Copyright © 2025 The Author(s)
Didaktika: Jurnal Kependidikan Vol. 14 No. 4 Nopember 2025

Pengembangan Media Belajar Antarmuka dan Komunikasi Data dengan Aplikasi Android

Adam Prastyo[1], Widiyanti[2], Didik Nurhadi[3]
[1,2,3] Universitas Negeri Malang, Indonesia

[1]adam.prastyo.2405518@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data (AKD) Sistem berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Kodular untuk mendukung pembelajaran pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 1 Rejotangan. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) model Borg & Gall yang disederhanakan menjadi lima tahap: analisis kebutuhan, perencanaan, pengembangan, validasi, dan uji coba terbatas. Hasil validasi ahli materi memperoleh skor 38 dari 40 dan ahli media 36 dari 40 dengan kategori "sangat layak". Uji coba terhadap delapan siswa kelas XII menunjukkan tingkat kepraktisan sebesar 95,9%. Media AKD Sistem dinilai efektif membantu siswa memahami konsep IoT secara interaktif melalui pengendalian dan pemantauan perangkat nyata menggunakan aplikasi Android. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media ini valid, praktis, dan relevan untuk diterapkan pada pembelajaran vokasi berbasis teknologi modern.
Kata kunci: Media Pembelajaran, Kodular, *Internet of Things Android*, Teknik Elektronika Industri, Antarmuka

Pendahuluan

Di era digital ini, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah merubah berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Penggunaan media digital dalam pembelajaran kini dianggap esensial untuk meningkatkan efektivitas, keterlibatan siswa, dan relevansi pendidikan terhadap tantangan abad ke-21. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media digital dapat meningkatkan motivasi siswa, memperjelas penyampaian materi, serta memungkinkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mandiri (Ally, 2019; Wei, 2022). Namun, dalam konteks praktik pembelajaran khususnya pada mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data di SMK Kejuruan Elektronika Industri terutama di SMKN 1 Rejotangan, terdapat beberapa masalah yang menghambat proses pembelajaran. Metode pengajaran yang masih mendominasi ceramah dan teori sering kali berujung pada kurangnya pengalaman praktis bagi siswa, terutama pada materi komunikasi data yang bersifat teknis dan aplikatif (FILIPCHUK et al., 2022; Aguirre et al., 2022). Media pendukung pembelajaran, seperti alat simulasi dan aplikasi interaktif, seringkali kurang tersedia atau kurang dimanfaatkan secara optimal, yang membuat siswa kesulitan memahami konsep yang lebih abstrak (Štemberger & Konrad, 2021; Kornienko & Mishina, 2023).

Rendahnya minat belajar siswa dan kecenderungan aktivitas belajar yang pasif mempengaruhi pencapaian kompetensi mereka, terutama dalam aspek praktikal dan pemahaman konsep. Adaptasi media pembelajaran juga sering kali tidak responsif terhadap berbagai gaya belajar yang ada di kalangan siswa (Hu, 2024). Hal ini menunjukkan perlunya inovasi dalam metode pengajaran yang dapat mengakomodasi perbedaan cara belajar siswa dan memanfaatkan teknologi terkini, seperti aplikasi mobile yang dapat diakses dengan fleksibel untuk mendukung pembelajaran yang lebih dinamis (Ally, 2019; Madsen et al., 2018). Untuk

mencapai efektivitas dalam pembelajaran di era digital ini, pendekatan holistik yang menggabungkan teori dengan praktik, serta pemanfaatan media digital yang sesuai, adalah hal yang sangat penting. Peningkatan kualitas pengajaran melalui pelatihan guru dan penyediaan sumber daya teknologi yang memadai akan sangat membantu dalam mencapai tujuan pendidikan yang diharapkan (Holik et al., 2023; Hrytsenchuk et al., 2024; Fawns, 2018).

Menghadapi tantangan yang ada dalam pembelajaran mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data di SMK Program Keahlian Elektronika Industri, penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi Android menjadi sangat penting. Solusi ini memiliki beberapa keunggulan yang signifikan. Pertama, aplikasi ini menawarkan interaktivitas yang lebih tinggi, memungkinkan siswa untuk melakukan latihan, dan visualisasi antarmuka serta komunikasi data secara langsung (Kuswanto & Radiansah, 2018; Fitria et al., 2024;). Hal ini tidak hanya membuat proses pembelajaran lebih menarik tetapi juga lebih relevan dengan kebutuhan siswa di era digital. Selain itu, fleksibilitas akses menjadi faktor penentu, di mana siswa dapat menggunakan aplikasi tersebut kapan saja dan di mana saja, yang mendukung proses belajar mandiri dan memungkinkan penguatan materi di luar jam sekolah (Nisa & Nainggolan, 2024; Abidin & Haq, 2023). Peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa juga dapat dicapai melalui media yang lebih menarik dibandingkan dengan buku teks biasa atau presentasi statis, yang sering kali tidak mampu menarik perhatian siswa (Vito & Krisnani, 2015; Latifah et al., 2020). Aplikasi berbasis Android tidak hanya berfungsi sebagai alat pembelajaran tetapi juga sebagai sarana yang dapat membantu siswa lebih terlibat dan aktif dalam proses belajar. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi Android merupakan langkah penting untuk meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam konteks pembelajaran yang bersifat teknis dan aplikatif (Vito & Krisnani, 2015; Majeed et al., 2024).

