

Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis IoT pada Sistem Keamanan Rumah Adat Palu

The Development of IoT-Based Physics Learning Media in The Security System of Traditional Houses in Palu

Andini Rizki Damayanti¹, Unggul Wahyono², Muh. Syarif S. Abd Syukur³, Syamsuriwal⁴

¹Universitas Tadulako

*Corresponding Autor: andinidamayanti06@gmail.com

Kata Kunci

media pembelajaran;
Internet of Things (IoT);
fisika;
rumah adat palu;

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran fisika berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sistem keamanan rumah adat Palu. Latar belakang penelitian ini didasari oleh rendahnya minat dan pemahaman siswa dalam mempelajari fisika yang bersifat abstrak, serta keterbatasan media pembelajaran yang mengaitkan teknologi modern dengan kearifan budaya lokal. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan dengan model ADDIE yang terdiri dari tahapan *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Media yang dikembangkan berupa miniatur rumah adat Palu (Souraja) yang dilengkapi dengan sensor PIR, DHT22, MQ-2, ESP32-CAM, buzzer, LED, dan aplikasi Telegram sebagai sistem keamanan berbasis IoT. Hasil validasi dari ahli media (pakar IoT) memperoleh skor kelayakan 90% dengan kategori sangat layak. Validasi dari guru fisika memperoleh skor kelayakan 92% dengan kategori sangat layak. Sementara hasil respon siswa kelas XI SMA Negeri 7 Sigi terhadap media yang dikembangkan memperoleh persentase 88% dengan kategori sangat baik. Media ini berkontribusi dalam membantu siswa memahami konsep-konsep fisika seperti listrik dinamis, suhu dan kalor, gelombang bunyi, serta sistem digital berbasis sensor. Selain itu, media ini juga mendukung pembelajaran kontekstual berbasis proyek dan mengintegrasikan pelestarian budaya lokal ke dalam proses pembelajaran fisika, sehingga dapat menjadi alternatif inovatif dalam meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, dan keterampilan abad 21 siswa.

Keywords

learning media;
Internet of Things (IoT);
physics;
palu traditiona house;

©2025 The Author
p-ISSN 2338-3240
e-ISSN 2580-5924

ABSTRACT

This study aims to develop a physics learning media based on the Internet of Things (IoT) in the security system of the Palu traditional house. The background of this research is the low interest and understanding of students in learning abstract physics concepts, as well as the limited availability of learning media that link modern technology with local cultural wisdom. This research employed the ADDIE development model, consisting of the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The developed media is a miniature of the Palu traditional house (Souraja) equipped with a PIR sensor, DHT22, MQ-2, ESP32-CAM, buzzer, LED, and the Telegram application as an IoT-based security system. The validation results from the media expert (IoT specialist) obtained a feasibility score of 90% in the "very feasible" category. Validation from the physics teacher obtained a feasibility score of 92% in the "very feasible" category. Meanwhile, the response from grade XI students at SMA Negeri 7 Sigi to the developed media reached 88% in the "very good" category. This media contributes to helping students understand physics concepts such as dynamic electricity, heat and temperature, sound waves, and sensor-based

digital systems. In addition, the media also supports contextual project-based learning and integrates local cultural preservation into the physics learning process, making it a potential innovative alternative to enhance students' learning motivation, concept comprehension, and 21st-century skills.

Received 19/08/2025; Revised 25/09/2025; Accepted 30/11/2025; Available Online 31/12/2025

How to cite: Damayanti, A. R., Wahyono, U., Syukur, M. S. S. A., & Syamsuriwal, S. (2025). *Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis IoT pada sistem keamanan rumah adat Palu. JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online), 13(3), 377–385.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) kerap dianggap sulit oleh peserta didik karena bersifat abstrak dan konseptual. Banyak siswa mengalami kesulitan mengaitkan teori fisika yang dipelajari di kelas dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini diperparah oleh keterbatasan media pembelajaran yang kontekstual dan interaktif di sekolah (Sari & Wahyudi, 2021). Rendahnya minat belajar fisika juga dipengaruhi oleh minimnya visualisasi dan eksperimen langsung di kelas, sehingga konsep seperti arus listrik, energi, atau gelombang tetap menjadi simbol abstrak yang sulit dipahami (Mardiyana dkk., 2020).

