INVENTOR: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi
https://ejournal.tsb.ac.id/index.php/inventor
Vol. 4, No. 3: Oktober 2026
e-ISSN: 3026-3190

Rancangan Media Bahan Ajar Smart Lamp Mata Pelajaran Prakarya MI Darul Ulum

Syamsul Arifin[1,*)], Rikaro Ramadi[1)], Mahbubul Wathoni[1)], Adi Alam[1)]

[1)]Universitas Muhammadiyah Jakarta

Correspondence: nabilaarifins906@gmail.com

Abstract

This study was motivated by the fact that Prakarya (Crafts/Practical Arts) instruction still relies on conventional approaches, utilizing teaching media that lack variety and interactivity. This situation impacts student engagement, as the instructional system remains teacher-centered. The study aims to design "Smart Lamp" teaching media for the Prakarya subject at MI Darul Ulum. It employs the Research and Development (R&D) method using the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) development model. The developed product is an Internet of Things (IoT)-based Smart Lamp medium utilizing an ESP32 microcontroller, the Blynk application, Arduino IDE, a Telegram Bot, and Wokwi simulation to support learning. While media assessment was carried out using subject matter expert validation, media expert validation, and teacher and student response surveys, data gathering methods included observation, interviews, questionnaires, and documentation. According to the findings, the media received a media expert validation score of 92% and a subject matter expert validation score of 76%, both of which fall into the "Highly Valid" category. Meanwhile, teacher response questionnaires yielded 88% and student responses 84.75%, placing them in the "Highly Practical" category. Based on these findings, the Smart Lamp teaching medium is deemed suitable for Prakarya instruction, as it supports the introduction of Internet of Things (IoT) concepts and basic coding while enhancing student engagement through more interactive and applied learning experiences.

Keywords: *Smart Lamp; instructional material; Internet of Things; ADDIE*

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pelaksanaan pembelajaran Prakarya yang masih menggunakan pendekatan konvensional, dengan penggunaan media bahan ajar yang belum bervariasi dan interaktif. Kondisi tersebut berdampak pada keaktifan peserta didik karena sistem pembelajaran berpusat dengan guru. Penelitian ini berguna agar merancang bahan ajar Smart Lamp mata pelajaran prakarya Mi Darul Ulum. Penelitian memakai metode Research and Development (R&D) memakai model pengembangan Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE). Produk yang dikembangkan berwujud media Smart Lamp berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32, aplikasi Blynk, Arduino IDE, Telegram Bot dan simulasi Wokwi sebagai pendukung pembelajaran. Pengumpulan data diadakan dari observasi, wawancara, angket, serta dokumentasi, melainkan penilaian media diadakan dari validasi ahli materi, validasi ahli media, angket respon guru, serta angket respon siswa. Hasil penelitian memaparkan jika media menerima persentase validasi ahli materi sebesar 76% dan validasi ahli media sebesar 92% dengan kategori Sangat Valid. Sementara itu, hasil angket respon guru memperoleh persentase 88% dan respon siswa sebesar 84,75%, yang termasuk kategori Sangat Praktis. Sesuai hasil tersebut, media pembelajaran Smart Lamp dipaparkan layak dipakai sebagai media pembelajaran Prakarya karena mampu mendukung pengenalan konsep Internet of Things (IoT) dan coding sederhana, serta meningkatkan keterlibatan siswa melalui pembelajaran yang semakin interaktif serta aplikatif.

Kata kunci: Smart Lamp; media bahan ajar; Internet of Things; ADDIE

Received: 22 Jul 2026; **Reviewed:** 20 Nov 2026; **Accepted**: 20 Okt 2026; **Available Online:** 23 Okt 2026;

@ 2026 Inventor

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat sudah mendatangkan perubahan yang signifikan dalam banyak bidang kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Perkembangan tersebut mengharuskan dunia pendidikan agar bisa menyesuaikan diri melalui pemanfaatan teknologi agar proses pembelajaran berubah jadi semakin relevan, efektif, serta mengikuti kebutuhan peserta didik. Integrasi teknologi pada pembelajaran juga menjadi suatu upaya agar membekali peserta didik melalui berbagai

kompetensi abad ke-21, misalya kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kerja sama, serta literasi teknologi dan digital. Sehingga, pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran di tingkat sekolah dasar serta Madrasah Ibtidaiyah perlu dilakukan dengan bertahap dengan tetap memperhatikan karakteristik peserta didik.

Untuk jenjang SD serta Madrasah Ibtidaiyah (MI), integrasi teknologi harus dicocokkan pada karakteristik perkembangan peserta didik supaya konsep yang dipelajari bisa dimengerti melalui pengalaman yang konkret. Fathurrizqi dan Mintohari (2021) menunjukkan bahwa pengembangan media berbasis Android untuk siswa sekolah dasar bisa melengkapi aspek validitas, kepraktisan, serta efektivitas pembelajaran. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pemanfaatan teknologi dapat sebagai suatu alternatif agar mendukung proses pembelajaran yang semakin menarik serta mengikuti kebutuhan siswa.

Suatu wujud pemanfaatan teknologi pada pendidikan dapat dilakukan melalui penggunaan media dan bahan ajar yang inovatif serta interaktif. Media pembelajaran berperan penting saat menolong guru memaparkan materi juga meningkatkan minat, motivasi, serta keterlibatan peserta didik pada proses pembelajaran. Peserta didik pada jenjang Madrasah Ibtidaiyah membutuhkan media pembelajaran yang bersifat konkret, visual, kontekstual, dan dapat memberikan pengalaman belajar langsung. Penerapan media yang sesuai bukan sekedar menolong siswa memahami materi pembelajaran, namun pula dapat mengurangi pembelajaran yang bersifat verbalistik dan membagikan peluang dengan siswa agar ikut aktif pada kegiatan pembelajaran. Ulya et al. (2021) mengembangkan media video berbasis discovery learning menggunakan model ADDIE pada siswa sekolah dasar. Hasil penelitian tersebut memaparkan jika media yang dikembangkan melengkapi kriteria valid, praktis, serta efektif. Temuan serupa juga dipaparkan dari Ismiati (2024) melalui pengembangan media Garismatika berbasis Android yang melengkapi aspek validitas, kepraktisan, serta efektivitas. Hasil penelitian itu memperkuat pentingnya pengembangan media pembelajaran yang dirancang berdasarkan kebutuhan pengguna dan dievaluasi secara sistematis sebelum diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan kesempatan agar diterapkan sebagai bagian dari media pembelajaran. Salah satu bentuk penerapannya adalah Smart Lamp atau lampu pintar yang memungkinkan perangkat elektronik dikendalikan melalui sistem digital. Teknologi Smart Lamp dapat dimanfaatkan bukan sekedar menjadi perangkat elektronik, namun pula menjadi media pembelajaran yang menggabungkan unsur teknologi, kreativitas, keterampilan praktik, dan pengenalan coding sederhana. Dalam konteks pendidikan dasar, pemanfaatan Smart Lamp dapat menjadi sarana untuk memperkenalkan peserta didik terhadap konsep teknologi digital dan cara kerja perangkat berbasis Internet of Things secara lebih konkret dan mudah dipahami.