Walaupun ada berbagai penelitian sebelumnya yang berhasil mengembangkan media pembelajaran digital atau aplikasi Android untuk sejumlah mata pelajaran umum seperti Biologi Astuti et al. (2021), Desain Komunikasi Visual (Wirawan et al., 2017), dan aplikasi pembelajaran interaktif di SMK, namun terdapat kekurangan dalam penelitian yang secara khusus mengeksplorasi mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data dalam keahlian Elektronika Industri. Ketersediaan penelitian dalam konteks penggunaan aplikasi Android yang mengombinasikan aspek komunikasi data, serta antarmuka hardware/software dan praktik nyata masih sangat terbatas atau bahkan belum ada. Hal ini menyoroti adanya kesenjangan antara kebutuhan kurikulum vokasi yang menuntut keterampilan praktis dan media pembelajaran yang ada (Dwihartanti et al., 2021; Irwanto et al., 2019). Dengan kemajuan yang terus berlanjut dalam bidang teknologi dan pendidikan, penting untuk mengisi kekosongan ini dengan pengembangan solusi inovatif yang relevan. Fokus pada pengembangan media pembelajaran yang sesuai dengan mata pelajaran spesifik seperti Antarmuka dan Komunikasi Data sangat penting untuk memenuhi tuntutan pendidikan vokasi saat ini, yang memperprioritaskan keterampilan praktis yang relevan dengan industri (Irwanto et al., 2019). Keterbatasan dalam pendanaan dan fasilitas, serta kurangnya pemahaman tentang teknologi terkini di kalangan pengajar juga menjadi tantangan yang perlu diatasi untuk menyediakan media pembelajaran yang efektif dan inovatif dalam bidang ini (Dörr et al., 2022; Ramos & Baguio, 2024).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi Android berbasis Kodular yang terintegrasi dengan Google Firebase, yang memungkinkan siswa untuk menyimpan, mengakses, dan mengelola data secara real-time melalui layanan cloud. Aplikasi ini dirancang sedemikian rupa sehingga setiap siswa memiliki akun Firebase individu, menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih personal, mandiri, dan fleksibel. Salah satu fitur unik yang ditawarkan adalah penggunaan variabel dinamis yang dapat disesuaikan oleh siswa sesuai dengan kebutuhan praktik komunikasi data. Dengan demikian, mereka dapat mengubah

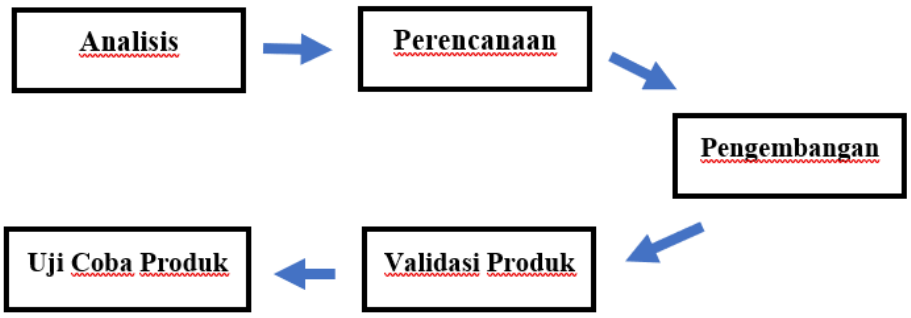
Copyright © 2025 The Author(s)

parameter pengiriman data, alamat, dan nilai variabel input/output secara langsung dalam aplikasi. Aplikasi ini menyediakan praktikum untuk antarmuka dan komunikasi data, yang tidak hanya menghadirkan simulasi, tetapi juga mengaitkan konsep-konsep pembelajaran dengan database online berbasis cloud dan terhubung dengan trainer (hardware). Hal ini merupakan inovasi yang jarang ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan kebaruan ini, aplikasi tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran pasif, tetapi juga sebagai platform praktik interaktif berbasis cloud, memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen komunikasi data secara lebih nyata.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis aplikasi Android khusus untuk mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data untuk program keahlian Teknik Elektronika Industri, serta untuk mengevaluasi kelayakan, efektivitas, dan pengaruhnya terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. Kontribusi penelitian ini terhadap kemajuan ilmiah meliputi penambahan wawasan literatur dalam bidang pendidikan vokasi, terutama di sektor komunikasi data dan antarmuka melalui pengembangan produk nyata berupa aplikasi Android yang bisa di intergrasikan dengan mikrokontroller. Selain itu, penelitian ini juga menyediakan model pengembangan media pembelajaran yang dapat diadaptasi oleh institusi pendidikan kejuruan, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pengajaran pada mata pelajaran antarmuka dan komunikasi data. Selain itu penelitian ini menunjukkan bagaimana penggunaan media interaktif berbasis Android dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam pendidikan vokasi serta dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan pendidikan vokasi di bidang Elektronika Industri

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) yang bertujuan mengembangkan sebuah produk berupa aplikasi Android sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data. Model pengembangan yang digunakan adalah model Borg & Gall yang telah disederhanakan menjadi lima tahap, yaitu:



Gambar 1. Tahapan R&D

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan media belajar berupa aplikasi Android untuk mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data. Pada tahap analisis, penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai masalah yang terdapat di jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN 1 Rejotangan, serta mengidentifikasi kebutuhan yang dapat diintegrasikan untuk mendukung proses belajar mengajar. Penelitian sebelumnya oleh Munir (2021) menekankan pentingnya melakukan analisis awal untuk menemukan kendala dalam komunikasi serta simulasi digital yang terjadi selama

proses pembelajaran, yang pada gilirannya dapat mendorong pengembangan e-learning sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan efektivitas pendidikan di sekolah kejuruan.