Menurut Wiyanto dkk. (2021), tantangan guru fisika di era abad 21 adalah menciptakan pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada aspek kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi terbukti dapat membantu siswa memahami konsep fisika secara nyata dan meningkatkan motivasi belajar (Pratama & Nugroho, 2021). Namun, hasil observasi di SMA Negeri 7 Sigi menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi metode ceramah dengan media konvensional, membuat siswa pasif dan kurang memahami materi secara mendalam (Rahmawati dkk., 2022).

Di sisi lain, integrasi konteks budaya lokal dalam media pembelajaran dapat memperkuat relevansi dan makna belajar. Penelitian Yusuf (2022) dan Zubaidah (2018) menunjukkan bahwa media berbasis budaya lokal mampu menumbuhkan rasa memiliki dan pelestarian budaya pada siswa. Rumah adat Palu (*Souraja*) merupakan simbol budaya suku Kaili yang kini keberadaannya semakin langka; data BPS Sulawesi Tengah (2023) mencatat hanya tersisa satu unit yang terawat baik. Kondisi ini mendorong perlunya edukasi pelestarian melalui pembelajaran kontekstual.

Perkembangan teknologi digital, khususnya *Internet of Things (IoT)*, membuka peluang inovasi media pembelajaran. *IoT* adalah jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan mampu saling bertukar data serta merespons lingkungan secara otomatis (Darmanto & Krisma, 2019). Penelitian Putra & Mulyono (2020) membuktikan bahwa media berbasis *IoT* dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui pengamatan langsung, sementara Rachmadtullah dkk. (2020) menegaskan perannya dalam meningkatkan partisipasi siswa. Media pembelajaran berbasis *IoT* tidak hanya menawarkan interaksi langsung, tetapi juga memberi ruang kepada siswa untuk memahami hubungan antara input dan output dalam sistem otomatis. Melalui pengamatan terhadap kinerja sensor dan reaksi perangkat seperti buzzer, LED, maupun kamera, siswa dapat memahami cara kerja sistem elektronik yang saling terhubung. Ini memberikan konteks yang lebih dalam dalam memahami konsep-konsep fisika seperti rangkaian listrik, pengukuran suhu, dan gelombang bunyi dalam kehidupan nyata.

Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam pembelajaran tidak hanya memberikan pengalaman berbasis teknologi, tetapi juga dapat memperkuat pemahaman konsep-konsep fisika melalui pengamatan langsung terhadap gejala alam. Ardi dkk. (2023) menegaskan bahwa integrasi IoT dalam pendidikan mampu meningkatkan keterhubungan siswa dengan fenomena ilmiah secara nyata, misalnya pengukuran suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang berkaitan dengan konsep kalor dan gelombang elektromagnetik. Selanjutnya, Meylani (2024) menunjukkan bahwa lingkungan belajar cerdas berbasis IoT dapat digunakan untuk mensimulasikan eksperimen fisika secara real-time, sehingga siswa lebih mudah memahami hubungan antara variabel fisis, seperti tegangan, arus, dan hambatan dalam hukum Ohm. Sementara itu, Purba dkk. (2024) menekankan bahwa penggunaan IoT dalam model pembelajaran campuran melatih siswa untuk menginterpretasikan data hasil sensor secara mandiri, sehingga keterampilan berpikir kritis mereka dalam memahami hukum-hukum fisika seperti hukum Newton, hukum gas, maupun konsep gelombang semakin terasah.

Penelitian-penelitian sebelumnya terkait *IoT* dalam pembelajaran fisika umumnya berfokus pada aspek teknis atau penerapan konsep tertentu seperti suhu dan kalor (Putra & Mulyono, 2020) tanpa integrasi nilai budaya lokal. Di sisi lain, penelitian bidang *IoT* untuk sistem keamanan rumah (Fadillansyah & Anshory, 2022; Kusuma dkk., 2023; Rumere & Manullang, 2024) cenderung tidak memiliki tujuan edukatif.

Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa belum ada penelitian yang secara terpadu mengembangkan media pembelajaran fisika berbasis (IoT) dengan integrasi konteks budaya lokal. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media pembelajaran berupa miniatur rumah adat Palu yang dilengkapi sistem keamanan berbasis IoT. Media ini tidak hanya memperkenalkan teknologi modern, tetapi juga secara langsung mengaitkan dengan konsep-konsep fisika yang dipelajari di SMA. Misalnya, sensor PIR dan rangkaian ESP32-CAM mencerminkan penerapan hukum Ohm dan konsep listrik dinamis; sensor DHT22 memperkuat pemahaman tentang suhu dan kalor; buzzer memberikan gambaran nyata tentang gelombang bunyi; sedangkan ESP32-CAM dapat dihubungkan dengan konsep optik dan gelombang cahaya. Dengan demikian, media ini menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual, bermakna, sekaligus menanamkan nilai pelestarian budaya lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran fisika berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sistem keamanan rumah adat Palu yang layak digunakan dalam pembelajaran di SMA.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan media pembelajaran fisika berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem keamanan rumah adat Palu, serta menguji kelayakannya untuk digunakan dalam pembelajaran. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena bersifat sistematis dan saling terintegrasi, sehingga mendukung proses pengembangan media secara optimal (Mulyatiningsih, 2016). Pada tahap *Analysis*, dilakukan observasi dan wawancara guru fisika untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa, yang menunjukkan kesulitan memahami listrik dinamis, suhu dan kalor, serta gelombang bunyi. Tahap *Design* dilakukan dengan merancang miniatur rumah adat Palu menggunakan sensor PIR, DHT22, MQ-2, ESP32-CAM, buzzer, dan LED agar dapat merepresentasikan konsep fisika tersebut, serta menyusun instrumen berupa lembar validasi dan angket respon siswa. Selanjutnya, pada tahap *Development*, media dikembangkan melalui perakitan perangkat IoT dan pemrograman berbasis Arduino IDE yang terhubung dengan Telegram, kemudian divalidasi oleh ahli media dan guru fisika. Pada tahap *Implementation*, media diuji cobakan pada siswa kelas XI SMA melalui pembelajaran

berbasis proyek untuk melihat keterterimaan dan manfaatnya. Tahap terakhir yaitu *Evaluation* dilakukan secara formatif melalui validasi ahli dan sumatif melalui uji coba, dengan data respon siswa dianalisis menggunakan persentase skor angket untuk menentukan kategori kelayakan.

Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan pada tahun ajaran 2025/2026 di SMA Negeri 7 Sigi, Sulawesi Tengah. Subjek penelitian meliputi: validator ahli media (pakar (IoT), guru fisika sebanyak 1 orang, siswa kelas XI sebanyak 20 orang yang menjadi peserta uji coba media.

Alat yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan sistem rumah pintar berbasis (IoT) yang dirancang khusus untuk mendeteksi potensi bahaya dan mencegah penjarahan pada rumah adat tradisional. Inovasi utama dari alat ini adalah integrasi beberapa sensor keamanan dalam satu sistem, yaitu sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap atau gas berbahaya, serta sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan. Selain itu, sistem ini menggunakan modul ESP32-CAM yang berfungsi tidak hanya sebagai pengendali utama, tetapi juga sebagai perangkat pemantauan visual yang dapat mengambil gambar saat terjadi aktivitas mencurigakan. Gambar dan data dari sensor kemudian dikirimkan secara real-time ke aplikasi Telegram, sehingga pemilik atau penjaga rumah adat dapat segera mengetahui kondisi terkini meskipun tidak berada di lokasi. Rancangan alat juga diwujudkan dalam bentuk miniatur rumah adat (Souraja) untuk mendukung pembelajaran berbasis budaya.

Instrumen yang digunakan terdiri dari, lembar validasi ahli media untuk menilai kelayakan teknis dan fungsional sistem (IoT), lembar angket respon guru untuk menilai kesesuaian media dengan materi fisika, kemudahan penggunaan, dan dukungan terhadap pembelajaran berbasis proyek, lembar angket respon siswa untuk menilai aspek visual, fungsi, kemudahan pengamatan, relevansi dengan kehidupan sehari-hari, dan motivasi belajar, validasi instrumen dilakukan melalui telaah ahli untuk memastikan kejelasan indikator, kelengkapan butir, dan kesesuaian skala penilaian.

Teknik pengumpulan data meliputi: observasi, dilakukan pada tahap analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran dan ketersediaan media di sekolah, angket digunakan untuk memperoleh penilaian dari ahli media, guru fisika, dan respon siswa, angket berbentuk kuesioner tertutup dengan skala Likert, dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan bukti visual terkait proses pengembangan, perakitan, dan uji coba media pembelajaran.

