Journal of Vocational Education and Information Technology
Vol. 7, No. 2, Desember 2026, 642 - 652
E-ISSN: 2722-5305
Terakreditasi **SINTA Peringkat 4**
Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Nomor: 295/C/C3/KPT/2026 tanggal 2 Januari 2026

Pengembangan E-Modul Praktikum Berbasis Android pada Materi IoT Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Pariaman

Frischa Putry Septiany[1,*], Heri Mulyono[1], Haris Kurniawan[1]

[123] Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Sumatera Barat, Padang;

e-mail: frischaputry08@gmail.com, herimulyonoaja@gmail.com, hrs.kurniawan@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: frischaputry08@gmail.com

Diterima:10-08-2026 ; Review:04-11-2026; Disetujui: 21-11-2026

Abstrak: Pembelajaran materi Internet of Things (IoT) pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menuntut penguasaan konsep sekaligus keterampilan praktik, namun keterbatasan bahan ajar yang sistematis menyebabkan pemahaman siswa kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) SMK Negeri 3 Pariaman terhadap materi IoT hanya berada pada kisaran 70-75%. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul praktikum berbasis Android pada materi IoT serta mengetahui tingkat validitas dan praktikalitasnya. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri atas enam tahap, yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Produk dikembangkan menggunakan framework Flutter dengan Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan data. Pengujian kelayakan dilakukan melalui black box testing, validasi ahli media dan ahli materi, serta uji praktikalitas oleh guru dan siswa kelas XI TKJ B. Hasil penelitian menunjukkan seluruh fitur aplikasi (100%) berfungsi sesuai rancangan dengan kategori valid, validitas media sebesar 86,32% (sangat valid), validitas materi 96,94% (sangat valid), praktikalitas guru 93,75% (sangat praktis), dan praktikalitas siswa 91,72% (sangat praktis). Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul praktikum berbasis Android yang dikembangkan layak dan praktis digunakan sebagai media pembelajaran mandiri pada materi IoT di SMK.
Kata kunci: : e-modul praktikum, Android, Internet of Things, MDLC, validitas dan praktikalitas

Abstract: *Learning Internet of Things (IoT) topics in vocational high schools requires both conceptual understanding and hands-on practical skills. However, limited systematic teaching materials caused the comprehension of grade XI Computer and Network Engineering (TKJ) students at SMK Negeri 3 Pariaman on IoT topics to remain at only 70-75%. This study aimed to develop an Android-based practicum e-module on IoT topics and to determine its validity and practicality. The research applied the Research and Development (R&D) method with the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model, consisting of six stages: concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. The product was built using the Flutter framework with Firebase Realtime Database for data storage. Feasibility testing was carried out through black box testing, media and material expert validation, and practicality trials involving the teacher and students of class XI TKJ B. The results showed that all application features (100%) functioned as designed and were categorized as valid, media validity reached 86.32% (very valid), material validity reached 96.94% (very valid), teacher practicality reached 93,75% (very practical), and student practicality reached 91.72% (very practical). These findings indicate that the developed Android-based practicum e-module is valid and practical for use as an independent learning medium on IoT topics in vocational schools.*
Keywords*: : practicum e-module, Android, Internet of Things, MDLC, validity and practicality*