Dalam tahap perencanaan, peneliti menyusun alur program sebagai solusi untuk permasalahan yang diidentifikasi pada tahap analisis. Proses perencanaan ini mencakup pendefinisian kebutuhan perangkat lunak, serta pemodelan sistem yang dilakukan melalui diagram alur. Tahapan ini sangat krusial karena memastikan bahwa solusi yang dihasilkan dapat secara efektif menangani masalah yang ada. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang cara kerja program, sehingga dapat meminimalkan kesalahan saat implementasi dan memastikan kecocokan solusi dengan permasalahan yang telah teridentifikasi.

Pada tahap pengembangan, peneliti akan menerapkan alur kerja atau peta konsep yang dirancang pada tahap perencanaan peneliti akan membuat aplikasi yang dapat terhubung dengan database yang menggunakan goole firebase dan juga bisa terhubung dengan mikrokontroller, meskipun tahap ini belum mencakup proses validasi. Pada tahap validasi produk, peneliti akan melibatkan para ahli sebagai validator untuk memastikan bahwa produk yang telah dikembangkan memenuhi standar kelayakan sebelum dilakukan uji coba langsung. Proses validasi ini mencakup distribusi kuisioner atau instrumen validasi kepada para ahli termasuk ahli materi dan ahli media. Sedangkan pada tahap Uji coba produk merupakan fase kritis yang dilakukan setelah tahap pengembangan dan validasi selesai, bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang telah dirancang sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi awal. Pada tahap ini, uji coba dilaksanakan pada sampel yang telah ditentukan secara purposive atau acak untuk mendapatkan data yang valid mengenai kinerja dan efektivitas produk. Populasi dalam penelitian ini terdiri dari siswa kelas XI dan XII di program keahlian Teknik Elektronika Industri, sementara sampel penelitian terdiri dari 10 siswa yang dipilih secara acak dari jurusan tersebut. Teknik pengumpulan data digunakan dalam penelitian ini adalah melalui kuesioner yang akan diisi oleh guru dan siswa, sehingga hasilnya dapat diolah untuk menarik kesimpulan. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode statistik deskriptif, yang bertujuan untuk mengolah data hasil observasi awal, validasi ahli, dan hasil uji coba produk. Penelitian ini membatasi pengujian produk hanya pada sekelompok kecil yang terdiri dari 10 siswa di SMKN 1 Rejotangan

Hasil

Pada bagian ini disajikan hasil penelitian yang telah dilakukan beserta pembahasannya. Hasil penelitian dipaparkan sesuai dengan tahapan pengembangan dimulai dari analisis kebutuhan, perencanaan, pengembangan produk, validasi, hingga uji coba terbatas. Pembahasan disusun untuk mengaitkan temuan penelitian dengan teori serta penelitian sebelumnya, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kontribusi produk yang dikembangkan.

Analisis

Pada tahap analisis, peneliti melakukan penyebaran angket kepada guru mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data di program keahlian Teknik Elektronika Industri. Angket tersebut dirancang untuk menggali kebutuhan media pembelajaran pada mata pelajaran terkait. Responden berjumlah 5 orang guru dan 3 orang siswa dengan instrumen angket yang terdiri dari 10 butir pernyataan. Setiap butir memiliki rentang skor antara 0 hingga 4. Hasil pengisian angket tersebut kemudian diolah dan disajikan pada Tabel 1.

Copyright © 2025 The Author(s)

Tabel 1. Hasil Angket Analisis Permasalahan yang Terjadi

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
G1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	13
G2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	16
G3	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	13
G4	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	16
G5	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	14
S1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	15
S2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	13
S3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	15
Total	12	10	12	11	12	12	12	12	11	11	115

Penentuan klasifikasi dari jumlah perolehan data dilakukan dengan membaginya ke dalam lima kategori. Proses pengklasifikasian ini menggunakan rumus persentase, sehingga hasil yang diperoleh dapat dikelompokkan sesuai dengan kategori yang telah ditentukan dan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Tabel Persentase Kategori Analisis Kebutuhan