Teknik analisa data yang digunakan untuk menganalisis data hasil validasi adalah perhitungan nilai rata-rata berdasarkan penilaian dengan skala likert berupa angka 1, 2, 3 dan 4. Rumus untuk menghitung nilai rata-rata adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

$\bar{x}$: Nilai rata-rata

$\sum x$: Jumlah nilai dari seluruh penilaian dalam butir pertanyaan

n : Jumlah butir pertanyaan

Nilai rata-rata yang didapatkan digunakan untuk menentukan tabel kriteria penilaian sesuai kategori penilaian (Widoyoko, 2012).

Tabel 1. Kategori Skala Likert Penilaian Produk Ahli Media dan Guru

Keterangan	Skor
SK (Sangat Kurang)	1

KB (Kurang Baik)	2
B (Baik)	3
SB (Sangat Baik)	4

Tabel 2. Kategori Skala Likert Siswa

Keterangan	Skor
SS (Sangat Setuju)	4
S (Setuju)	3
KS (Kurang Setuju)	2
TS (Tidak Setuju)	1

Tabel 3. Kriteria Penilaian Produk Ahli Media dan Guru

Interval Skor	Kategori	Konversi
$3,25 < x \leq 4,00$	SB (Sangat Baik)	Layak
$2,50 < x \leq 3,25$	B (Baik)	Layak
$1,75 < x \leq 2,50$	K (Kurang)	Tidak Layak
$1,00 < x \leq 1,75$	SK (Sangat Kurang)	Tidak Layak

Tabel 4. Kriteria Penilaian Respon Siswa

Interval Skor	Kategori	Konversi
$3,25 < x \leq 4,00$	SB (Sangat Baik)	Layak
$2,50 < x \leq 3,25$	Setuju (S)	Layak
$1,75 < x \leq 2,50$	KS (Kurang Setuju)	Tidak Layak
$1,00 < x \leq 1,75$	TS (Tidak Setuju)	Tidak Layak

Skor penilaian atau tingkat kelayakan baik setiap aspek maupun keseluruhan menggunakan tabel diatas, sebagai acuan penilaian data yang dihasilkan dari validasi, agar mempermudah dalam pemberian suatu kriteria nilai bahwa media pembelajaran fisika pada sistem rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan sudah layak atau belum untuk digunakan.

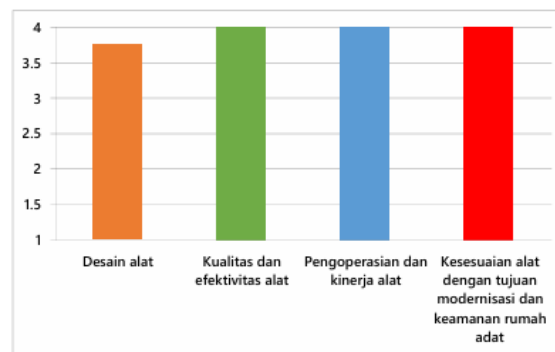
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Media pembelajaran yang dikembangkan pada penelitian ini adalah sistem keamanan rumah adat Palu berbasis *Internet of Things* (IoT) yang diwujudkan dalam bentuk miniatur rumah adat (*Souraja*). Media ini dilengkapi dengan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap/gas, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, ESP32-CAM sebagai pengendali utama sekaligus kamera pemantau, buzzer dan LED sebagai indikator peringatan, serta aplikasi Telegram sebagai media notifikasi *real-time*. Miniatur rumah adat digunakan sebagai sarana kontekstualisasi agar pembelajaran fisika dapat terhubung dengan budaya lokal.