Mata pelajaran Prakarya memiliki karakteristik yang sesuai untuk dikembangkan melalui pemanfaatan media berbasis teknologi. Pembelajaran Prakarya bukan sekedar untuk menghasilkan suatu produk, namun pula memberikan peluang untuk peserta didik agar mengembangkan kreativitas, keterampilan, kemampuan memecahkan masalah, serta berpikir inovatif. Oleh karena itu, pembelajaran Prakarya dapat diintegrasikan dengan pengenalan teknologi dan coding sederhana sehingga siswa tidak hanya menghasilkan sebuah karya, tetapi juga memahami proses dan logika dasar dalam mengendalikan suatu perangkat. Salah satu bentuk penerapannya adalah melalui perancangan Smart Lamp berbasis Internet of Things yang dapat memberikan pengalaman belajar melalui kegiatan merakit, memprogram, dan mengoperasikan perangkat.

Namun, berdasarkan hasil pengamatan awal di MI Darul Ulum, pembelajaran Prakarya pada siswa kelas VI masih menggunakan pendekatan konvensional dengan media pembelajaran yang terbatas dan belum bervariasi maupun interaktif. Kondisi tersebut menyebabkan pembelajaran tetap cenderung mengarah untuk guru makanya keikutsertaan siswa pada proses pembelajaran belum optimal. Disamping hal tersebut, siswa kelas VI tetap memiliki keterbatasan dalam mengenal dan memahami teknologi digital serta konsep coding sederhana. Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi sesuai kondisi pembelajaran yang berlangsung di sekolah.

Permasalahan tersebut memaparkan butuhnya suatu inovasi media pembelajaran yang bisa mengintegrasikan pembelajaran Prakarya dengan teknologi dengan konkret serta kontekstual. Suatu alternatif yang bisa dipakai yaitu media bahan ajar berbasis Smart Lamp dengan memanfaatkan konsep Internet of Things (IoT) Media Smart Lamp dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-32, relay, Arduino IDE, aplikasi Blynk, dan Telegram Bot. Sementara itu, Wokwi digunakan sebagai platform simulasi untuk mendukung pengenalan rangkaian dan coding sederhana. Pengembangan ini mengacu pada potensi media pembelajaran berbasis mikrokontroler dan IoT yang telah ditunjukkan oleh Alyafi et al. (2022), Wardhana dan

Handayani (2024), serta Nurhadiansyah et al. (2025), tetapi diarahkan pada konteks pembelajaran Prakarya di Madrasah Ibtidaiyah.

Media bahan ajar Smart Lamp diinginkan bisa menambah pengalaman pembelajaran yang semakin interaktif serta aplikatif. Melalui kegiatan perancangan, perakitan, pengoperasian perangkat, dan pengenalan coding sederhana, siswa dapat memperoleh pengalaman belajar secara langsung dalam memahami teknologi. Penggunaan media tersebut juga diharapkan mampu meningkatkan ketertarikan, motivasi, kreativitas, keaktifan, dan pemahaman siswa dalam mengikuti pembelajaran Prakarya. Pengembangan media Smart Lamp juga diarahkan agar sesuai dengan karakteristik siswa kelas VI MI Darul Ulum serta dapat digunakan secara praktis dalam kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, masih dibutuhkan pengembangan media bahan ajar Prakarya yang bukan sekedar berfokus untuk keterampilan membuat suatu produk, tetapi juga mengintegrasikan pemanfaatan teknologi digital pada proses pembelajaran. Kesenjangan penelitian ini terletak pada perlunya media pembelajaran yang menghubungkan kegiatan Prakarya dengan teknologi Internet of Things (IoT) melalui pembuatan Smart Lamp yang dilengkapi dengan pengenalan coding sederhana. Media ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang semakin konkret, interaktif, serta mengikuti perkembangan teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan media bahan ajar Smart Lamp berbasis Internet of Things untuk mata pelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum.

Berdasarkan pendahuluan yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu: (1). Bagaimana rancangan media bahan ajar Smart Lamp berbasis Internet of Things pada mata pelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum? (2). Bagaimana kelayakan media bahan ajar Smart Lamp berbasis Internet of Things sebagai media pembelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum?

Dari rumusan masalah tersebut, penelitian ini berguna agar: (1). Menghasilkan rancangan media bahan ajar Smart Lamp berbasis Internet of Things pada mata pelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum. (2). Mengetahui kelayakan media bahan ajar Smart Lamp berbasis Internet of Things sebagai media pembelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum.

METODE

Penelitian ini memakai metode Research and Development (R&D) melalui model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) yang berguna agar menghasilkan media bahan ajar Smart Lamp pada mata pelajaran Prakarya bagi siswa kelas VI MI Darul Ulum. Model ADDIE diambil sebab mempunyai tahapan yang sistematis serta terstruktur pada proses pengembangan media pembelajaran. Tahap analisis diadakan dari observasi serta wawancara bersama guru agar menemukan kondisi pembelajaran, karakteristik siswa, kebutuhan pembelajaran, serta media yang digunakan. Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun desain media Smart Lamp, rangkaian perangkat, flowchart, serta program pengendalian lampu menggunakan ESP32-WROOM-32, relay, Arduino IDE, Blynk, Telegram Bot, smartphone, dan simulasi Wokwi.

Tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan rancangan menjadi produk media bahan ajar Smart Lamp, termasuk proses perakitan komponen, pemrograman, dan pengujian sistem. Selanjutnya, tahap implementasi diadakan memakai media pada pembelajaran Prakarya siswa kelas VI untuk memperkenalkan konsep Internet of Things (IoT), coding sederhana, simulasi Wokwi, serta pengoperasian lampu melalui smartphone. Tahap evaluasi diadakan agar mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisan media melalui penilaian ahli materi, ahli media, respons guru, serta respons siswa. Data penelitian dianalisis dengan deskriptif kuantitatif berdasarkan skor hasil validasi dan angket yang kemudian dihitung pada wujud persentase agar memilih kategori kevalidan serta kepraktisan media.

Subjek penelitian ini mencakup ahli materi, ahli media, guru mata pelajaran Prakarya, serta siswa kelas VI MI Darul Ulum. Ahli materi bertugas menilai kesesuaian materi yang berguna pada pembelajaran serta karakteristik siswa, melainkan ahli media menilai aspek desain, fungsi, kemudahan pemakaian, serta kelayakan teknis Smart Lamp. Guru dilibatkan untuk memberikan penilaian terhadap kesesuaian media dengan kebutuhan pembelajaran, sementara siswa berperan sebagai pengguna yang memberikan respons terhadap kemudahan dan daya tarik media. Karakteristik siswa yang menjadi subjek penelitian mencakup siswa kelas VI pada jenjang madrasah ibtidaiyah dengan pengalaman dan kemampuan awal yang beragam dalam menggunakan teknologi digital. Jumlah siswa, validator, dan guru yang dilibatkan disesuaikan dengan kondisi penelitian dan perlu dicantumkan berdasarkan jumlah subjek yang sebenarnya.