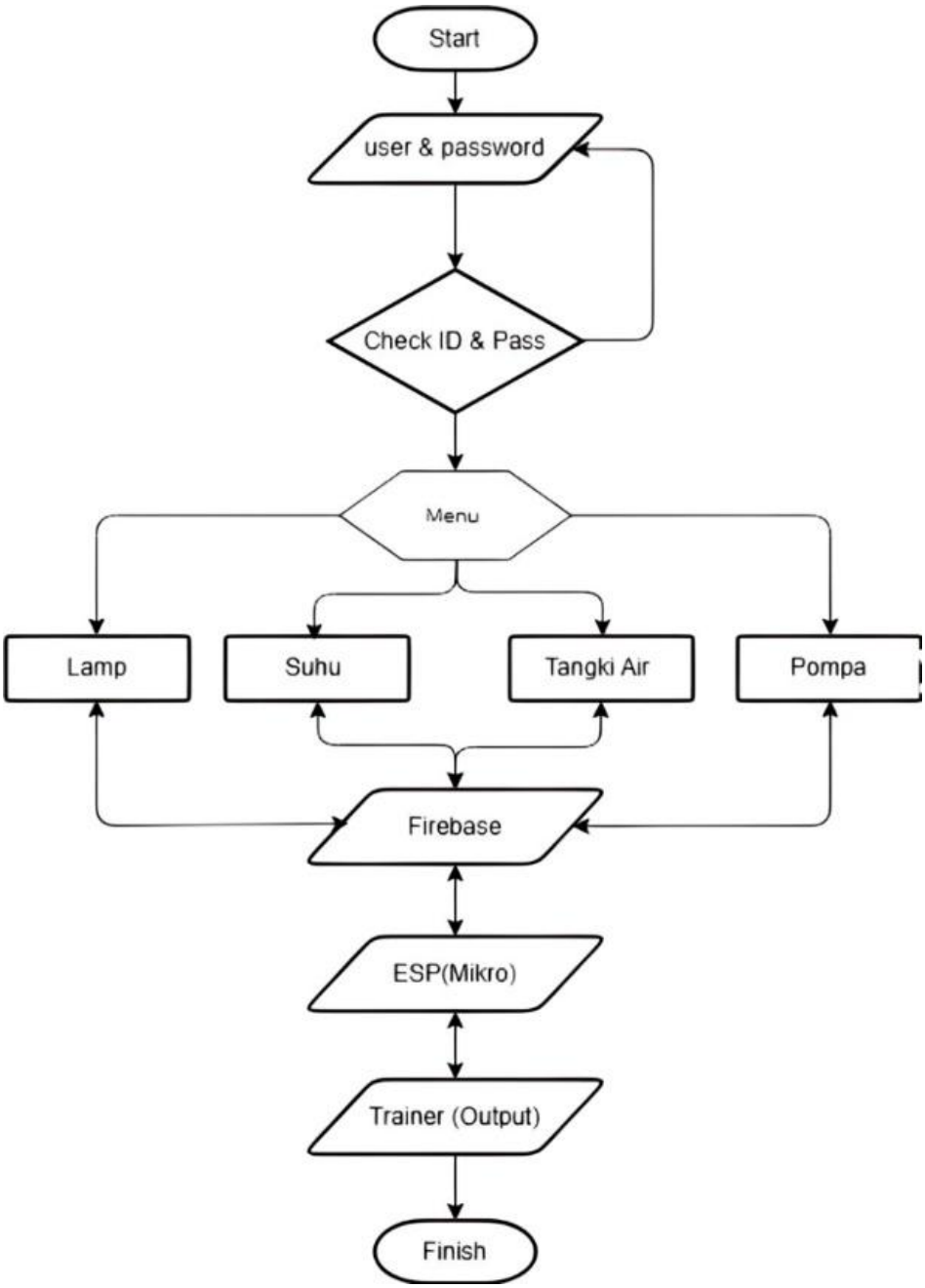
Skor yang diperoleh (%)	Kategori
81 – 100	Sangat Tidak Diperlukan
61 – 80	Tidak Diperlukan
41 – 60	Cukup Diperlukan
21 – 40	Diperlukan
0 – 20	Sangat Diperlukan

Berdasarkan hasil analisis angket yang telah diberikan kepada responden, diperoleh total skor sebesar 115 dari skor maksimum 320. Hasil perhitungan persentase menunjukkan angka 35,9%. Apabila diklasifikasikan menggunakan kriteria penilaian yang telah ditetapkan, nilai tersebut masuk dalam kategori “Diperlukan”. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberadaan media pembelajaran berbasis aplikasi pada mata pelajaran antarmuka dan komunikasi data dipandang cukup penting dan relevan oleh guru maupun siswa. Meskipun hasil persentase menunjukkan tingkat kebutuhan pada kategori “Diperlukan”, jika ditinjau lebih mendalam dari respon tiap butir angket, mayoritas responden menilai bahwa media pembelajaran inovatif seperti aplikasi berbasis Kodular yang terintegrasi dengan IoT dan Firebase masih sangat dibutuhkan untuk mendukung pemahaman materi yang bersifat praktis dan abstrak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan media ini berkontribusi sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di jurusan Teknik Elektronika Industri, serta menjadi alternatif baru yang lebih interaktif dibandingkan metode konvensional

Perencanaan

Pada tahap ini, peneliti merancang kebutuhan yang diperlukan agar produk yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan tujuan pembelajaran. Dalam konteks penelitian ini, kebutuhan utama adalah tersedianya sebuah media pembelajaran yang mendukung mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data, khususnya pada capaian pembelajaran terkait pemanfaatan Internet of Things (IoT). Berdasarkan pengamatan di lapangan, telah tersedia trainer untuk mikrokontroller yang dapat dimanfaatkan sebagai *output*. Oleh karena itu, penelitian ini memilih untuk mengembangkan sebuah aplikasi berbasis Android yang dapat terhubung

dengan mikrokontroler dan *database*. Selain itu dalam tahap ini dibuat diagram alur untuk menentukan alur jalanya program.