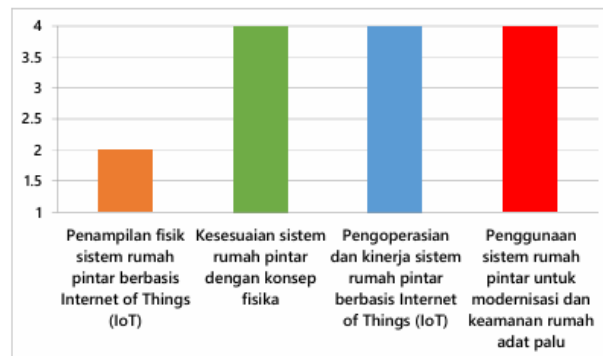
Uji kelayakan dilakukan melalui penilaian ahli media, guru fisika, dan siswa kelas XI SMA Negeri 7 Sigi. Data hasil penilaian menunjukkan bahwa:

- Ahli media memberikan skor rata-rata 3,60 atau 90% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa media memiliki desain yang sesuai, fungsi sistem yang berjalan optimal, serta mudah digunakan. Untuk lebih jelasnya, hasil validasi ahli media juga disajikan dalam bentuk diagram batang



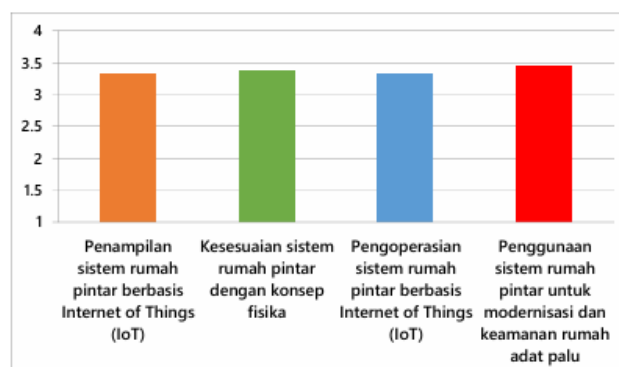
Gambar 1. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media

- b. Guru fisika memberikan skor rata-rata 3,68 atau 92% dengan kategori sangat baik, yang mengindikasikan bahwa media relevan dengan materi fisika (listrik dinamis, suhu dan kalor, gelombang bunyi, sistem digital), mudah diintegrasikan ke pembelajaran, dan mendukung pembelajaran berbasis proyek. Untuk lebih jelasnya, hasil penilaian guru juga disajikan dalam bentuk diagram batang.



Gambar 2. Diagram Hasil Penilaian Guru

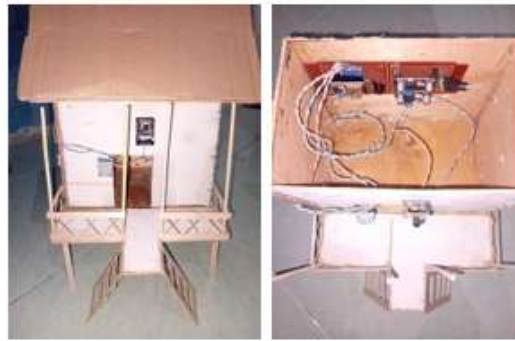
- c. Respon siswa menunjukkan skor rata-rata 3,52 atau 88% dengan kategori sangat baik. Siswa menilai media menarik, mudah diamati, memotivasi belajar, serta relevan dengan kehidupan sehari-hari. Untuk lebih jelasnya, hasil respon siswa juga disajikan dalam bentuk diagram batang.



Gamabr 3. Diagram Hasil Respon Guru

Produk akhir dari penelitian ini berupa sistem rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang sebagai media pembelajaran fisika sekaligus alat keamanan rumah adat

tradisional di Palu. Prinsip kerja alat dimulai saat sistem dihidupkan dan seluruh sensor aktif membaca kondisi lingkungan secara berkelanjutan. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan manusia di sekitar rumah adat, sistem akan memberikan dua jenis respon secara otomatis. Pertama, LED menyala sebagai tanda visual bahwa telah terjadi deteksi gerakan. Kedua, ESP32-CAM mengambil gambar kondisi di sekitar dan mengirimkan pesan melalui Telegram dengan teks "Gerakan Terdeteksi" lengkap dengan suhu dan kelembaban lingkungan. Pesan tersebut dilengkapi dengan gambar yang diambil oleh kamera secara real-time.