Copyright@2024. LEMBAGA PENGEMBANGAN DAN INOVASI UNDHARI

Vol. 7, No. 2, Desember 2026, 642 - 652

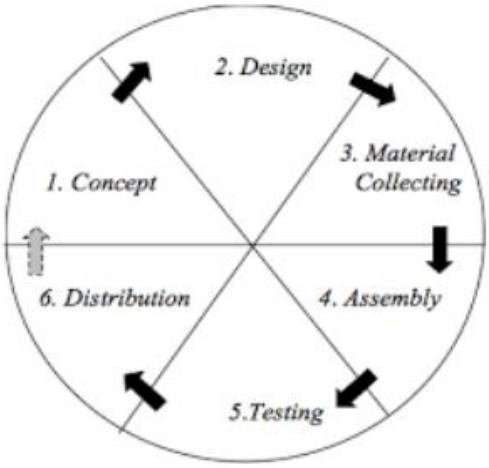
1. Pendahuluan

Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki karakteristik khas yang menekankan keseimbangan antara penguasaan teori dan keterampilan praktik sebagai bekal memasuki dunia kerja [1]. Lulusan SMK dituntut tidak hanya memahami konsep secara teoretis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya menjadi keterampilan teknis yang relevan dengan kebutuhan industry [2]. Salah satu materi yang menuntut keseimbangan tersebut adalah Internet of Things (IoT) pada mata pelajaran Sistem Kontrol Terprogram, yaitu konsep yang memadukan perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan internet dalam suatu sistem kendali otomatis yang banyak diterapkan di berbagai bidang industri [3]. Pembelajaran IoT menuntut keterampilan praktik seperti perancangan rangkaian, pemrograman mikrokontroler, dan pengoperasian perangkat, sehingga memerlukan bahan ajar yang mampu menyajikan langkah kerja secara sistematis, dilengkapi visualisasi yang jelas, dan dapat diakses secara mandiri. Hasil studi pendahuluan melalui observasi dan wawancara di kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Pariaman menunjukkan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru dengan bantuan media presentasi, sehingga keterlibatan aktif siswa belum optimal. Materi maupun langkah praktikum yang disampaikan masih terbatas dan tidak dapat diakses kembali oleh siswa setelah pembelajaran berlangsung. Tingkat pemahaman siswa terhadap materi IoT berada pada kisaran 70-75%, tergolong cukup namun belum optimal, terutama pada bagian praktikum dan pemrograman. Kondisi ini kontras dengan fakta bahwa seluruh 32 siswa pada kelas yang diobservasi telah memiliki dan menggunakan smartphone berbasis Android, sehingga terdapat kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran dan pemanfaatan teknologi yang sebenarnya sudah tersedia.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan e-modul berbasis Android memberikan dampak positif terhadap pembelajaran, baik dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam praktikum [4] maupun dalam meningkatkan motivasi belajar serta kemandirian siswa [5]. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada materi selain IoT, sementara penelitian yang mengintegrasikan langkah kerja praktikum secara sistematis, visual, dan interaktif dalam satu media pembelajaran berbasis Android khusus materi IoT masih terbatas. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan e-modul praktikum berbasis Android pada materi IoT kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Pariaman, yang tidak hanya menyajikan materi tetapi juga dilengkapi panduan praktikum sistematis, visualisasi rangkaian, dan media interaktif berupa video serta simulasi virtual, agar siswa dapat belajar secara mandiri baik di dalam maupun di luar kelas. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengembangkan e-modul praktikum berbasis Android pada materi IoT kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Pariaman, dan (2) mengetahui tingkat validitas dan praktikalitas e-modul yang dikembangkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D), yaitu serangkaian langkah untuk menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, sekaligus menjembatani kesenjangan antara penelitian dasar dan penelitian terapan [6]. Model pengembangan yang digunakan adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC), yang terdiri atas enam tahap, yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution [7]. Model ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik produk yang dikembangkan, yaitu e-modul praktikum berbasis Android yang memadukan teks, gambar, video pembelajaran, simulasi virtual, dan kuis interaktif.



Gambar 1. Model Pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC)

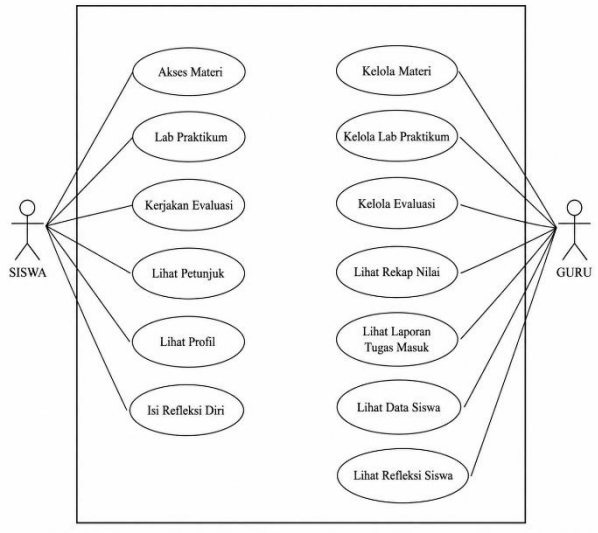
Sumber: modifikasi [7]

Tahap Concept

Pada tahap ini ditetapkan tujuan pengembangan, yaitu menghasilkan e-modul praktikum IoT yang valid dan praktis; sasaran pengguna, yaitu siswa dan guru mata pelajaran Sistem Kontrol Terprogram kelas XI TKJ; serta konsep tampilan aplikasi yang sederhana, menarik, interaktif, dan mudah digunakan.