Gambar 2. Diagram Alur Program

Proses sistem dimulai dengan langkah Start sebagai awal dari program. Selanjutnya, pengguna diminta untuk memasukkan username dan password sebagai data autentikasi. Setelah itu sistem akan melakukan pemeriksaan ID dan password. Jika data login yang dimasukkan tidak sesuai, maka pengguna akan diarahkan kembali untuk menginput ulang username dan password. Namun, jika data login sesuai, proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Tahap berikutnya adalah menu utama, yang memberikan beberapa pilihan kontrol sistem, yaitu Lamp, Suhu, Tangki Air, dan Pompa. Dari menu ini, pengguna dapat memilih fungsi mana yang ingin diakses atau dikendalikan. Setiap data atau perintah yang dipilih akan dikirim dan disimpan melalui Firebase sebagai basis data real-time. Data dari Firebase kemudian diteruskan ke ESP

Copyright © 2025 The Author(s)

(mikrokontroler) yang berfungsi sebagai pengendali perangkat keras. Mikrokontroler ini mengirimkan perintah ke Trainer (Output), yang berisi perangkat-perangkat fisik seperti lampu, sensor suhu, tangki air, dan pompa. Setelah perintah dijalankan dan proses selesai, sistem akan menuju ke tahap Finish sebagai akhir dari alur kerja program.

Pengembangan

Pada tahap pengembangan ini, sistem mulai dirancang dan diimplementasikan berdasarkan hasil analisis kebutuhan serta rancangan diagram alir yang telah dibuat sebelumnya. Aplikasi dikembangkan menggunakan platform Kodular yang berbasis Android, karena sebagian besar siswa telah familiar dengan penggunaan smartphone Android, sehingga diharapkan mempermudah mereka dalam mengoperasikan aplikasi. Proses pengembangan difokuskan pada pembuatan antarmuka aplikasi yang terhubung dengan trainer IoT melalui Firebase dan mikrokontroler ESP 8266. Aplikasi ini dirancang untuk dapat mengendalikan serta memantau beberapa komponen seperti lampu, suhu, tangki air dan pompa secara *real-time*. Dengan memanfaatkan Kodular kita dapat menyusun tampilan dan logika program menggunakan sistem blok pemrograman visual, yang mempercepat proses pembuatan sekaligus meminimalkan kesalahan dalam pengkodean. Tahapan ini menjadi inti dari keseluruhan proses dimana rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya mulai direalisasikan menjadi produk media pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pembelajaran antar muka dan komunikasi data di program keahlian teknik elektronika industri di SMKN 1 Rejotangan.

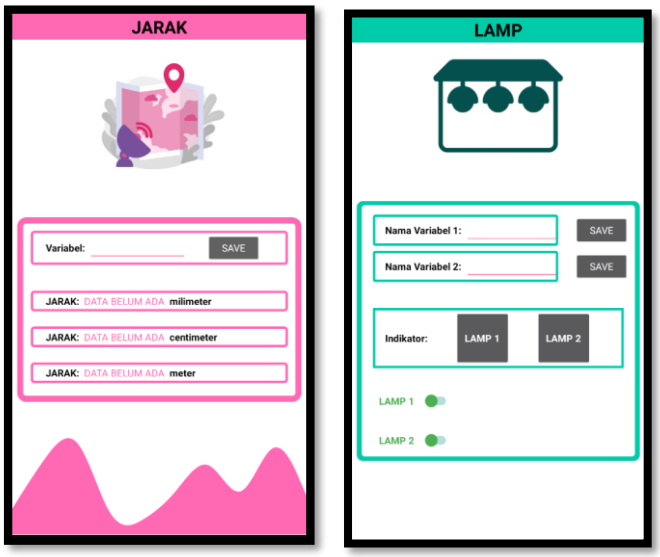


Gambar 3. Menu Login dan Menu Utama

Tampilan pada gambar di atas merupakan halaman login dan menu utama aplikasi AKD Sistem (Antar Muka dan Komunikasi Data Sistem) yang dikembangkan menggunakan platform Kodular berbasis Android. Halaman ini berfungsi sebagai pintu masuk bagi pengguna sebelum mengakses menu utama aplikasi. Pada bagian atas tampilan terdapat logo SMK Negeri 1 Rejotangan dan logo Universitas Negeri Malang yang menunjukkan. Di tengah bagian atas terdapat tulisan "AKD SISTEM" sebagai identitas utama aplikasi atau judul aplikasi. Bagian tengah halaman menampilkan ilustrasi animasi *cloud server* dan laptop yang menggambarkan konsep

konektivitas data antara aplikasi dengan sistem berbasis IoT melalui server *firebase*. Di bawah ilustrasi tersebut terdapat keterangan "MASUKAN *USERNAME* DAN *PASSWORD*" sebagai panduan bagi pengguna untuk melakukan proses autentikasi. Selanjutnya terdapat dua kolom input, yaitu kolom *Username* dan *Password*, yang berfungsi untuk memasukkan data pengguna. Setelah pengguna mengisi kedua kolom tersebut, proses dilanjutkan dengan menekan tombol "LOGIN" untuk melakukan verifikasi data. Apabila data yang dimasukkan sesuai, maka pengguna akan diarahkan menuju menu utama aplikasi. Desain antarmuka dibuat dengan kombinasi warna hijau toska dan putih yang memberikan kesan sederhana, bersih dan modern. Tampilan ini dirancang agar mudah digunakan serta familiar bagi siswa sehingga dapat mendukung pembelajaran interaktif khususnya pada mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data di program keahlian Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Rejotangan berbasis penerapan teknologi IoT.

