



Desain Teknologi IoT dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kesadaran Lingkungan

Irnin Agustina Dwi Astuti*, Yoga Budi Bhakti, Rendi Prasetya
^{1,2} Universitas Indraprasta PGRI
* E-mail: irnin.agustina@gmail.com

Abstract

The integration of technology in science education plays an important role in transforming abstract concepts into real experiences. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based learning device called the "Eco-Sensor Kit" and to analyze its effectiveness in enhancing students' environmental awareness. The research method used was Research and Development (R&D). The results of the study show that this technology design is categorized as "Highly Feasible" by content and media experts, with an average score of 88%. The developed IoT technology design is already feasible according to experts to be developed into a fully functional device, no longer in prototype form. The integration of real-time data provides concrete evidence for students, ultimately triggering an increase in environmental awareness. This study recommends the use of IoT as an essential learning medium to support sustainable development education.

Keywords: *Internet of Things, science learning, environmental awareness, science teaching aids.*

Abstrak

Integrasi teknologi dalam pendidikan IPA berperan penting dalam mentransformasi konsep abstrak menjadi pengalaman nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain perangkat pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) bernama "Eco-Sensor Kit" dan menganalisis efektivitasnya dalam meningkatkan kesadaran lingkungan siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain teknologi ini dikategorikan "Sangat Layak" oleh ahli materi dan media dengan skor rata-rata 88%. Desain teknologi IoT yang dikembangkan sudah layak menurut para ahli untuk dikembangkan menjadi sebuah alat yang utuh, sehingga tidak dalam tampilan prototipe lagi. Integrasi data real-time memberikan bukti konkret bagi siswa, yang pada akhirnya memicu peningkatan kesadaran lingkungan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan IoT sebagai media pembelajaran esensial untuk mendukung pendidikan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: *Internet of Things, pembelajaran IPA, kesadaran lingkungan, alat peraga IPA.*

How to Cite: Astuti, I.A.D., Bhakti, Y.B.B., & Prasetya, R. (2025). Desain Teknologi IoT dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kesadaran Lingkungan. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 6(2), 102-107.

PENDAHULUAN

Di era digital yang terus berkembang, teknologi memainkan peran yang sangat penting dalam dunia pendidikan, khususnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (Imran & Almusharraf, 2024; Rahimi & Oh, 2024). Salah satu inovasi teknologi yang sedang berkembang adalah *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir seiring dengan meningkatnya konektivitas internet, sensor yang lebih canggih, serta teknologi komputasi awan dan kecerdasan buatan (AI). IoT sering digunakan dalam bidang pertanian, perikanan dan teknologi pangan (Astuti et al, 2022;

Mubarok et al, 2022). Dalam konteks pembelajaran, penerapan IoT dapat digunakan untuk memperkaya pengalaman belajar siswa, khususnya dalam bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Safiatuddin & Asnawi, 2023; Sukardjo dkk., 2023), dengan memanfaatkan data lingkungan secara langsung. IoT dapat digunakan untuk mendeteksi dan memantau kerusakan lingkungan yang relevan dengan materi IPA yang diajarkan di sekolah.

Kerusakan lingkungan di berbagai daerah di Indonesia semakin mengkhawatirkan. Di Yogyakarta, masalah darurat sampah menjadi tantangan besar yang mempengaruhi kebersihan dan kesehatan lingkungan (Hendrian & Deslia, 2025). Di Jawa Barat, banjir seringkali terjadi akibat penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh deforestasi dan alih fungsi lahan (Muhamad dkk., 2017). Di Nusa Tenggara Barat, pencemaran laut akibat limbah industri dan sampah plastik menjadi masalah serius yang mengancam ekosistem laut (Arfian dkk., 2022). Semua masalah ini perlu diajarkan kepada siswa SMP dalam pelajaran IPA, agar mereka lebih sadar akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Dengan integrasi IoT dalam pembelajaran IPA, siswa dapat belajar secara langsung melalui data dan informasi yang diperoleh dari sensor IoT (Astuti & Bhakti, 2024), serta memantau kondisi lingkungan sekitar mereka.