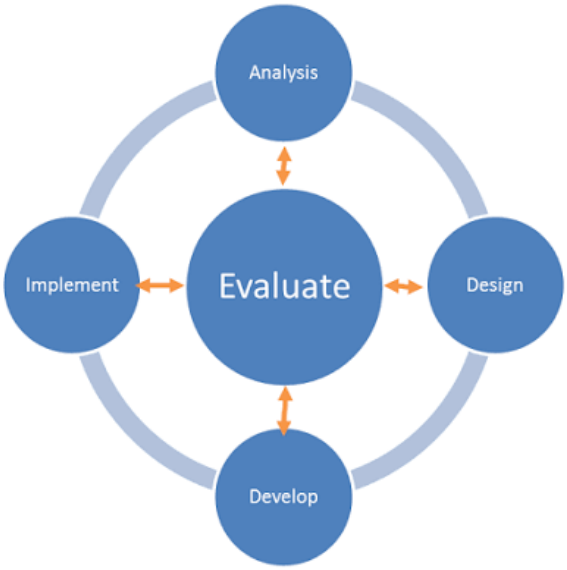
Instrumen penelitian yang dipakai mencakup lembar observasi, pedoman wawancara, lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, serta angket respons guru dan siswa. Lembar observasi serta pedoman wawancara digunakan agar menerima data menyangkut kebutuhan pembelajaran serta karakteristik siswa. Lembar validasi dipakai agar menilai kesesuaian materi, desain, fungsi, dan kelayakan media, sedangkan angket respons digunakan untuk mengetahui kepraktisan media setelah digunakan dalam pembelajaran. Validitas instrumen diperiksa dari validitas isi dengan meminta penilaian ahli terhadap kesesuaian butir instrumen dengan aspek yang diukur. Sementara itu, reliabilitas angket dapat diuji memakai koefisien Cronbach's Alpha sesuai data uji coba instrumen agar mengetahui konsistensi internal antarbutir pernyataan.

Teknik pengumpulan data diadakan dari observasi, wawancara, validasi ahli, serta penyebaran angket. Data yang diperoleh dianalisis memakai teknik deskriptif kuantitatif serta deskriptif kualitatif. Data kuantitatif berupa skor validasi ahli serta angket respons guru dan siswa dihitung dalam bentuk persentase memakai rumus berikut.

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_{\max}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: P adalah persentase penilaian, ∑X adalah total skor yang ditemukan, ∑X max adalah total skor maksimal. Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori penilaian yang telah ditetapkan agar memilih tingkat kelayakan dan kepraktisan media. Adapun data kualitatif berwujud kritik, saran, serta masukan oleh validator maupun responden dianalisis dengan deskriptif menjadi landasan untuk memperbaiki barang yang dikembangkan.

Alur pengembangan media bahan ajar Smart Lamp mengikuti lima tahapan ADDIE, yaitu analisis kebutuhan, perancangan desain, pengembangan produk, implementasi pada pembelajaran, dan evaluasi hasil pengembangan. Tahapan tersebut dilaksanakan dengan berurutan serta saling berkaitan agar barang yang diperoleh mengikuti kebutuhan pembelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum.



Gambar 1. Diagram Alur Pengembangan ADDIE

Diagram tersebut menggambarkan proses pengembangan media Smart Lamp mulai dari identifikasi kebutuhan sampai penilaian produk. Hasil dari semua tahapan menjadi dasar untuk memastikan media yang dikembangkan layak serta praktis dipakai pada pembelajaran Prakarya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan media bahan ajar Smart Lamp untuk mata pelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum Cok Pocok, Desa Sana Laok, Kecamatan Waru, Pamekasan. Pengembangan media dibuat memakai model ADDIE yang mencakup tahap *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Dari hasil analisis kebutuhan dari observasi serta wawancara, pembelajaran Prakarya di kelas VI tetap didominasi metode konvensional serta pemakaian media pembelajaran yang terbatas. Keadaan itu membuat siswa belum memperoleh pengalaman belajar yang interaktif serta menarik. Sehingga,

dikembangkan media Smart Lamp yang mengintegrasikan kegiatan pembelajaran Prakarya dengan pengenalan teknologi Internet of Things (IoT) dan coding sederhana.

Media yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, modul relay, lampu, aplikasi Blynk, Telegram Bot, Arduino IDE, smartphone, dan simulasi Wokwi. Pada tahap pengembangan, komponen tersebut dirakit dan diprogram sehingga lampu dapat dikendalikan melalui aplikasi Blynk. Wokwi digunakan untuk membantu siswa memvisualisasikan rangkaian dan alur kerja sistem sebelum melakukan praktik menggunakan perangkat fisik. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat diintegrasikan menjadi media pembelajaran yang dapat digunakan untuk memperkenalkan konsep input, proses, output, IoT, serta coding sederhana kepada siswa.

Penggunaan media berbasis teknologi dalam pembelajaran sejalan dengan penelitian Suhermanto, Leksono, dan Rohman (2024) yang memaparkan jika pengembangan media pembelajaran interaktif mellaui model ADDIE dapat menciptakan media yang sangat layak dipakai pada pembelajaran SD. Hasil penelitian itu juga memperlihatkan jika media interaktif bisa mendukung keikutsertaan peserta didik pada proses pembelajaran. Selain itu, pengembangan media pembelajaran berbasis IoT dengan pendekatan ADDIE juga memaparkan jika teknologi IoT bisa dipakai menjadi sarana pembelajaran yang kontekstual serta menambah pengalaman belajar yang semakin nyata untuk siswa SD.

A. Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi Bahan Ajar Smart Lamp

Validasi dilakukan agar mengetahui kelayakan media bahan ajar Smart Lamp sebelum dipakai pada kegiatan pembelajaran. Validasi terdiri atas validasi ahli media serta validasi ahli materi. Evaluasi dibuat memakai skala Likert pada rentang skor 1 hingga 5, sedangkan kategori kevalidan terdiri atas tidak valid, kurang valid, cukup valid, valid, dan sangat valid.