Tahap Design

Peneliti merancang sistem fungsional berupa use case diagram, activity diagram, dan class diagram, desain basis data pada Firebase Realtime Database, serta rancangan antarmuka (interface) untuk seluruh halaman aplikasi. Sistem melibatkan dua aktor, yaitu guru dan siswa, yang masing-masing memiliki hak akses berbeda setelah melakukan proses login. Siswa dapat mengakses materi, laboratorium praktikum, evaluasi, refleksi diri, petunjuk penggunaan, dan profil; sedangkan guru dapat mengelola materi, mengelola laboratorium praktikum, mengelola evaluasi, melihat rekap nilai, data siswa, laporan tugas, dan refleksi siswa.



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem E-Modul Praktikum IoT

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Vol. 7, No. 2, Desember 2026, 642 - 652

Diagram tersebut menggambarkan bahwa kedua aktor wajib melakukan login sebelum mengakses fitur pada sistem. Setelah login, siswa dapat mengakses materi, mengikuti praktikum melalui fitur Lab Praktikum, mengerjakan evaluasi, melihat petunjuk penggunaan, melihat profil, serta mengisi refleksi diri. Guru dapat mengelola materi dan laboratorium praktikum, mengelola soal evaluasi, memantau rekap nilai dan data siswa, memeriksa laporan tugas praktikum yang masuk, serta melihat hasil refleksi yang diisi siswa sebagai bahan evaluasi pembelajaran. Aplikasi dikembangkan menggunakan framework Flutter dengan bahasa pemrograman Dart, yang dipilih karena kemampuannya menghasilkan aplikasi mobile lintas platform secara efisien dari satu basis kode [8], serta didukung Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan data pengguna, hasil kuis, evaluasi, refleksi, dan laporan praktikum secara realtime.

Tahap Material Collecting

Bahan yang dikumpulkan meliputi materi pembelajaran IoT yang disusun ke dalam empat pertemuan (komponen dasar elektronika dan trainer IoT; dasar pemrograman Arduino dan ESP32; sensor dan aktuator dalam sistem kontrol; serta smart home berbasis IoT dengan ESP32 dan cloud), gambar dan skema rangkaian, video pembelajaran, simulasi rangkaian berbasis Wokwi untuk setiap sesi praktikum, serta perangkat evaluasi berupa kuis materi, mini kuis praktikum, dan kuis evaluasi akhir.

Tahap Assembly

Seluruh rancangan dan bahan diimplementasikan menjadi aplikasi menggunakan Flutter SDK pada lingkungan pengembangan Android Studio dan Visual Studio Code, dengan Canva untuk perancangan antarmuka serta Git dan GitHub sebagai media version control. Produk akhir berupa aplikasi "E-Modul Praktikum IoT" berformat file instalasi Android (.apk) yang dapat dipasang langsung pada perangkat siswa tanpa memerlukan akses Play Store, dengan kompatibilitas minimal Android 5.0 (Lollipop).

Tahap Testing

Pengujian kelayakan dilakukan melalui empat tahap, yaitu pengujian alpha menggunakan black box testing, validasi media, validasi materi, dan pengujian beta (uji praktikalitas). Black box testing berfokus pada kesesuaian fungsi aplikasi tanpa memperhatikan struktur kode program, dan dinyatakan valid apabila hasil pengujian mencapai skala 100% [9]. Validasi media mengacu pada standar kualitas perangkat lunak ISO/IEC 25010 dengan empat karakteristik yang disesuaikan kebutuhan penelitian, yaitu Functional Suitability, Usability, Reliability, dan Portability, serta dilakukan oleh tiga validator ahli media. Validasi materi menilai kesesuaian materi, kelayakan isi, penyajian materi, kebahasaan, dan kemanfaatan materi, dilakukan oleh satu dosen Pendidikan Informatika dan dua guru mata pelajaran Sistem Kontrol Terprogram, dengan kisi-kisi instrumen dimodifikasi dari [10]. Pengujian beta (praktikalitas) melibatkan satu guru dan tiga puluh dua siswa kelas XI TKJ B menggunakan angket dengan kisi-kisi dimodifikasi dari [11], mencakup aspek kemudahan penggunaan, efisiensi pembelajaran, tampilan media, kejelasan langkah praktikum, dan manfaat pembelajaran.