Selain penggunaan IoT, pendekatan pembelajaran juga mempengaruhi kondisi siswa. Siswa lebih menyukai pembelajaran menyenangkan dengan melibatkan unsur permainan. Salah satunya adalah pendekatan gamifikasi.

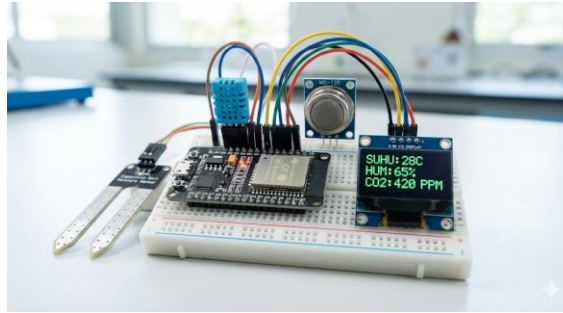
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga berbasis teknologi IoT yang diterapkan dalam pembelajaran IPA berbasis gamifikasi dengan fokus pada peningkatan kesadaran lingkungan siswa SMP. Alat peraga IoT yang dikembangkan memungkinkan siswa untuk mengakses data lingkungan secara *real-time*, sehingga mereka dapat memahami dampak kerusakan lingkungan yang terjadi di sekitar mereka. Melalui model pembelajaran yang interaktif dan berbasis tantangan ini, diharapkan siswa dapat terlibat lebih aktif dalam pembelajaran, sekaligus meningkatkan motivasi belajar siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (RnD) dengan menggunakan model ADDIE. Model ADDIE memiliki lima tahap yaitu Analysis (Analisis), Design (Desain), Development (Pengembangan), Implementation (Implementasi) dan Evaluation (Evaluasi) yang digambarkan pada gambar 1.

Berdasarkan gambar 3 maka langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. *Analyze*. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis mendalam terhadap kesadaran lingkungan. Analisis juga dilakukan pada kebutuhan guru terhadap pendekatan ini. Proses ini melibatkan survei, wawancara, dan studi literatur untuk memahami tantangan utama dan peluang dalam mengembangkan pendekatan ini.
2. *Design*. Pada tahap ini peneliti mendesain dan merancang sistem alat peraga berbasis *Internet of Things* (IoT). Selain itu juga menyusun panduan penggunaan sistem IoT yang dapat digunakan oleh guru dan siswa.
3. *Development*. Pada tahap ini pengembangan sistem IoT dan uji coba sistem IoT.
4. *Implementation*. Tahap ini dilakukan melalui implementasi seluruh perangkat pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi wilayah masing-masing. Tim akan mengimplementasikan perangkat dalam konteks masalah Kawasan banjir di Jawa Barat sehingga seluruh konten pembelajaran akan disesuaikan dengan masalah yang ada.
5. *Evaluation*. Evaluasi dilakukan untuk setiap tahap analisis, perancangan, pengembangan, dan implementasi. Selama dan setelah implementasi, program ini secara teratur dimonitor



Gambar 2. Desain Eco-Sensor Kit

Validasi Ahli dan Kelayakan Sistem

Sebelum diimplementasikan, desain teknologi divalidasi oleh dua ahli materi dan dua ahli media. Hasil validasi menunjukkan skor rata-rata sebesar 88% (Sangat Layak). Poin tertinggi terletak pada aspek "Kemudahan Akses Data" dan "Relevansi dengan Kurikulum IPA".

Tabel 1. Hasil Validasi Desain Teknologi IoT

Aspek Penilaian	Skor Rata-rata (%)	Kategori
Validasi Materi IPA	86 %	Sangat layak
Kelayakan Teknis IoT	90 %	Sangat layak
Kepraktisan Antarmuka (UI/UX)	88 %	Sangat layak
Rata – rata total	88 %	Sangat layak

Pembahasan

Integrasi IoT dalam Pembelajaran IPA Penggunaan teknologi IoT dalam kelas IPA mengubah paradigma pembelajaran dari teoritis menjadi berbasis data empiris. Siswa tidak lagi sekadar menghafal definisi "polusi", tetapi melihat sendiri bagaimana kadar CO2 meningkat saat jendela kelas ditutup atau bagaimana kelembapan tanah berubah setelah penyiraman. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme, di mana siswa membangun pemahamannya melalui pengalaman autentik.