Hasil validasi ahli media memaparkan jika media Smart Lamp memperoleh skor 23 dari skor maksimal 25, sehingga diperoleh persentase sebesar 92%. Dari kriteria yang dipakai, persentase tersebut termasuk kategori Sangat Valid. Penilaian mencakup aspek kemenarikan desain, kejelasan tulisan dan gambar, kemudahan penggunaan, fungsi komponen, serta kemampuan media pada mendukung proses pembelajaran.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Yang Dinilai	Skor
1	Desain tampilan media menarik dan sesuai untuk pembelajaran	5
2	Tulisan, gambar, dan komponen media jelas dan mudah dipahami	5
3	Media mudah digunakan dan dioperasikan siswa	4
4	Seluruh komponen Smart Lamp berfungsi sesuai rancangan	5
5	Media mendukung pembelajaran secara efektif dan efisien	4
Jumlah		**23**
Persentase		**92%**
Kategori		**Sangat Valid**

Hasil tersebut memaparkan jika media Smart Lamp sudah melengkapi aspek kelayakan melalui segi tampilan maupun teknis. Persentase 92% menunjukkan jika media mempunyai desain yang menarik, komponen yang jelas, mudah dioperasikan, serta dapat berfungsi mengikuti rancangan. Melalui hal tersebut, media bisa dipakai pada kegiatan pembelajaran setelah melalui proses validasi. Temuan ini sesuai pada penelitian Suhermanto, Leksono, dan Rohman (2024) yang memperoleh tingkat kelayakan tinggi pada media pembelajaran interaktif yang dikembangkan memakai model ADDIE.

Hasil tersebut memaparkan jika media Smart Lamp sudah melengkapi aspek kelayakan melalui segi tampilan maupun teknis. Persentase sebesar 92% menunjukkan jika media mempunyai desain yang menarik, komponen yang jelas, bisa dioperasikan, serta dapat berfungsi mengikuti rancangan. Melalui hal tersebut, media bisa dipakai pada kegiatan pembelajaran setelah melalui proses validasi. Temuan ini sesuai pada

penelitian Suhermanto, Leksono, dan Rohman (2024) yang memperoleh tingkat kelayakan tinggi pada media pembelajaran interaktif yang dikembangkan memakai model ADDIE.

Validasi ahli materi menerima skor 19 dari skor maksimal 25, sehingga menghasilkan persentase 76%. Berdasarkan kriteria kevalidan, nilai tersebut termasuk kategori Valid. Penilaian ahli materi meliputi kesesuaian materi pada tujuan pembelajaran Prakarya, ketepatan konsep Smart Lamp serta coding sederhana, sistematika penyajian materi, penggunaan bahasa, serta manfaat materi dalam membantu siswa memahami konsep Smart Lamp dan coding sederhana.

Kriteria konversi skor menjadi kategori kelayakan ditentukan berdasarkan persentase skor yang diperoleh dibandingkan dengan skor maksimal. Persentase dihitung menggunakan rumus $P = \left(\frac{Skor\ yang\ diperoleh}{skor\ maksimal}\right) X\ 100\%$ Hasil persentase lalu dikelompokkan ke dalam kategori kelayakan, yaitu 81–100% termasuk kategori sangat valid, 61–80% termasuk kategori valid, 41–60% termasuk kategori cukup valid, 21–40% termasuk kategori kurang valid, serta 0–20% termasuk kategori tidak valid. Melalui kriteria tersebut, hasil validasi ahli materi sebesar 76% termasuk kategori valid, sedangkan hasil validasi ahli media sebesar 92% termasuk kategori sangat valid.

Validasi media bahan ajar Smart Lamp mengikutsertakan dua validator, seperti satu ahli media serta satu ahli materi. Ahli media memberikan evaluasi terhadap aspek tampilan, desain, fungsi, serta kelayakan teknis media, melainkan ahli materi menilai kecocokan isi dengan tujuan pembelajaran, ketepatan konsep, sistematika penyajian, penggunaan bahasa, dan manfaat materi bagi siswa. Hasil penilaian dari kedua validator digunakan agar menemukan kelayakan media sebelum diberlakukan pada pembelajaran Prakarya di kelas VI MI Darul Ulum.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Yang Dinilai	Skor
1	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran Prakarya	4
2	Ketepatan konsep Smart Lamp dan coding sederhana	4
3	Sistematika penyajian materi	4
4	Kemudahan bahasa untuk dipahami siswa	3
5	Kemanfaatan materi dalam memahami Smart Lamp dan coding sederhana	4
Jumlah		**19**
Persentase		**76%**
Kategori		**Valid**

Hasil validasi materi memperlihatkan jika materi yang ditemukan pada media sudah mengikuti tujuan pembelajaran serta bisa dipakai untuk memperkenalkan konsep Smart Lamp serta coding sederhana kepada siswa. Nilai 76% menunjukkan bahwa dari sisi materi media telah memenuhi kriteria valid. Hal tersebut penting karena media pembelajaran bukan sekedar dituntut menarik dengan visual, namun pula harus mempunyai kesesuaian isi pada tujuan pembelajaran. Pemanfaatan media teknologi dalam pembelajaran juga dapat membantu memperlancar proses pembelajaran dan meningkatkan perhatian serta minat siswa.

B. Hasil Respons Guru dan Siswa terhadap Media Smart Lamp

Setelah melalui tahap validasi, media Smart Lamp diimplementasikan kepada 10 siswa kelas VI dan 1 guru mata pelajaran Prakarya. Implementasi dilakukan dengan memperkenalkan komponen Smart Lamp, cara menghubungkan perangkat dengan jaringan Wi-Fi, penggunaan aplikasi Blynk, serta simulasi rangkaian melalui Wokwi. Siswa juga mengamati hubungan antara program yang dibuat menggunakan Arduino IDE dengan respons perangkat yang dihasilkan. Respons guru memperoleh skor 22 dari skor maksimal 25, sehingga ditemukan persentase sebesar 88%. Sesuai kriteria penilaian yang dipakai dalam penelitian, hasil tersebut tergolong kategori Sangat Valid. Penilaian guru memaparkan jika materi mengikuti tujuan pembelajaran serta kebutuhan siswa, media mudah dipakai, tampilan menarik dan jelas, media membantu guru menjelaskan materi, serta dapat mendukung keaktifan dan pemahaman siswa.

Tabel 3. Hasil Respons Guru terhadap Media Smart Lamp

No	Aspek Yang Dinilai	Skor
1	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa	5
2	Kemudahan penggunaan media	4
3	Kemenarikan dan kejelasan tampilan	4
4	Membantu guru menjelaskan materi	5
5	Mendukung keaktifan dan pemahaman siswa	4
Jumlah		**22**
Persentase		**88%**
Kategori		**Sangat Valid**

Sementara itu, respons siswa diperoleh dari 10 siswa dengan delapan indikator penilaian. Indikator tersebut meliputi kemenarikan tampilan, ketertarikan belajar menggunakan Smart Lamp, kemudahan memahami petunjuk, kemudahan penggunaan, peningkatan semangat belajar, keaktifan siswa, pemahaman materi Prakarya, dan pemahaman dasar coding sederhana.