Tahap Distribution

Produk akhir yang telah dinyatakan valid dan praktis di-generate menjadi file instalasi Android (.apk) melalui proses build release, diunggah ke Google Drive, dan tautan unduhannya dibagikan kepada guru dan siswa melalui grup WhatsApp kelas untuk dipasang secara mandiri (sideloading) pada perangkat masing-masing.

Teknik Analisis Data

Data pengujian alpha dianalisis menggunakan skala yang dikategorikan valid apabila mencapai 100% dan tidak valid apabila kurang dari 100% [9]. Data hasil validasi dan praktikalitas dianalisis menggunakan skala Likert dengan empat alternatif jawaban, yaitu Sangat Setuju (bobot 4), Setuju (bobot 3), Kurang Setuju (bobot 2), dan Tidak Setuju (bobot 1) [12]. Nilai validitas dan praktikalitas dihitung dengan membagi jumlah skor yang diperoleh dengan jumlah skor

maksimum, kemudian dikalikan 100%. Hasil perhitungan selanjutnya diinterpretasikan ke dalam lima kategori sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas dan Praktikalitas

No	Nilai (%)	Kategori Validitas	Kategori Praktikalitas
1	0 - 20	Tidak Valid	Tidak Praktis
2	21 - 40	Kurang Valid	Kurang Praktis
3	41 - 60	Cukup Valid	Cukup Praktis
4	61 - 80	Valid	Praktis
5	81 - 100	Sangat Valid	Sangat Praktis

Sumber: modifikasi [12]

Pengujian Instrumen

Sebelum digunakan untuk mengumpulkan data, keempat instrumen penelitian (angket validasi media, validasi materi, praktikalitas guru, dan praktikalitas siswa) divalidasi isinya oleh validator ahli menggunakan skala Likert empat alternatif jawaban, dengan perhitungan persentase skor dan kategori sebagaimana pada Tabel 1. Selain validitas, konsistensi instrumen diuji melalui dua pendekatan. Pertama, reliabilitas konsistensi internal angket praktikalitas siswa (n = 32; 16 butir) dianalisis menggunakan koefisien Cronbach's Alpha [14], dengan kriteria reliabel apabila $\alpha \geq 0{,}70$ [15]. Kedua, tingkat kesepakatan antarvalidator pada angket validasi media dan angket validasi materi (masing-masing tiga validator) dianalisis menggunakan koefisien Aiken's V [16], dengan kriteria kesepakatan tinggi apabila $V \geq 0{,}80$. Angket praktikalitas guru tidak diuji reliabilitasnya karena hanya diisi oleh satu responden.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengembangan E-Modul

Penelitian ini menghasilkan aplikasi "E-Modul Praktikum IoT" berbasis Android yang dikembangkan melalui enam tahap MDLC. Aplikasi menyediakan halaman login dan registrasi, dashboard siswa dengan akses ke empat modul materi, laboratorium praktikum dengan panduan langkah kerja dan simulasi Wokwi, kuis dan evaluasi interaktif dengan umpan balik langsung, refleksi diri, serta petunjuk penggunaan. Pada sisi guru, aplikasi menyediakan dashboard pengelolaan materi dan praktikum tambahan, pengelolaan evaluasi, rekap nilai siswa, data siswa, laporan praktikum, dan hasil refleksi siswa, dengan seluruh data pengguna tersinkronisasi ke Firebase Realtime Database.