Setelah pengguna berhasil masuk maka akan masuk menu utama aplikasi AKD Sistem (Antar Muka dan Komunikasi Data Sistem) yang berfungsi sebagai pusat navigasi untuk mengakses berbagai fitur dalam sistem pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada bagian atas terdapat judul "MENU" yang menandakan bahwa pengguna telah berhasil masuk ke dalam sistem setelah proses login. Di bawahnya terdapat banner yang berfungsi untuk menjelaskan secara singkat fungsi dari sub menu yang ada dibawahnya.. Bagian bawah tampilan menunjukkan enam ikon utama, yaitu Suhu, Jarak, Lampu, Pompa, Sistem Air, dan Petunjuk. Masing-masing ikon merepresentasikan fungsi yang berbeda, seperti pemantauan suhu, pengukuran jarak, pengendalian lampu, pengoperasian pompa air, pemantauan level air dalam tangki, serta petunjuk penggunaan aplikasi.

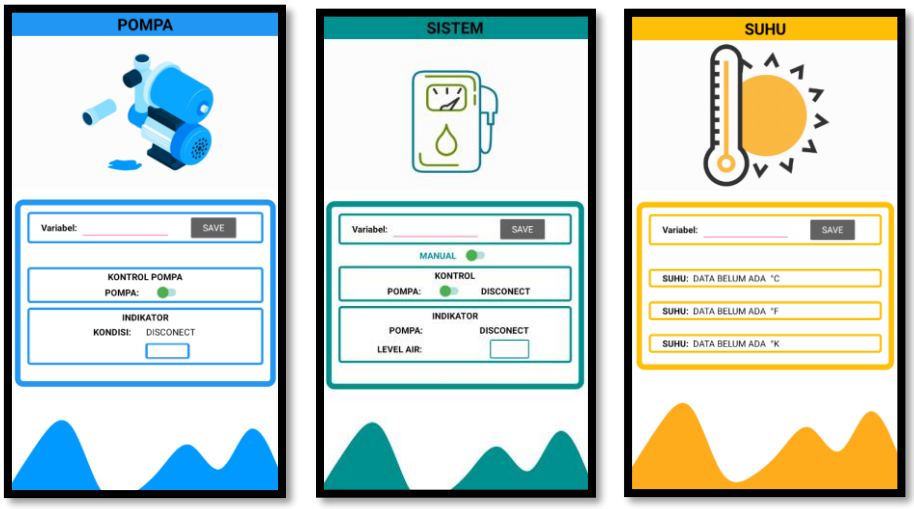


Gambar 4. Sub Menu Jarak dan Sub Menu *Lamp*

Tampilan pada kedua gambar di atas menunjukkan halaman submenu Jarak dan Lampu yang merupakan bagian dari aplikasi AKD Sistem (Antar Muka dan Komunikasi Data Sistem) berbasis Internet of Things (IoT). Pada gambar pertama, tampilan submenu Jarak dirancang untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yang dikirim melalui mikrokontroler dan disimpan di Firebase. Di bagian atas terdapat judul "JARAK" dengan warna dominan merah muda, disertai ilustrasi peta dan satelit yang menggambarkan konsep pengukuran jarak berbasis sensor. Di bawahnya terdapat kolom "Variabel" yang berfungsi untuk menuliskan nama variabel data yang akan digunakan dalam sistem, kemudian dapat disimpan

Copyright © 2025 The Author(s)

dengan menekan tombol SAVE. Hasil pengukuran ditampilkan dalam tiga satuan yaitu milimeter, sentimeter, dan meter yang memudahkan pengguna dalam membaca hasil sensor sesuai kebutuhan. Ketika sensor belum aktif atau data belum diterima, aplikasi akan menampilkan keterangan "DATA BELUM ADA" sebagai indikator bahwa belum ada nilai yang dikirim dari mikrokontroler ke Firebase. Sementara itu, gambar kedua menunjukkan tampilan submenu Lamp, yang digunakan untuk mengendalikan dua lampu secara jarak jauh melalui jaringan internet. Di bagian atas terdapat ikon lampu sebagai identitas menu. Tersedia dua kolom isian yaitu "Nama Variabel 1" dan "Nama Variabel 2", masing-masing diikuti tombol SAVE untuk menyimpan konfigurasi nama variabel lampu yang akan dikontrol. Di bawahnya terdapat bagian indikator yang menampilkan status LAMP 1 dan LAMP 2, dilengkapi tombol switch on/off yang memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan lampu secara langsung dari aplikasi.