Untuk mengetahui efektivitas pembelajaran, penelitian selanjutnya dapat dilakukan melalui pemberian tes sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) penggunaan media Smart Lamp. Perbandingan hasil kedua tes dilakukan untuk mengetahui perubahan pemahaman siswa terhadap materi Prakarya, khususnya pengenalan konsep Internet of Things (IoT) serta coding sederhana. Data dianalisis melalui membandingkan nilai rata-rata pretest serta posttest. Apabila diperlukan, analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji statistik yang sesuai dengan karakteristik data agar mengetahui apakah ditemukan ketidaksamaan hasil belajar yang signifikan setelah pemakaian media. Melalui hal tersebut, penilaian bukan sekedar berfokus pada respons siswa, namun pula dengan perubahan hasil belajar setelah pembelajaran menggunakan media Smart Lamp.

Selain itu, jumlah sampel penelitian perlu diperluas dengan melibatkan lebih banyak siswa kelas VI MI Darul Ulum agar hasil pengujian memberikan gambaran yang lebih representatif mengenai kepraktisan dan efektivitas media. Pelaksanaan uji coba pada kelompok siswa yang lebih besar juga dapat membantu mengidentifikasi kendala penggunaan media serta perbedaan respons siswa berdasarkan kemampuan awal dan pengalaman mereka dalam menggunakan teknologi digital. Jumlah sampel perlu disesuaikan dengan jumlah siswa yang tersedia, kondisi pelaksanaan penelitian, dan tujuan pengujian. Apabila penelitian saat ini baru melibatkan 10 siswa, pengujian efektivitas dan perluasan sampel dapat dinyatakan sebagai pengembangan atau penelitian lanjutan jika belum dilaksanakan.

Tabel 4. Hasil Respons Siswa terhadap Media Smart Lamp

No	Indikator	Skor
1	Tampilan media menarik	45
2	Ketertarikan belajar menggunakan Smart Lamp	39
3	Petunjuk penggunaan mudah dipahami	40
4	Media mudah digunakan	42
5	Media meningkatkan semangat belajar	44
6	Media meningkatkan keaktifan siswa	41
7	Media membantu memahami materi Prakarya	43
8	Media membantu memahami dasar coding sederhana	45
Jumlah		**339**
Skor Maksimal		**400**
Persentase		**84,75%**
Kategori		**Sangat Praktis**

Dari keseluruhan hasil penelitian, media bahan ajar Smart Lamp dapat dipaparkan valid serta praktis saat dipakai pada pembelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum. Kevalidan media terlihat dari hasil penilaian ahli media sebesar 92% pada kategori sangat valid serta ahli materi sebesar 76% dengan kategori valid. Sementara itu, kepraktisan terlihat dari respons guru sebesar 88% dan respons siswa sebesar 84,75%. Hasil tersebut memaparkan jika media yang dikembangkan bukan sekedar melengkapi kelayakan dari aspek tampilan, teknis, dan materi, namun pula memperoleh respons positif dari pengguna.

Keunggulan media Smart Lamp terletak pada kemampuannya menghubungkan materi Prakarya dengan pengalaman praktik berbasis teknologi. Siswa bukan sekedar menerima penjelasan dengan teoritis, namun dapat melihat hubungan antara program, perangkat elektronik, dan hasil yang ditampilkan oleh lampu. Penggunaan Wokwi juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami rangkaian dan alur kerja sistem sebelum melakukan praktik pada perangkat fisik. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih konkret dan kontekstual.

Keunggulan dan Potensi Efektivitas Media Smart Lamp

Media Smart Lamp memiliki potensi mendukung pembelajaran Prakarya karena menggabungkan kegiatan praktik, pengenalan teknologi Internet of Things (IoT), dan coding sederhana dalam satu aktivitas pembelajaran. Penggunaan media ini memungkinkan siswa mengamati secara langsung hubungan antara instruksi program dan respons perangkat elektronik. Pengalaman tersebut dapat membantu siswa memahami konsep yang sebelumnya mungkin terasa abstrak ketika hanya dijelaskan melalui buku atau presentasi. Selain itu, simulasi Wokwi memungkinkan siswa mempelajari rangkaian dan mengidentifikasi kesalahan program sebelum menerapkannya pada perangkat fisik.

Potensi efektivitas media Smart Lamp juga bisa dipaparkan dari keikutsertaan aktif siswa pada proses pembelajaran. Saat siswa mengamati, mencoba, dan memahami cara kerja perangkat, mereka memiliki kesempatan untuk membangun pemahaman melalui pengalaman sendiri. Namun, efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar tetap perlu dibuktikan melalui pengukuran, seperti perbandingan nilai pretest dan posttest. Oleh karena itu, apabila penelitian hanya mengukur validitas dan respons siswa, kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa media memiliki kelayakan dan potensi mendukung pembelajaran, bukan bahwa media telah terbukti meningkatkan hasil belajar.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Temuan pengembangan media Smart Lamp dapat dibandingkan dengan penelitian Suhermanto, Leksono, dan Rohman (2024) mengenai pengembangan media pembelajaran interaktif memakai model ADDIE. Penelitian tersebut memaparkan jika pengembangan media pembelajaran secara sistematis dapat menghasilkan produk yang melengkapi kriteria kelayakan sesuai evaluasi setiap ahli. Kesamaan kedua penelitian terletak pada penggunaan model ADDIE untuk menghasilkan media pembelajaran yang mengikuti kebutuhan peserta didik. Perbedaannya terletak pada bentuk dan pengalaman belajar yang ditawarkan. Media yang dikembangkan pada penelitian ini berfokus pada Smart Lamp yang mengintegrasikan perangkat elektronik, IoT, dan coding sederhana sehingga siswa berkesempatan mempelajari hubungan antara program dan hasil kerja perangkat secara langsung.

Dengan demikian, pengembangan Smart Lamp dapat menjadi alternatif media pembelajaran Prakarya yang menghubungkan keterampilan membuat produk dengan pengenalan teknologi digital. Meskipun demikian, perbandingan tingkat efektivitas kedua media tidak dapat dilakukan secara langsung tanpa data hasil belajar yang menggunakan ukuran dan prosedur pengujian yang sebanding.

Penelitian Appriola et al. (2026) mengenai pengembangan Smart Learning Environment berbasis Internet of Things menunjukkan bahwa integrasi perangkat IoT, pemantauan kondisi lingkungan secara real-time, dan platform pembelajaran digital dapat mendukung terciptanya lingkungan belajar yang lebih interaktif dan terintegrasi. Penelitian tersebut menggabungkan pemantauan lingkungan kelas, media kolaborasi digital, serta sistem pengawasan ujian berbasis teknologi. Temuan ini relevan dengan pengembangan Smart Lamp karena keduanya memanfaatkan teknologi IoT untuk mendukung kebutuhan dalam lingkungan pendidikan. Perbedaannya terletak pada cakupan pengembangan, yaitu penelitian Appriola et al. berfokus pada sistem lingkungan pembelajaran terintegrasi, sedangkan penelitian ini berfokus pada media Smart Lamp untuk mengenalkan konsep IoT dan coding sederhana dalam mata pelajaran Prakarya di MI Darul Ulum.

