.	Validitas isi, reliabilitas, deskriptif, N-gain, uji beda pretest-posttest.
Berpikir sistem	Komponen, hubungan sebab-akibat, pola, umpan balik, konsekuensi, titik intervensi.	Rubrik peta sistem, soal terbuka, jurnal analisis dampak.	Aiken's V, reliabilitas antar-rater, skor rubrik, N-gain.
Perilaku pro-lingkungan	Pemilahan sampah, hemat air, merawat tanaman, kebersihan, partisipasi proyek, komitmen lanjutan.	Observasi, skala perilaku, logbook, refleksi santri.	Deskriptif, triangulasi, perubahan skor, follow-up 4-8 minggu.
Kepraktisan model	Keterlaksanaan sintaks, kejelasan LKS, waktu, sarana, respons guru dan santri.	Angket kepraktisan, observasi, wawancara guru.	Persentase, kategori, analisis tematik.
Kualitas produk proyek	Fungsi, kebermanfaatan, keamanan, keberlanjutan, dokumentasi dampak.	Rubrik artefak dan presentasi.	Skor rubrik, portofolio, penilaian sejawat.

Sumber: pengembangan penulis berdasarkan kerangka environmental literacy, systems literacy, PjBL, dan R&D pendidikan.

Rencana uji empiris berikutnya terdiri atas tiga tahap. Pertama, validasi ahli melibatkan ahli PjBL, ESD/pendidikan lingkungan, pendidikan Islam/pesantren, dan evaluasi pembelajaran. Kedua, uji terbatas dilakukan pada satu atau dua kelas untuk menilai keterlaksanaan, kepraktisan, dan revisi perangkat. Ketiga, uji efektivitas menggunakan desain kuasi-eksperimen atau mixed methods dengan pretest-posttest, kelompok pembandingan apabila memungkinkan, observasi perilaku, dan follow-up untuk melihat keberlanjutan kebiasaan.

H. Pembahasan Integratif

Model ini memperbaiki kelemahan naskah konseptual murni dengan menambahkan basis data resmi, sintesis literatur mutakhir, logic model, validasi meja, dan rancangan instrumen. Secara ilmiah, kekuatan utama model bukan pada klaim bahwa model sudah efektif, melainkan pada transparansi rantai bukti: masalah nyata terpetakan, prinsip desain diturunkan dari literatur, komponen model dapat diamati, dan agenda validasi empiris disiapkan.

Dari perspektif PjBL, model ini memenuhi ciri masalah autentik, penyelidikan, kolaborasi, produk nyata, presentasi, dan refleksi. Dari perspektif ESD, model memadukan pengetahuan, nilai, tindakan, dan transformasi komunitas. Dari perspektif systems literacy, model mendorong santri melihat masalah lingkungan sebagai relasi antara perilaku, fasilitas, kebijakan, kebiasaan, dan nilai. Dari perspektif pendidikan Islam, model menerjemahkan

khalifah fil ardh, amanah, mizan, ihsan, dan maslahah menjadi aktivitas belajar dan indikator asesmen.

Kontribusi utama model adalah menjadikan Green Pesantren sebagai pendekatan whole-institution berbasis proyek. Pesantren memiliki keunggulan dibanding sekolah non-asrama karena proses pembelajaran dapat berlangsung dalam rutinitas harian: makan, wudu, kebersihan kamar, pengelolaan sampah, kebun, piket, kajian kitab, dan musyawarah santri. Jika dirancang dengan baik, rutinitas tersebut menjadi media pembiasaan perilaku pro-lingkungan yang lebih kuat daripada pembelajaran kelas sesaat.

Keterbatasan artikel ini tetap harus ditegaskan. Pertama, belum ada data primer dari pesantren sasaran. Kedua, validasi ahli belum dilakukan. Ketiga, efektivitas terhadap literasi lingkungan, berpikir sistem, dan perilaku pro-lingkungan belum diuji melalui pretest-posttest. Keempat, keberlanjutan perilaku santri setelah proyek selesai belum diketahui. Karena itu, artikel ini layak diposisikan sebagai artikel pengembangan prototipe berbasis bukti, bukan artikel efektivitas final.

PENUTUP

Model Project-Based Learning berbasis Green Pesantren dikembangkan sebagai prototipe evidence-informed yang mengintegrasikan PjBL, ESD, Green School Quality Standard, budaya pesantren, dan nilai ekologis Islam. Data resmi menunjukkan bahwa pesantren memiliki jangkauan nasional besar, sementara masalah sampah nasional menunjukkan kebutuhan aksi ekologis berbasis komunitas. Sintesis literatur menunjukkan bahwa PjBL, ESD, systems literacy, environmental literacy, dan eco-Islamic education saling mendukung sebagai dasar pengembangan model.

Produk rancangan meliputi logic model, sintaks enam tahap, prinsip desain nilai Islam, modul proyek, LKS, rubrik asesmen, skala perilaku, jurnal refleksi, dan panduan implementasi guru. Validasi meja menunjukkan keselarasan kuat antara komponen model dan bukti ilmiah mutakhir. Kontribusi utama model adalah menerjemahkan nilai ekologis Islam dari konsep normatif menjadi sintaks pembelajaran, aktivitas proyek, indikator asesmen, dan refleksi santri.