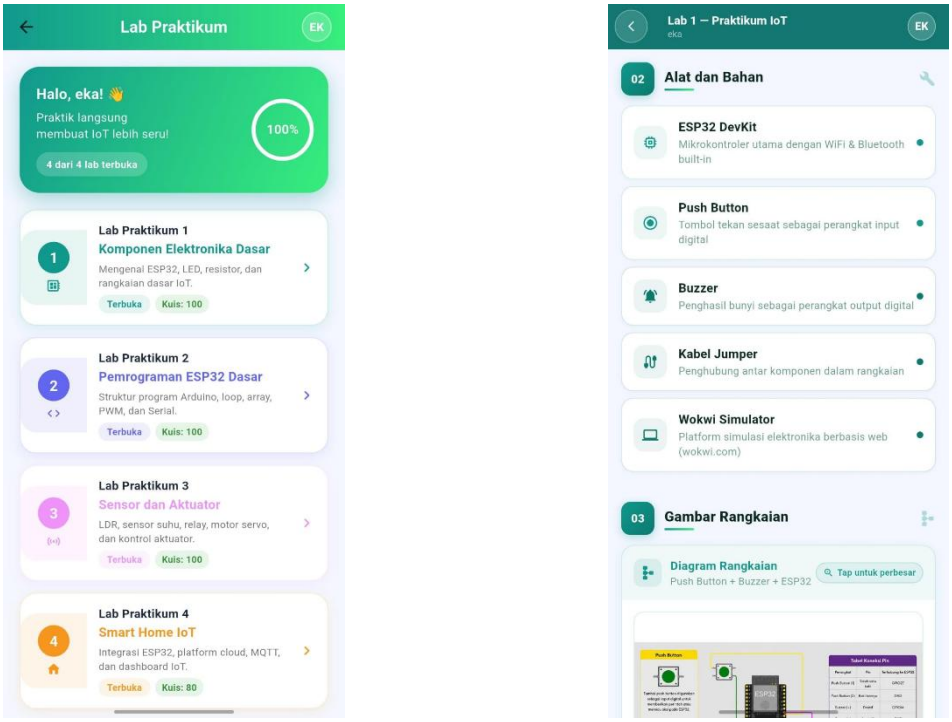
Vol. 7, No. 2, Desember 2026, 642 - 652



Gambar 3. Tampilan Dashboard Siswa pada Aplikasi E-Modul Praktikum IoT

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

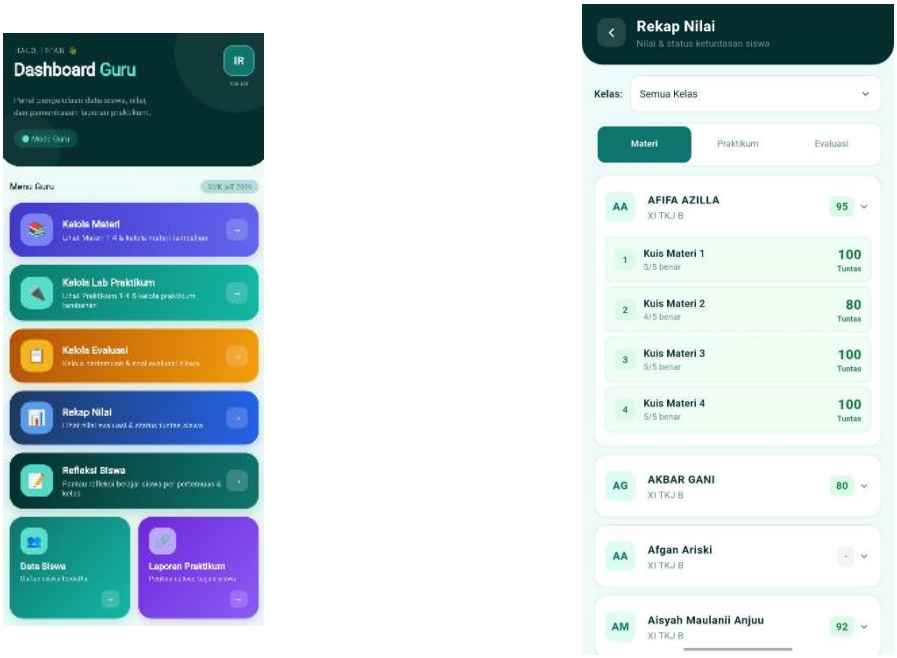
Pada menu Lab Praktikum, siswa dapat memilih salah satu dari empat sesi praktikum yang tersedia. Setiap sesi dilengkapi daftar alat dan bahan, langkah kerja praktikum, simulasi rangkaian berbasis Wokwi, serta gambar rangkaian sebagai pendukung pelaksanaan praktikum IoT secara mandiri, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Halaman Lab Praktikum (Simulasi Wokwi)

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Pada sisi guru, dashboard menjadi pusat navigasi menuju fitur pengelolaan materi, laboratorium praktikum, evaluasi, rekap nilai, data siswa, laporan tugas, dan refleksi siswa. Halaman Rekap Nilai Siswa menampilkan status ketuntasan seluruh siswa yang dapat difilter berdasarkan kelas dan jenis penilaian, sehingga membantu guru memantau capaian belajar siswa secara menyeluruh, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Dashboard Guru dan Rekap Nilai Siswa

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Hasil Pengujian Alpha (Black Box Testing)

Pengujian alpha dilakukan terhadap 11 fitur utama aplikasi, yaitu splash screen, login, menu utama, petunjuk penggunaan, profil, daftar materi, laboratorium praktikum, evaluasi, refleksi diri, dashboard guru, dan logout. Seluruh 11 fitur (100%) berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan sehingga dikategorikan valid, yang menunjukkan bahwa proses integrasi antarhalaman, navigasi, dan mekanisme autentikasi pengguna telah berfungsi dengan baik sebelum dilanjutkan ke tahap validasi ahli.