Hasil pengembangan media Smart Lamp juga dapat dikaitkan dengan penelitian Annisa et al. (2024) menyangkut penerapan model Inquiry Learning pada pembelajaran informatika di SMPN 3 Bukittinggi.

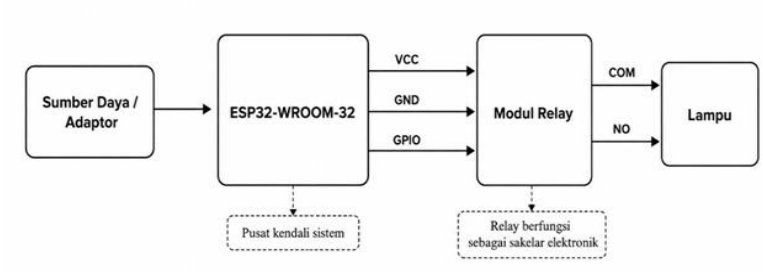
Penelitian tersebut relevan dengan pengembangan Smart Lamp karena sama-sama berkaitan dengan pembelajaran teknologi dan upaya membantu peserta didik memahami materi informatika. Dalam pembelajaran Smart Lamp, siswa dapat diarahkan untuk mengamati cara kerja perangkat, memahami hubungan antara komponen elektronik, serta mempelajari logika dasar pengendalian lampu melalui coding sederhana. Aktivitas tersebut dapat menjadi alternatif pembelajaran berbasis eksplorasi yang mendorong siswa terlibat secara aktif dalam memahami konsep teknologi. Meskipun demikian, penelitian Annisa et al. berfokus pada model pembelajaran Inquiry Learning, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran Prakarya berbasis IoT.

Kaitan dengan Teori Pembelajaran

Pengembangan media Smart Lamp sesuai pada teori konstruktivisme yang menekankan jika siswa membangun pengetahuan dari pengalaman, keterlibatan aktif, dan proses memahami informasi baru berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki. Dalam pembelajaran menggunakan Smart Lamp, siswa dapat mengamati cara kerja perangkat, memahami fungsi komponen, serta mempelajari hubungan antara kode program dan respons lampu. Proses tersebut memberikan peluang untuk siswa agar membangun pemahamannya dengan bertahap melalui kegiatan eksplorasi dan praktik.

Selain itu, media Smart Lamp berkaitan dengan pendekatan experiential learning atau pembelajaran berbasis pengalaman yang menekankan proses belajar dari pengalaman langsung, refleksi, pembentukan pemahaman, dan penerapan kembali pengetahuan. Penggunaan simulasi Wokwi memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencoba rangkaian secara virtual, sedangkan penggunaan perangkat fisik memungkinkan mereka mengamati hasil penerapan rancangan. Melalui kegiatan tersebut, siswa berpotensi mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan praktis. Oleh karena itu, Smart Lamp bukan sekedar berguna menjadi alat bantu penyampaian materi, namun pula sebagai sarana agar memberikan pengalaman belajar yang semakin aktif dan kontekstual.

Hasil tersebut sesuai pada penelitian (Wardhana & Handayani 2024) yang mengembangkan modul pembelajaran menggunakan ESP32 dan teknologi IoT dengan model ADDIE. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 dalam media pembelajaran dapat dipakai untuk memberikan pengalaman dengan peserta didik saat merancang, menguji, dan mengimplementasikan sistem IoT secara langsung. Penelitian mengenai IoT Playground bagi siswa sekolah dasar juga memaparkan jika media berbentuk smart lamp yang menggunakan mikrokontroler dan Blynk memperoleh respons positif oleh guru dan siswa, makanya teknologi IoT berpotensi digunakan sebagai media pembelajaran interaktif sekaligus sarana literasi digital.

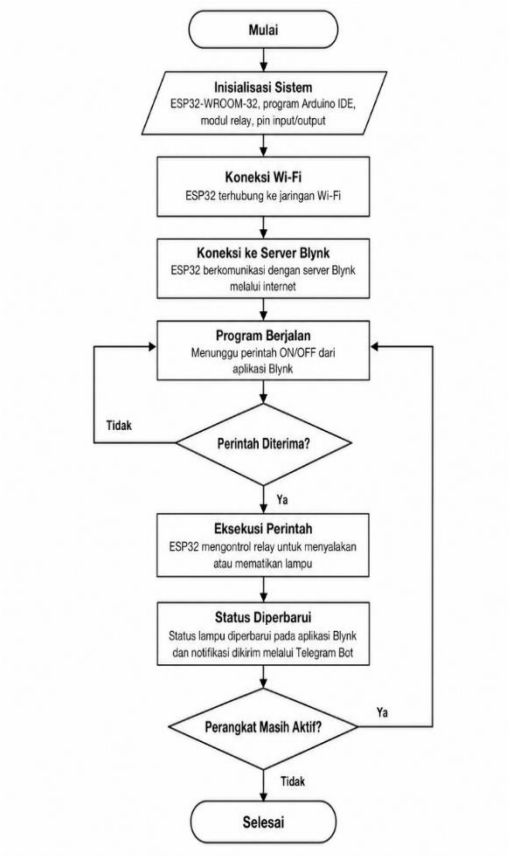


Gambar 2. Skematik Diagram Smart Lamp

Pada gambar tersebut, pin tegangan pada ESP32 dikaitkan ke pin VCC pada modul relay, sementara pin GND ESP32 disambungkan ke pin GND relay. Salah satu pin General Purpose Input/Output (GPIO) pada ESP32 kemudian dihubungkan ke pin IN relay sebagai jalur pengiriman sinyal kontrol. Sinyal dari pin GPIO digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay. Pada sisi keluaran relay, terminal Common (COM) dan Normally Open (NO) dihubungkan ke rangkaian lampu agar aliran listrik dapat disambungkan atau diputus sesuai perintah sistem.

Dengan konfigurasi tersebut, ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses instruksi dari sistem untuk mengatur kondisi lampu secara otomatis. Ketika program mengirimkan sinyal logika melalui pin GPIO, modul relay akan merespons dengan mengubah posisi kontak sakelar sehingga aliran listrik ke lampu dapat dihubungkan atau diputus. Penggunaan relay memungkinkan ESP32 mengendalikan perangkat listrik melalui rangkaian kontrol bertegangan rendah tanpa menghubungkan lampu secara langsung ke pin

mikrokontroler. Dengan demikian, integrasi ESP32 dan modul relay mendukung implementasi sistem kendali lampu otomatis yang lebih fleksibel dan dapat dikembangkan sesuai kebutuhan sistem. Perancangan rangkaian tetap harus memperhatikan spesifikasi tegangan dan arus relay serta menerapkan isolasi dan pengamanan yang sesuai, terutama apabila menggunakan sumber listrik AC.