Secara jujur, artikel ini belum dapat mengklaim valid, praktis, dan efektif secara empiris karena belum melakukan validasi ahli dan uji lapangan. Namun, sebagai prototipe berbasis bukti, artikel ini sudah memiliki dasar teoretis, data makro, dan rancangan evaluasi yang kuat untuk masuk ke tahap penelitian lanjutan. Penelitian berikutnya perlu melakukan validasi ahli, revisi prototipe, uji kepraktisan di beberapa pesantren, pengukuran pretest-posttest, analisis N-gain, uji statistik yang sesuai, serta follow-up perilaku pro-lingkungan setelah proyek selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1).
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1).
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44.
- Aulia, A. F., & Fikri, A. A. (2026). The effectiveness of local wisdom-based Project-Based Learning in environmental learning: A systematic review of PRISMA. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 8(1). <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v8i1.30203>
- Bachtiar, S., & Shafarwati, D. A. (2026). Integrating ESD into secondary school curricula:

- Strategies and implementation models. *Curricula: Journal of Curriculum Development*, 5(1). <https://doi.org/10.17509/curricula.v5i1.67>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1).
- Bashori, B., & Prasetyo, M. A. M. (2026). Lanskap penelitian pesantren hijau: Sebuah studi bibliometrik dari tahun 2000–2025. *Potensia: Jurnal Kependidikan Islam*, 11(2). <https://doi.org/10.24014/potensia.v11i2.38434>
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2).
- Demirci, S., Reid, A., Teksöz, G., & Şahin, E. (2025). Systems literacy: Towards a conspectus and model for environmental and sustainability education. *Environmental Education Research*, 31(4), 856–891. <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2409959>
- Ekselsa, R. A., Purwianingsih, W., Anggraeni, S., & Wicaksono, A. G. C. (2023). Developing system thinking skills through project-based learning loaded with education for sustainable development. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(1), 62–73. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i1.24261>
- Ferdinan, Abdillah, A., Rahman, A., & Bahtiar, A. R. (2026). Eco Islamic education and its contribution to sustainable development goals in Muhammadiyah boarding schools of South Sulawesi. *Discover Sustainability*, 7, Article 310. <https://doi.org/10.1007/s43621-026-02647-6>
- Foltz, R. C. (Ed.). (2003). *Islam and ecology: A bestowed trust*. Harvard University Press.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, Article 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., & Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3).
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2026). *Jumlah pondok pesantren, ustadz, dan santri menurut provinsi*. Satu Data Kementerian Agama Republik Indonesia. <https://satudata.kemenag.go.id/dataset/detail/jumlah-pondok-pesantren-ustadz-dan-santri-menurut-provinsi>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2025). *Capaian kinerja pengelolaan sampah tahun 2024*. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press.

- Maghfiroh, M., Iryani, E., Haerudin, Yani, M. T., Zaini, N., & Mahfud, C. (2024). Promoting Green Pesantren: Change, challenge and contribution of Nahdlatul Ulama in Indonesia. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(2), 409–435. <https://doi.org/10.31538/nzh.v7i2.4668>
- Mangunjaya, F. M. (2011). *Developing environmental awareness and conservation through Islamic teaching*. Conservation International Indonesia.
- Nasr, S. H. (1996). *Religion and the order of nature*. Oxford University Press.
- Pangsuma, N. S., Nurahman, A. A., Riandi, & Solihat, R. (2024). Innovation of ESD learning module based on Bugis local wisdom for critical thinking skills and environmental literacy. *Journal of Science Learning*, 7(3).
- Pratiwi, H., Rita, E., Roshayanti, F., & Patonah, S. (2025). ESD-oriented project-based differentiated learning model to develop critical thinking skills and biodiversity literacy. *Prisma Sains*, 13(2), 375–387. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v13i2.15111>
- Sanchez, S.-J., Piedrahita Guzman, Y., Sosa-Molano, J., Robertson, D., Ahern, S., & Garza, T. (2025). Systematic literature review: A typology of sustainability literacy and environmental literacy. *Frontiers in Education*, 10, Article 1490791. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1490791>
- Sterling, S. (2010). Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. *Environmental Education Research*, 16(5–6).
- Subhan, M., Sholahuddin, A., & Shonhadji, S. (2026). Synthesizing Islamic values-based environmental education as a conceptual framework for ethics and pedagogy: A systematic literature review. *Ta'dibuna: Jurnal Pendidikan Islam*, 15(2), 295–309. <https://doi.org/10.32832/tadibuna.v15i2.22444>
- Sudarsono, S., Muadin, A., & Tamam, B. (2024). Green Pesantren leadership: Shaping a moderate society for environmental conservation. *Idarah (Jurnal Pendidikan dan Kependidikan)*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.47766/idadrah.v8i1.1381>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A roadmap*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2024a). *Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action*. UNESCO.
- UNESCO. (2024b). *Green school quality standard: Greening every learning environment*. UNESCO.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2).