Hasil Validasi dan Reliabilitas Instrumen

Keempat angket divalidasi oleh validator ahli sebelum digunakan. Hasil validasi isi disajikan pada Tabel 2, dan seluruh angket berada pada kategori Sangat Valid sehingga layak digunakan sebagai alat pengumpul data.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Instrumen

No	Instrumen	Hasil (%)	Kategori
1	Angket Validasi Media	85,00	Sangat Valid
2	Angket Validasi Materi	93,33	Sangat Valid
3	Angket Praktikalitas Guru	90,00	Sangat Valid
4	Angket Praktikalitas Siswa	86,67	Sangat Valid

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Hasil pengujian reliabilitas dan kesepakatan antarvalidator disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas dan Kesepakatan Validator pada Instrumen

No	Instrumen	Metode	Koefisien	Kategori
1	Angket Praktikalitas Siswa (32 siswa; 16 butir)	Cronbach's Alpha	0,558	Belum memenuhi (< 0,70)

No	Instrumen	Metode	Koefisien	Kategori
2	Angket Validasi Media (3 validator; 22 butir)	Aiken's V	0,82	Tinggi
3	Angket Validasi Materi (3 validator; 18 butir)	Aiken's V	0,96	Tinggi
4	Angket Praktikalitas Guru (1 guru)	–	–	Tidak dapat dihitung (1 responden)

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Angket praktikalitas siswa memperoleh koefisien Cronbach's Alpha sebesar 0,558, yang berada di bawah batas 0,70 [15] sehingga reliabilitas konsistensi internalnya tergolong rendah. Hal ini dipengaruhi oleh rendahnya variasi jawaban responden, karena seluruh siswa memberikan penilaian pada rentang 3–4 pada skala empat tingkat sehingga varians antarresponden sempit, serta oleh jumlah butir yang relatif sedikit. Meskipun demikian, validitas isi angket telah dinyatakan Sangat Valid (Tabel 2) dan tingkat praktikalitas dari siswa sejalan dengan penilaian guru (Tabel 6 dan Tabel 7). Pada angket validasi media dan validasi materi, koefisien Aiken's V masing-masing sebesar 0,82 dan 0,96 (kategori tinggi), dengan nilai V per butir berkisar 0,67–0,89 untuk media dan 0,78–1,00 untuk materi, yang menunjukkan tingkat kesepakatan validator yang tinggi. Rendahnya reliabilitas angket siswa menjadi catatan bagi penelitian selanjutnya, yaitu perlunya uji coba instrumen pada sampel yang lebih besar dan lebih bervariasi.

Hasil Validasi Media

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Rata-rata (%)	Kategori
1	Functional Suitability	90,00	Sangat Valid
2	Usability	85,83	Sangat Valid
3	Reliability	83,33	Sangat Valid
4	Portability	86,11	Sangat Valid
	Rata-rata Keseluruhan	86,32	Sangat Valid

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

E-modul memperoleh rata-rata validitas media sebesar 86,32% dengan kategori "Sangat Valid". Aspek Functional Suitability memperoleh nilai tertinggi (90,00%), menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama aplikasi telah berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Aspek Reliability memperoleh nilai terendah (83,33%), yang mengindikasikan masih terdapat ruang penyempurnaan pada stabilitas aplikasi ketika digunakan pada perangkat Android dengan spesifikasi berbeda. Hasil ini sejalan dengan penelitian pengembangan e-modul berbasis Android sebelumnya yang memperoleh validitas media sebesar 91% [4] dan 91% [13], meskipun sedikit lebih rendah, capaian penelitian ini tetap berada pada kategori Sangat Valid. Perbedaan tersebut dimungkinkan karena penelitian ini menilai kualitas media secara lebih komprehensif menggunakan empat karakteristik ISO/IEC 25010, tidak hanya aspek tampilan.