Gambar 3. Flowchart Smart Lamp

Berdasarkan gambar diatas, sistem Smart Lamp mulai bekerja ketika perangkat memperoleh sumber daya dan diaktifkan. Pada tahap awal, ESP32-WROOM-32 melakukan inisialisasi program, modul relay, serta pin input dan output yang digunakan untuk mengendalikan lampu. Setelah itu, ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi menggunakan SSID dan kata sandi yang telah dimasukkan ke dalam program. Koneksi tersebut memungkinkan ESP32 berkomunikasi dengan server Blynk melalui internet. Dalam sistem ini, ESP32 berperan sebagai pusat pengendali, sedangkan aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka untuk mengirimkan perintah ON dan OFF melalui smartphone.

Ketika program berjalan, sistem akan memeriksa apakah terdapat perintah dari aplikasi Blynk. Jika belum ada perintah, ESP32 tetap menunggu. Jika perintah diterima, ESP32 mengirimkan sinyal melalui pin GPIO ke modul relay. Perintah ON akan mengaktifkan relay sehingga lampu menyala, sedangkan perintah OFF akan menonaktifkan relay sehingga lampu mati. Setelah perintah dijalankan, kondisi lampu diperbarui pada aplikasi Blynk dan dikirimkan kepada pengguna melalui Telegram Bot dalam bentuk notifikasi. Telegram Bot pada sistem ini berfungsi untuk menyampaikan informasi status lampu, bukan sebagai media utama untuk memberikan perintah.

Selanjutnya, sistem memeriksa apakah perangkat masih aktif. Jika masih beroperasi, alur kembali ke tahap menunggu perintah berikutnya. Jika perangkat dimatikan atau proses pengoperasian dihentikan, sistem menuju tahap selesai. Dengan demikian, flowchart tersebut menggambarkan alur kerja Smart Lamp secara berulang, mulai dari inisialisasi, koneksi jaringan, penerimaan dan pelaksanaan perintah, pembaruan status, hingga penghentian sistem.

Esp32-bot.ino

```
/*****************************************************
 * SMART LAMP + BLYNK + TELEGRAM + NTP
 * ESP32
 *****************************************************/

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Loh74use"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "LAMPU"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "GzafE8hItV15Bhp_hceRez2rcQ27V2jU"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <time.h>

//=============== WIFI ===============//
char ssid[] = "Pasti";
char pass[] = "22222222";

//=============== RELAY ===============//
#define RELAY 26

//============= TELEGRAM =============//
String BOT_TOKEN = "8938435737:AAG8gcgCV6O2xwZGjgnxvAHGMP1vGgbeGw0";
String CHAT_ID   = "5645848599";
```

Gambar 4. Alur Program Smart Lamp

Arduino IDE digunakan sebagai perangkat untuk memprogram mikrokontroler ESP32-WROOM-32. Pada tahap ini, peneliti menyusun kode program menggunakan bahasa pemrograman C++ yang berfungsi untuk menghubungkan Esp32 dengan jaringan Wi-Fi, mengintegrasikan perangkat dengan platform Blynk, serta mengendalikan modul relay sesuai dengan perintah yang dikirimkan melalui aplikasi Blynk dan nitifikasi yang dikirimkan ketelegram bot, Program yang dikonfigurasi dengan nama jaringan (SSID) dan kata sandi Wi-Fi, pengaturan Auth Token Blynk sebagai identitas perangkat, penentuan pin input/output pada Esp32. Selanjutnya, program diunggah (upload) ke Esp32 menggunakan kabel USB.

Dengan demikian, pengembangan media bahan ajar Smart Lamp bisa sebagai suatu alternatif untuk mengatasi keterbatasan media pembelajaran konvensional pada mata pelajaran Prakarya. Media ini memberikan pengalaman belajar yang menggabungkan keterampilan praktik, pengenalan komponen elektronik, coding sederhana, simulasi, dan pemanfaatan teknologi IoT. Hasil akhir penelitian juga menunjukkan bahwa Smart Lamp bisa mendukung pembelajaran yang semakin interaktif, konkret, serta mengarah untuk kegiatan praktik.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengembangan yang sudah diadakan, media bahan ajar Smart Lamp pada mata pelajaran Prakarya siswa kelas VI MI Darul Ulum berhasil dikembangkan memakai model ADDIE yang mencakup tahap *Analysis, Design, Development, Implementation,* serta *Evaluation*. Media Smart Lamp mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), coding sederhana, ESP32, relay, Blynk, Telegram Bot, Arduino IDE, dan simulasi Wokwi sebagai sarana pembelajaran yang semakin interaktif serta konkret. Hasil validasi ahli media menerima persentase sebesar 92% pada kategori sangat valid, melainkan validasi ahli materi memperoleh persentase sebesar 76% dengan kategori valid. Respons guru memperoleh persentase sebesar 88% serta respons siswa sebesar 84,75% pada kategori sangat praktis. Sesuai hasil tersebut, media bahan ajar Smart Lamp dipaparkan valid serta praktis untuk dipakai menjadi media pendukung pembelajaran Prakarya untuk siswa kelas VI MI Darul Ulum, khususnya dalam mengenalkan teknologi IoT dan coding sederhana melalui kegiatan pembelajaran berbasis praktik.

Meskipun demikian, penelitian ini mempunyai keterbatasan, yaitu total subjek uji coba yang tetap terbatas pada 10 siswa makanya hasil penelitian belum bisa digeneralisasikan melalui luas. Selain itu, penilaian media berfokus pada aspek validitas dan kepraktisan berdasarkan hasil validasi ahli serta respons siswa. Penelitian ini belum mengukur efektivitas media secara menyeluruh melalui perbandingan hasil belajar sebelum serta sesudah pemakaian Smart Lamp. Sehingga, hasil penelitian lebih menggambarkan kelayakan media sebagai pendukung pembelajaran daripada bukti peningkatan hasil belajar siswa.

Untuk pengembangan selanjutnya, penelitian disarankan melibatkan jumlah siswa yang lebih besar dan berasal dari beberapa sekolah agar hasil pengujian lebih representatif. Pengujian efektivitas juga perlu dilakukan melalui pemberian pretest dan posttest agar mengetahui perubahan pemahaman siswa sesudah memakai media Smart Lamp. Disamping hal tersebut, pengembangan media bisa diarahkan dengan

penyempurnaan fitur kendali melalui smartphone, penyusunan panduan praktik yang lebih mudah dipahami, serta penambahan aktivitas coding sederhana yang mengikuti karakteristik siswa SD. Dengan pengembangan tersebut, media Smart Lamp diharapkan bukan sekedar melengkapi aspek kelayakan dan kepraktisan, namun pula dapat mendukung pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, serta sesuai dengan perkembangan teknologi digital.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, S., Yanti, I., Fitriah, Z., & Habibah, U. (2021). Cara mudah belajar bahasa pemrograman C++. Universitas Brawijaya Press.