Gambar 4. Sub Menu Pompa, Sub Menu Sistem dan Sub Menu Suhu

Pada gambar pertama tampilan submenu Pompa menampilkan fitur kendali utama untuk menghidupkan dan mematikan pompa air secara jarak jauh. Di bagian atas terdapat kolom Variabel untuk memasukkan nama variabel yang digunakan dalam sistem, kemudian disimpan menggunakan tombol SAVE. Di bawahnya terdapat bagian Kontrol Pompa, yang dilengkapi tombol *switch on/off* untuk menyalakan atau mematikan pompa secara manual. Sementara itu, bagian Indikator menampilkan kondisi koneksi sistem, misalnya "DISCONNECT" jika belum terhubung dengan Firebase atau mikrokontroler. Desain menggunakan warna biru cerah yang identik dengan tema air, mencerminkan fungsi dari menu ini.

Gambar kedua menampilkan tampilan submenu Sistem Air, yang berfungsi untuk mengontrol sistem pengisian air tangki secara otomatis maupun manual. Terdapat kolom Variabel untuk konfigurasi data, serta tombol SAVE untuk menyimpan variabel. Menu ini dilengkapi mode kendali Manual, yang memungkinkan pengguna memilih antara sistem otomatis atau kendali langsung. Di bawahnya terdapat indikator Pompa dan Level Air, yang menampilkan status koneksi dan ketinggian air yang terbaca oleh sensor. Tampilan ini membantu siswa memahami bagaimana sistem IoT bekerja dalam mengatur level air menggunakan pompa yang terhubung ke jaringan internet. Pada gambar ketiga tampilan submenu Suhu menampilkan data pembacaan sensor suhu dalam tiga satuan pengukuran, yaitu Celsius (°C), Fahrenheit (°F), dan Kelvin (K). Di bagian atas terdapat kolom Variabel dan tombol SAVE untuk menentukan variabel data yang digunakan. Ketika sensor belum mengirimkan data, aplikasi akan menampilkan tulisan "DATA BELUM ADA" sebagai tanda bahwa belum ada pembacaan suhu yang diterima dari

sistem. Warna dominan kuning dan ikon termometer serta matahari menggambarkan fungsi menu ini yang berkaitan dengan suhu dan panas.

4. Validasi

Pada tahap validasi ini, aplikasi AKD Sistem yang telah selesai dikembangkan akan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media (desain). Tujuan dari validasi ini adalah untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibuat telah sesuai dengan materi pembelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data, serta memiliki tampilan dan fungsi yang layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMKN 1 Rejotangan pada program keahlian Teknik Elektronika Industri. Validasi materi dilakukan oleh Bapak Ahmad Wildan, S.Pd, seorang guru senior di jurusan Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Rejotangan yang mengampu mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data serta merupakan pembimbing lomba kompetansi siswa (LKS) dibidang electrical yang sudah juara nasional 4 kali. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan angket penilaian yang terdiri dari 10 butir pernyataan mencakup aspek kesesuaian isi, ketepatan fungsi aplikasi, relevansi dengan capaian pembelajaran, serta penerapan konsep IoT dengan penilaian skor 0-4.

Tabel 3. Hasil Penilaian Angket Ahli Materi

Pertanyaan	Skor	Skor maksimal
P1	4	4
P2	3	4
P3	4	4
P4	4	4
P5	4	4
P6	4	4
P7	4	4
P8	4	4
P9	3	4
P10	4	4
Total	38	40

Setelah hasil penilaian diperoleh skor diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 4. Kriteria Penilaian Ahli

Skor yang diperoleh	Kategori
33-40	Sangat Sesuai
25-32	Sesuai
17-24	Cukup Sesuai
9-16	Tidak Sesuai
0-8	Sangat Tidak Sesuai

Berdasarkan hasil penilaian pada tabel 3, skor yang diperoleh adalah 38 dari 40, yang termasuk dalam kategori “Sangat Sesuai”. Hal ini menunjukkan bahwa isi dan fungsi aplikasi AKD Sistem telah sesuai dengan materi pembelajaran antar muka dan komunikasi data, khususnya pada penerapan IoT dalam proses pembelajaran. Selanjutnya, validasi desain dilakukan oleh Bapak Ekky Candra, S.Pd, guru Teknik Komputer dan Jaringan SMKN 1

Copyright © 2025 The Author(s)

Rejotangan, yang memiliki pengalaman dalam pengembangan website sekolah dan aplikasi Android untuk ujian online. Validasi ini bertujuan untuk menilai kualitas tampilan antarmuka, kemudahan navigasi, estetika desain, serta keterpaduan fungsi visual dan logika program.

Tabel 5. Hasil Penilaian Skor Angket Ahli Media

Pertanyaan	Skor	Skor maksimal
P1	3	4
P2	4	4
P3	4	4
P4	3	4
P5	4	4
P6	4	4
P7	3	4
P8	4	4
P9	3	4
P10	4	4
Total	36	40

Berdasarkan hasil validasi ahli media, diperoleh skor total 36 dari 40, yang juga termasuk dalam kategori "Sangat Sesuai". Hal ini menunjukkan bahwa desain antarmuka dan tampilan aplikasi AKD Sistem telah sesuai dengan prinsip media pembelajaran interaktif, mudah digunakan oleh siswa, serta memiliki daya tarik visual yang baik. Dengan hasil validasi dari kedua ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi AKD Sistem berbasis IoT telah layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data di SMKN 1 Rejotangan di program keahlian Teknik Elektronika Industri. Tahap selanjutnya adalah uji coba terbatas kepada peserta didik untuk melihat tingkat kepraktisan dan pemahaman siswa terhadap penggunaan media yang telah dikembangkan.