Hasil Validasi Materi

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rata-rata (%)	Kategori
1	Kesesuaian Materi	97,22	Sangat Valid
2	Kelayakan Isi	91,67	Sangat Valid
3	Penyajian Materi	95,83	Sangat Valid

No	Aspek Penilaian	Rata-rata (%)	Kategori
4	Kebahasaan	100,00	Sangat Valid
5	Kemanfaatan Materi	100,00	Sangat Valid
	Rata-rata Keseluruhan	96,94	Sangat Valid

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Validitas materi memperoleh rata-rata 96,94% dengan kategori "Sangat Valid". Aspek kebahasaan dan kemanfaatan materi memperoleh nilai tertinggi (100%), menunjukkan bahasa yang komunikatif dan materi yang bermanfaat bagi pemahaman siswa, sedangkan aspek kelayakan isi memperoleh nilai terendah (91,67%) sehingga masih dapat diperkaya dengan variasi contoh penerapan IoT. Capaian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian sejenis yang memperoleh validitas materi sebesar 95% [4], 93% [13], dan 92% [5], yang mengindikasikan bahwa penyusunan materi berdasarkan capaian pembelajaran secara sistematis mulai dari konsep dasar hingga praktikum turut mendukung tingginya tingkat kelayakan isi e-modul.

Hasil Pengujian Beta (Praktikalitas)

Tabel 6. Hasil Uji Praktikalitas Guru

No	Aspek Penilaian	Hasil (%)	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan	93,75	Sangat Praktis
2	Efisiensi Pembelajaran	93,75	Sangat Praktis
3	Kelayakan Penggunaan	100,00	Sangat Praktis
4	Kebahasaan	87,5	Sangat Praktis
	Rata-rata Keseluruhan	93,75	Sangat Praktis

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Tabel 6. Hasil Uji Praktikalitas Siswa

No	Aspek Penilaian	Hasil (%)	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan	92,19	Sangat Praktis
2	Tampilan Media	90,89	Sangat Praktis
3	Kejelasan Langkah Praktikum	91,93	Sangat Praktis
4	Manfaat Pembelajaran	91,88	Sangat Praktis
	Rata-rata Keseluruhan	91,72	Sangat Praktis

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Uji praktikalitas guru memperoleh rata-rata 93,75% dengan kategori "Sangat Praktis", didukung oleh integrasi materi, praktikum, evaluasi, dan laporan praktikum dalam satu aplikasi sehingga membantu guru menyampaikan materi secara lebih efisien. Uji praktikalitas siswa memperoleh rata-rata 91,72% dengan kategori "Sangat Praktis", dengan aspek kemudahan penggunaan memperoleh nilai tertinggi (92,19%) dan aspek tampilan media memperoleh nilai terendah (90,89%), yang menunjukkan adanya peluang pengembangan desain antarmuka yang lebih interaktif pada penelitian selanjutnya. Hasil ini sejalan dan sedikit lebih tinggi dibandingkan penelitian pengembangan e-modul berbasis Android yang memperoleh respons pengguna sebesar 91,6% pada uji kelompok kecil [5], yang memperkuat temuan bahwa media pembelajaran berbasis Android mampu meningkatkan kemudahan belajar, motivasi, dan kemandirian siswa dalam pembelajaran kejuruan. Secara keseluruhan, hasil pengujian alpha, validasi media, validasi materi, dan pengujian beta menunjukkan bahwa e-modul praktikum berbasis Android pada materi IoT yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid dan sangat praktis, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran mandiri yang mendukung penguasaan konsep sekaligus keterampilan praktik siswa kelas XI TKJ. Meskipun demikian,

penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu materi dan praktikum utama bersifat bawaan sehingga tidak dapat diubah oleh guru, serta distribusi produk yang masih dilakukan melalui Google Drive dan grup WhatsApp, bukan melalui Google Play Store, karena keterbatasan waktu dan biaya penelitian.