Annisa, M. J., Yusfita, Y. E., & Akmal, E. (2024). Pengaruh model pembelajaran *Inquiry Learning* untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam mata pelajaran informatika di SMPN 3 Bukittinggi. *INVENTOR: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi, 2*(2), 76–81. https://doi.org/10.37630/inventor.v2i2.1411

Appriola, T. F., Wicaksana, A. S. P., Saputra, K. H., & Sugiono. (2026). Pengembangan *smart learning environment* berbasis Internet of Things untuk mendukung kenyamanan, kolaborasi, dan integritas pembelajaran. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(3). https://doi.org/10.23969/jp.v11i03.59492

Ashton, K. (2009). That "Internet of Things" thing. RFID Journal, 22, 97–114.

Benita, F., Virupaksha, D., Wilhelm, E., & Tunçer, B. (2021). A smart learning ecosystem design for delivering data-driven thinking in STEM education. Smart Learning Environments, 8, Article 11. https://doi.org/10.1186/s40561-021-00153-y

Chanthiran, M., Ibrahim, A. B., & Abdul Rahman, M. H. (2021). A systematic literature review with bibliometric meta-analysis of IoT and AI technology adoption in education. *Evaluation Studies in Social Sciences, 2*(Special Issue). https://doi.org/10.37134/esss.vol2.sp.3.2021

Daniyati, A., Saputri, I. B., Wijaya, R., Septiyani, S. A., & Setiawan, U. (2023). Konsep dasar media pembelajaran. *Journal of Student Research, 1*(1), 282–294.

Dousay, T. A., & Branch, R. M. (2023). *Survey of instructional design models*. Brill.

Fujiarti, A., Meilania, D. K., Angraeni, M., & Umah, R. N. (2024). Literatur review: Pengaruh penggunaan e-modul terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Jendela Pendidikan, 4*(1), 83–89.

Haudina, E. (2022). *Rancang bangun Smart Lamp berbasis Internet of Things menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Telegram Bot pada Raudhatul Athfal Al-Ittihad* [Skripsi, Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia].

Hardiansyah, H., & Suciyati, S. (2024). Pemanfaatan sumber belajar melalui internet dalam rangka peningkatan motivasi belajar siswa SMK. *INVENTOR: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi, 2*(1), 42–53. https://doi.org/10.37630/inventor.v2i1.1464

Hatonangan Samosir, T. H., Hidayat, I., & Masruroh, S. (2026). Implementasi sistem keamanan kendaraan menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM OV2640 berbasis Internet of Things. *INVENTOR: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi, 4*(3), 133–143. https://doi.org/10.37630/inventor.v4i3.5133

Huda, M. N., Zuhrie, M. S., Kholis, N., & Rusimamto, P. W. (2025). Rancang bangun kit mikrokontroler ESP32 berbasis IoT sebagai media pembelajaran pada elemen pemrograman dan aplikasi mikrokontroler di SMKN 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 14*(3), 191–195.

Ibrahim, I. S., & Kenwright, B. (2022). Smart education: Higher education instruction and the Internet of Things (IoT).

Ismiati, D. (2024). Pengembangan media Garismatika berbasis Android materi operasi hitung perkalian di sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 12*(1).

Nasir, N., Nurindah, N., Rauf, A., Ayu, S., & Hambali, U. (2022). Desain media pembelajaran prakarya berbasis Smart Apps Creator. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran, 5*(3), 226–232.

Nurhadiansyah, N., Qudwatullathifah, R. N., Alfairisi, M. I. A., & Roainah, F. (2025). Pengembangan IoT Playground untuk peningkatan pemahaman konsep IoT pada siswa sekolah dasar. *Jurnal Algoritma, 22*(2), 1761–1769. https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.3015

Paliktzoglou, V., & Vlachopoulou, O. (2024). Exploring the educational transformations: A systematic literature review on the influence of the Internet of Things in higher education. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*. https://doi.org/10.4108/eetiot.4999

Plauska, I., Liutkevičius, A., & Janavičiūtė, A. (2023). Performance evaluation of C/C++, MicroPython, Rust and TinyGo programming languages on ESP32 microcontroller. *Electronics, 12*(1), Article 143.

Rachman, J. Z., & Maulidya, S. (2025). Pembelajaran prakarya sebagai sarana pengembangan keterampilan dan kreativitas siswa di MTsN 8 Jakarta. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia, 3*(1), 144–146.

Sari, A. R., Al Husnawati, H., Suryono, J., Marzuki, M., & Mulyapradana, A. (2025). *Metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan R&D*. YPAD Penerbit.

Shaquille, T. A. F., & Zen, B. P. (2023). Pengembangan media Adobe Animate pembelajaran multimedia interaktif bahasa Inggris dengan model ADDIE. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo, 17*(2), 252–265.

Shiddiqi, A. M., Ijtihadie, R. M., Ahmad, T., Wibisono, W., Anggoro, R., & Santoso, B. J. (2021). Penggunaan internet dan teknologi IoT untuk meningkatkan kualitas pendidikan. *Sewagati, 4*(3). https://doi.org/10.12962/j26139960.v4i3.7980

Sorri, K., Mustafee, N., & Seppänen, M. (2022). Revisiting IoT definitions: A framework towards comprehensive use. *Technological Forecasting and Social Change, 179*, Article 121623.

Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suhermanto, S., Leksono, I. P., & Rohman, U. (2024). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Articulate Storyline 3* menggunakan model ADDIE mata pelajaran IPA bagi peserta didik kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual, 8*(1), 227–246.

Suwoto, D. O., & Arnomo, S. A. (2021). Rancang bangun sistem informasi Smart Lamp berbasis Telegram. *Jurnal Comasie, 5*(1), 19–26.

Syahfitri, A. (2025). Internet of Things (IoT), sejarah, teknologi, dan penerapannya. *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika, 3*(1), 113–120.

Usuli, M. A., Bouty, A. A., Yassin, R. M. T., Suhada, S., Zakaria, A., & Dwinanto, A. (2024). Peningkatan pemahaman siswa pada materi algoritma pengurutan melalui penerapan *Project Based Learning*. *INVENTOR: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi, 2*(3), 91–99. https://doi.org/10.37630/inventor.v2i3.1869

Wahyudi, F., Choirina, P., Jannah, U. M., Pratiwi, A. H., & Darajat, P. P. (2025). Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) berbasis Arduino: Pelatihan praktis menggunakan Wokwi sebagai media simulasi virtual. *I-Com: Indonesian Community Journal, 5*(4), 2590–2600.

Wardhana, A. W., & Handayani, A. N. (2024). Pengembangan modul pembelajaran antarmuka dan komunikasi data menggunakan protokol MQTT dan ESP32. *Jurnal Penelitian Pendidikan, 24*(3), 392–407. https://doi.org/10.17509/jpp.v24i3.79568