Gambar 4. Produk Sistem Rumah Pintar Berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dihasilkan

Dari sisi pembelajaran fisika, media ini mendemonstrasikan konsep-konsep penting yang relevan dengan materi fisika SMA, yaitu: listrik dinamis dan elektronika dasar melalui penggunaan ESP32 sebagai pusat kendali dan rangkaian elektronik pada PCB, getaran dan gelombang melalui bunyi buzzer sebagai respon deteksi asap, suhu dan kalor melalui pengukuran sensor DHT22 yang terhubung ke sistem notifikasi, sinyal digital dan komunikasi data melalui transmisi informasi sensor via Wi-Fi ke aplikasi Telegram; serta, pemrograman dan sistem otomatisasi berbasis Arduino yang mengatur respon alat secara otomatis. Pendekatan ini tidak hanya efektif dalam pembelajaran fisika, tetapi juga menanamkan kesadaran pelestarian budaya melalui integrasi bentuk rumah adat Palu.

Pembahasan

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa media pembelajaran fisika berbasis (IoT) pada sistem keamanan rumah adat Palu berhasil memenuhi kriteria kelayakan dan mendapatkan penilaian sangat baik dari ketiga kelompok responden. Tingginya penilaian dari ahli media (90%) menunjukkan bahwa integrasi komponen (IoT), mulai dari sensor hingga sistem notifikasi, telah berfungsi sesuai desain. Kemudahan penggunaan dan tampilan fisik yang menarik juga menjadi faktor pendukung penilaian positif ini.

Penilaian guru fisika yang mencapai 92% mengindikasikan bahwa media ini memiliki nilai pedagogis yang tinggi. Guru menilai bahwa media ini relevan dengan kurikulum fisika SMA, terutama pada materi listrik dinamis, suhu dan kalor, gelombang bunyi, dan sistem digital. Media juga mendukung pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) karena siswa dapat terlibat langsung dalam mengamati, mengoperasikan, dan menganalisis data yang dihasilkan sistem. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran abad 21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi.

Respon siswa yang mencapai 88% dengan kategori sangat baik menunjukkan bahwa media ini tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga memudahkan pemahaman konsep fisika yang selama ini dianggap abstrak. Misalnya, siswa dapat melihat secara langsung bagaimana sensor PIR mendeteksi gerakan dan memicu buzzer serta notifikasi di Telegram, atau bagaimana sensor DHT22 mengukur perubahan suhu dan kelembaban di sekitar miniatur

rumah adat. Pengalaman belajar yang langsung (*hands-on*) ini membuat siswa lebih mudah memahami hubungan antara teori dan penerapan dalam kehidupan nyata.

Dari sisi kontekstualisasi, penggunaan miniatur rumah adat Palu (Souraja) memberikan nilai tambah yang signifikan. Selain menyampaikan materi fisika, media ini juga memperkenalkan kearifan lokal dan nilai pelestarian budaya kepada siswa. Integrasi ini memperkuat relevansi pembelajaran, sejalan dengan prinsip *Contextual Teaching and Learning* (CTL) yang mengaitkan materi dengan lingkungan sosial dan budaya siswa.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Putra & Mulyono (2020) serta Pratama & Nugroho (2021) yang menyatakan bahwa pemanfaatan (IoT) dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui pengamatan langsung dan pengalaman praktis. Namun, penelitian ini memiliki keunikan tersendiri karena memadukan teknologi (IoT) dengan konteks budaya lokal, yang belum banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya.

Dengan capaian kelayakan yang tinggi, media pembelajaran ini berpotensi menjadi alternatif inovatif bagi guru fisika dalam menciptakan pembelajaran yang aktif, interaktif, dan bermakna. Selain itu, media ini dapat digunakan tidak hanya di sekolah tempat penelitian, tetapi juga direplikasi untuk konteks budaya lokal lainnya, sehingga mendukung pembelajaran yang adaptif terhadap lingkungan sosial siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran fisika berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan konteks rumah adat Palu (Souraja) yang dirancang untuk pembelajaran di SMA. Hasil validasi menunjukkan kelayakan sangat tinggi, yaitu 90% oleh ahli media dan 92% oleh guru fisika, sedangkan uji coba pada siswa memperoleh respon positif sebesar 88% (kategori sangat baik). Media ini efektif membantu siswa memahami konsep listrik dinamis, suhu dan kalor, gelombang bunyi, dan sistem digital secara kontekstual melalui pengalaman belajar langsung.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dengan kearifan lokal dalam bentuk miniatur rumah adat dapat meningkatkan relevansi pembelajaran fisika, memotivasi siswa, dan menumbuhkan kesadaran pelestarian budaya. Dengan demikian, media ini layak digunakan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran fisika untuk mendukung keterampilan abad 21 dan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Selain itu, media ini memiliki implikasi jangka panjang dalam pengembangan pembelajaran fisika. Pertama, konsep integrasi IoT dengan konteks budaya dapat diperluas pada topik fisika lain, seperti optika, gelombang elektromagnetik, atau mekanika, sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih luas dan aplikatif. Kedua, miniatur rumah adat yang digunakan tidak terbatas pada rumah adat Palu, tetapi dapat diadaptasi dengan rumah adat dari daerah lain di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran fisika, tetapi juga membuka peluang replikasi di berbagai konteks budaya, sekaligus memperkuat peran pendidikan dalam pelestarian nilai lokal.