Dampak terhadap Kesadaran Lingkungan (*Environmental Awareness*) Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kesadaran lingkungan dipicu oleh koneksi emosional terhadap data. Saat siswa melihat angka polutan meningkat di lingkungan sekolah mereka sendiri, muncul rasa tanggung jawab untuk menjaga kebersihan kelas.

Pemanfaatan IoT dalam pembelajaran IPA memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan pemahaman konseptual siswa melalui penyediaan data lingkungan secara real-time. Penelitian Kalid dkk. (2022) dan Tabuenca dkk. (2023) menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari sensor IoT mampu menghubungkan konsep sains dengan fenomena lingkungan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Data lingkungan yang bersifat autentik membantu siswa memahami dampak kerusakan lingkungan secara langsung, seperti pencemaran, banjir, dan degradasi ekosistem.

Penelitian Rodosthenous dkk. (2022) merupakan salah satu studi yang menggabungkan IoT dan gamifikasi untuk meningkatkan kesadaran lingkungan, namun fokus penelitian tersebut masih terbatas pada aspek motivasi dan kesadaran lingkungan tanpa menekankan pengembangan kemampuan complex problem solving. Sementara itu, penelitian Sahito & Sahito (2024) menekankan pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah melalui gamifikasi, namun tidak mengintegrasikan data lingkungan berbasis IoT.

Teknologi IoT memiliki peran strategis dalam menghadirkan pembelajaran IPA yang kontekstual dan berbasis permasalahan nyata lingkungan (Arisma et al, 2024). Data real-time yang dihasilkan oleh sensor IoT memungkinkan siswa untuk mengamati dan menganalisis kondisi lingkungan secara langsung, sehingga proses pembelajaran tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif. Hal ini sejalan dengan pandangan Astuti & Bhakti (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis data nyata dapat meningkatkan keterlibatan kognitif siswa serta mendorong pemahaman yang lebih mendalam terhadap fenomena alam.

Permasalahan lingkungan, seperti banjir, pencemaran, dan pengelolaan sampah, merupakan permasalahan kompleks yang melibatkan banyak variabel dan tidak memiliki solusi tunggal. Melalui simulasi berbasis gamifikasi yang didukung data IoT, siswa dapat dilatih untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis data, merumuskan solusi alternatif, serta mengevaluasi dampak dari solusi yang diusulkan. Proses ini sejalan dengan konsep complex problem solving yang menekankan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan adaptif (Eichmann dkk., 2019; Wüstenberg dkk., 2016).

Fokus kajian pada wilayah rawan bencana, seperti kawasan rawan banjir di Jawa Barat, memberikan nilai tambah dalam konteks pembelajaran IPA berbasis lingkungan. Pembelajaran yang dikaitkan dengan kondisi lingkungan sekitar siswa dapat meningkatkan relevansi materi dan menumbuhkan kesadaran lingkungan sejak dini (Sawitri et al, 2024; Nugroho, 2022). Hal ini penting mengingat kesadaran lingkungan merupakan aspek sikap yang perlu ditanamkan secara berkelanjutan melalui pengalaman belajar yang nyata dan bermakna.

Dengan demikian, integrasi teknologi IoT dalam pembelajaran IPA memiliki potensi besar untuk meningkatkan kesadaran lingkungan (Riansyah et al, 2025) serta mengembangkan kemampuan complex problem solving siswa SMP (Widyawati et al, 2025). Meskipun demikian, masih diperlukan penelitian pengembangan dan implementasi lebih lanjut untuk menguji efektivitas pendekatan ini secara empiris dalam konteks pembelajaran di sekolah.