4. Kesimpulan

E-modul praktikum berbasis Android pada materi Internet of Things (IoT) kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Pariaman berhasil dikembangkan menggunakan model Multimedia Development Life Cycle (MDLC) melalui enam tahap sistematis, yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution, dengan memanfaatkan framework Flutter dan Firebase Realtime Database. Produk akhir memuat materi pembelajaran IoT, panduan praktikum sistematis, visualisasi rangkaian, simulasi virtual berbasis Wokwi, video pembelajaran, dan kuis interaktif yang responsif untuk perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi (100%) berjalan sesuai rancangan dan dikategorikan valid, validitas media mencapai 86,32% (sangat valid), validitas materi mencapai 96,94% (sangat valid), praktikalitas guru mencapai 93,75% (sangat praktis), dan praktikalitas siswa mencapai 91,72% (sangat praktis). Dengan demikian, e-modul praktikum berbasis Android yang dikembangkan valid dan praktis digunakan sebagai media pembelajaran mandiri pada materi IoT di SMK. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan aspek reliability dan usability media, mengembangkan sistem pengelolaan konten yang lebih dinamis, serta melakukan uji efektivitas terhadap hasil belajar dan keterampilan praktik siswa.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMK Negeri 3 Pariaman beserta guru dan siswa kelas XI TKJ B yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian, serta kepada Program Studi Pendidikan Informatika Universitas PGRI Sumatera Barat atas dukungan yang diberikan selama proses penelitian dan pengembangan ini.

Referensi

[1] I. K. A. Hafid, “Peningkatan Kompetensi Kejuruan melalui Integrasi Kurikulum Industri di Pendidikan Vokasi: Tinjauan Literatur,” vol. 4, no. 2, pp. 196–207, 2025.
[2] P. N. Rahmadani, R. Arthur, and A. Maulana, “Integrasi Konsep Literasi Vokasional untuk Mengembangkan Berpikir Kritis pada Siswa SMK : Sebuah Kajian Pustaka,” vol. 01, no. 12, pp. 817–826, 2023.
[3] M. K. Abdussomad, M. Rofiqi, and M. Salehuddin, “Rancang Bangun Sistem Kendali Lampu Otomatis Berbasis Internet Of Think (IoT),” vol. 1, no. 1, pp. 14–15, 2022.
[4] P. Octafianus, I. Agustina, and D. Astuti, “Pengembangan E-Modul Praktikum Virtual Phet Simulation Berbasis Android Pada Materi Listrik Dinamis,” vol. 3, no. 1, pp. 108–116, 2022.
[5] R. S. U. Muh. Anis Mukhson, “Pengembangan E-Modul Instalasi Mikrotik Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Administrasi Infrastruktur,” no. 1, pp. 1–17, 2024.
[6] Okpatrioka, “Penelitian dan Pengembangan (Research And Development),” vol. 9, no. 2, pp. 534–556, 2025.
[7] M. F. Febriansyah and Y. Sumaryana, “Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Sekolah Dasar Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC),” vol. 2, pp. 61–68, 2021.
[8] A. Fau, “Pelatihan Pengenalan Dasar Framework Flutter dalam Pembangunan Aplikasi Mobile,” vol. 01, no. 01, pp. 23–28, 2024.
[9] R. A. Fauzia Ramadhanti Azahrah, “Keterlaksanaan Pembelajaran Bola Voli Secara Daring Pada SMA Kelas X Se- Kecamatan Majalaya,” vol. 7, no. 4, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5209565.
[10] N. Komang *et al.*, “Pengembangan Media Video Animasi Berbasis Canva dengan Model ADDIE pada Materi Bunyi,” vol. 02, pp. 14–26, 2026.
[11] Q. Karunia and M. L. Ilhamdi, “CJPE : Cokroaminoto Juornal of Primary Education Pengembangan Media Pembelajaran Fun Thinkers Book terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV SDN 4 Bajur Mataram Pendahuluan Sistem

Pendidikan Nasional mengungkapkan bahwa pendidikan merupakan usaha," vol. 9, pp. 88–102, 2026.
[12] S. I. A. & I. Murtini, "Validitas Media Pembelajaran Interaktif Berbasis QR Code Terintegrasi Model Pembelajaran PBL pada Siswa SMP," vol. 5, no. 3, pp. 618–627, 2025.
[13] I. G. W. Arif Tri Hartanto, "Pengembangan E-Modul Berbasis Android sebagai Suplemen Trainer AC Split di Laboratorium Teknik Pendingin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin," vol. 2, 2023.
[14] L. J. Cronbach, "Coefficient alpha and the internal structure of tests," Psychometrika, vol. 16, no. 3, pp. 297–334, 1951.
[15] J. C. Nunnally, Psychometric Theory, 2nd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1978.
[16] L. R. Aiken, "Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings," Educ. Psychol. Meas., vol. 45, no. 1, pp. 131–142, 1985.