SARAN

Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media serupa dengan menambahkan fitur penyimpanan *cloud*, notifikasi SMS cadangan, dan panel surya sebagai sumber energi alternatif. Guru disarankan memanfaatkan media ini dalam pembelajaran berbasis proyek untuk mengajarkan konsep sensor, mikrokontroler, dan fisika secara langsung, sementara siswa diharapkan mengembangkan keterampilan abad 21 serta memahami nilai pelestarian budaya. Perlu peningkatan estetika dan kerapian rangkaian agar tampilan miniatur lebih menarik dan sistem lebih mudah dipahami pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, A. A., Triyono, A., Sutarto, S., Rusmawan, R., & Santosa, T. A. (2023). The influence of the Internet of Things in education: Meta-analysis. *Indonesia Journal of Engineering and Education Technology (IJEET)*, 1(4), 59–65. <https://doi.org/10.61991/ijeet.v1i4.10>
- Darmanto, T., & Krisma, H. (2019). Implementasi teknologi IoT untuk pengontrolan peralatan elektronik rumah tangga berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika Unika Santo Thomas*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.17605/jti.v4i1.505>
- Fadillansyah, M. H. S., & Anshory, I. (2022). Implementasi home security and fire detection system berbasis Telegram. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 12(1), 520. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7007>
- Kusuma, H. A., Wijaya, S. B., & Nusyirwan, D. (2023). Sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM dan Telegram sebagai notifikasi. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2291>
- Mardiyana, D., Pramudya, I., & Sugianto, S. (2020). Pengembangan media fisika interaktif berbasis Android untuk pembelajaran SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(1), 15–22.
- Meylani, R. (2024). Transforming education with the Internet of Things: A journey into smarter learning environments. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 10(1), 161–178. <https://doi.org/10.46328/ijres.3362>
- Mulyatiningsih, E. (2016). Metode penelitian terapan bidang pendidikan. Yogyakarta: UNY Press.
- Pratama, A. D., & Nugroho, R. A. (2021). Internet of Things sebagai media pembelajaran inovatif abad 21. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(2), 110–119.
- Purba, R., Simarmata, J., Limbong, T., & Damanik, R. (2024). Mixed learning models and IoT devices: Effectively increasing competence and training independent learning students in unnormal situations. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 8(4), 2502–2510. <https://doi.org/10.62527/joiv.8.4.2553>
- Putra, A., & Mulyono, H. (2020). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam media pembelajaran interaktif fisika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(2), 115–124.
- Rahmawati, D., Nugraheni, R. A., & Suhardi. (2022). Strategi pengembangan media pembelajaran kontekstual berbasis budaya lokal. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pengajaran*, 5(1), 34–42.
- Rachmadtullah, R., Trisoni, T., & Zulela, M. S. (2020). Integrasi teknologi IoT dalam pendidikan dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 17(3), 210–217.
- Rumere, S., & Manullang, V. (2024). Rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor PIR dan ESP32-CAM. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 12(1), 9–16.
- Sari, D., & Wahyudi, W. (2021). Pengembangan media pembelajaran interaktif pada materi fisika sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 145–153.
- Widoyoko, E. P. (2012). Teknik penyusunan instrumen penelitian. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Wiyanto, W., Rokhmat, M., & Sari, S. R. (2021). Keterampilan abad 21 dalam pembelajaran IPA berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(1), 21–31.
- Yusuf, H. (2022). Integrasi nilai-nilai budaya lokal dalam media pembelajaran IPA berbasis karakter. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 28(3), 203–211.
- Zubaidah, S. (2018). Pembelajaran kontekstual berbasis budaya lokal untuk meningkatkan literasi sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 234–243.