PENUTUP

Desain teknologi IoT yang dikembangkan sudah layak menurut para ahli untuk dikembangkan menjadi sebuah alat yang utuh, sehingga tidak dalam tampilan prototipe lagi. Integrasi data *real-time* memberikan bukti konkret bagi siswa, yang pada akhirnya memicu peningkatan kesadaran lingkungan. Pemanfaatan IoT memungkinkan penyajian data lingkungan secara *real-time*, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan dengan kondisi nyata yang dihadapi siswa. Hal ini berkontribusi pada peningkatan pemahaman siswa terhadap permasalahan lingkungan serta menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan sejak dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfian, R. R., Laili, S., & Syauqi, A. (2022). Analisis Kualitas Perairan Pantai Sebelum Dan Sesudah Aktivitas Tradisi Bau Nyale Di Pantai Seger Kuta Lombok Tengah NTB. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 8(1), 94-102.
- Arisma, N., Septiani, R., Husna, A. R., Rifa'i, A., & Erika, F. (2024). Literature Review Penerapan Pembelajaran Sains Berbasis Lingkungan untuk Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan Siswa. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 53-63.

- Astuti, I. A. D., & Bhakti, Y. B. (2024). Penggunaan alat peraga fisika berbasis Internet of Things (IoT) untuk siswa SMP: Analisis literature review. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 5, No. 1).
- Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., Syahid, S., Subhan, B., Maulana, F., & Iqbal, M. (2023,). Peningkatan pemahaman masyarakat desa pekayon tentang pengelolaan budidaya ikan lele dengan sistem akuaponik. In *PROSIDING SNAPMA (Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM UNIPMA)* (Vol. 1, pp. 134-144).
- Hendrian, G., & Deslia, I. F. (2025). MANAJEMEN ISU PEMERINTAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TERKAIT POLEMIK SAMPAH DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. *Journal of Syntax Literate*, 10(2).
- Imran, M., & Almusharraf, N. (2024). Digital Learning Demand and Applicability of Quality 4.0 for Future Education: A Systematic Review. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 14(4).
- Mubarok, D. A., Astuti, I. A. D., & Fitriani, A. (2022). Desain Alat Pemberi Makan Hewan Otomatis Berbasis Arduino. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 3(2), 172-176.
- Muhamad, R. T., Sekarningrum, B., & Agma, Y. M. (2017). Modal Sosial Dalam Penanggulangan Bencana Banjir (Kasus Di Kabupaten Bandung, Jawa Barat). *Sosiglobal: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Sosiologi*, 1(2), 101-114.
- Nugroho, M. A. (2022). Konsep pendidikan lingkungan hidup: Upaya penanaman kesadaran lingkungan. *Ibtidaiyyah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyyah*, 1(2), 93-108.
- Rahimi, R. A., & Oh, G. S. (2024). Rethinking the role of educators in the 21st century: navigating globalization, technology, and pandemics. *Journal of Marketing Analytics*, 12(2), 182-197.
- Riansyah, A., Mustafa, M., & Syakhroni, A. (2025). Penerapan Teknologi IoT pada Hidroponik di Sekolah Dasar untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Kesadaran Lingkungan. *Abdimas Universal*, 7(2), 321-326.
- Safiatuddin, S., & Asnawi, R. (2023). The effectiveness of using virtual reality-based virtual Laboratories in the internet of things Course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5062-5070.
- Sawitri, A. D., Priyanti, P. W., Wanah, N., & Prayogo, M. S. (2024). Membangun Generasi Peduli Lingkungan: Analisis Literatur Pembelajaran Sains di Tingkat SD/MI. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 106-113.
- Sukardjo, M., Oktaviani, V., Tawari, S., Alfajar, I., & Ichsan, I. Z. (2023). Design of Control System Trainer Based on IoT as Electronic Learning Media for Natural Science Course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 952-958.
- Widiyawati, E., Suprpto, P. K., NANA, N., HERNAWATI, D., & BADRIAH, L. (2025). Profil Literasi Ekologi Peserta Didik Dalam Pembelajaran IPA Di SMPN 1. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 5(1), 36-45.