Ujicoba Produk

Uji coba produk dilakukan dalam kelompok kecil yang terdiri dari 8 siswa kelas XII SMKN 1 Rejotangan program keahlian Teknik Elektronika Industri. Siswa-siswa ini dipilih secara acak, namun tetap dengan kriteria bahwa mereka telah mempelajari mata pelajaran Pemrograman Sistem Embedded serta Antar Muka dan Komunikasi Data, sehingga mampu memberikan penilaian yang relevan terhadap media pembelajaran AKD Sistem berbasis IoT. Uji coba ini bertujuan untuk menilai tingkat kepraktisan media pembelajaran yang dikembangkan, baik dari segi kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, fungsi kontrol sistem, maupun kemanfaatan media dalam membantu pemahaman siswa terhadap konsep *Internet of Things* (IoT).

Tabel 6. Kriteria Klasifikasi Hasil Penilaian Siswa

Skor yang diperoleh	Kategori
193-240	Sangat Praktis
145-192	Praktis
97-144	Cukup Praktis
49-96	Tidak Praktis
0-48	Sangat Tidak Praktis

Hasil pengisian angket dari para siswa nantinya akan diklasifikasikan berdasarkan kategori di atas. Penilaian ini mencerminkan sejauh mana media mudah digunakan, menarik, dan mendukung proses pembelajaran secara efektif serta mempermudah siswa dalam memahami materi.

Tabel 7. Penilaian Angket Siswa

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
S1	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	37
S2	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	38
S3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	39
S4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	38
S5	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	38
S6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
S7	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	38
S8	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39
Total	31	29	31	31	32	30	31	30	30	32	307

Dari hasil pengisian angket oleh delapan siswa diperoleh total skor keseluruhan 307 dari 320, yang termasuk dalam kategori “Sangat Praktis”. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran AKD Sistem berbasis IoT sangat mudah digunakan, memiliki tampilan yang jelas, dan mendukung pemahaman siswa dalam mempelajari konsep komunikasi data serta penerapan IoT secara langsung. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran AKD Sistem terbukti praktis, efektif, dan menarik untuk digunakan dalam kegiatan belajar mengajar serta mempermudah siswa dalam memahami matapelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data di jurusan Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Rejotangan

Pembahasan

Hasil penelitian ini secara umum bertujuan untuk menjawab rumusan masalah mengenai bagaimana proses pengembangan, kelayakan media pembelajaran dan kepraktisan AKD Sistem (Antar Muka dan Komunikasi Data Sistem) berbasis Internet of Things (IoT) dalam mendukung pembelajaran di program keahlian Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Rejotangan. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diperoleh bahwa baik guru maupun siswa menilai media pembelajaran berbasis aplikasi sangat diperlukan, dengan persentase sebesar 35,9% yang termasuk dalam kategori “Diperlukan”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan terhadap media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan konsep IoT masih tinggi, karena pembelajaran di kelas sebelumnya masih didominasi oleh metode konvensional dan penggunaan trainer yang terbatas pada fungsi dasar. Shingga pengembangan media AKD Sistem menjadi salah satu solusi untuk menjawab kebutuhan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan relevan dengan perkembangan teknologi industri modern.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian Research and Development (R&D) Borg anda Gall yang telah disederhanakan menjadi 5 tahapan. yang mencakup analisis kebutuhan, perencanaan, pengembangan, validasi, dan uji coba terbatas. Tahap analisis dilakukan melalui penyebaran angket kepada 5 guru dan 3 siswa, sementara tahap perencanaan menitikberatkan pada perancangan sistem yang dapat menghubungkan aplikasi berbasis Android dengan mikrokontroler ESP8266 dan Firebase sebagai basis data real-time. Tahap pengembangan melibatkan pembuatan antarmuka aplikasi menggunakan Kodular, di mana hasil rancangan menghasilkan fitur utama seperti kontrol lampu, suhu, pompa, tangki air untuk pemantauan

Copyright © 2025 The Author(s)

jarak. Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kesesuaian konten dan tampilan aplikasi. Hasil validasi ahli materi menunjukkan skor 38 dari 40 dan ahli media 36 dari 40, keduanya masuk kategori "Sangat Sesuai". Setelah itu dilakukan uji coba terbatas terhadap 8 siswa kelas XII memperoleh skor total 307 dari 320, yang diklasifikasikan sebagai "Sangat Praktis". Hasil ini memperlihatkan bahwa pengembangan media AKD Sistem berjalan secara sistematis dan berbasis kebutuhan nyata di lapangan serta membantu siswa dalam memahami materi.

Berdasarkan interpretasi hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran AKD Sistem mampu menjembatani keterbatasan siswa dalam memahami konsep abstrak pada mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data, terutama dalam penerapan IoT. Aplikasi ini memungkinkan siswa melakukan pengendalian dan pemantauan perangkat secara real-time melalui smartphone, sehingga meningkatkan keterlibatan aktif dalam proses belajar. Validasi dari ahli menunjukkan bahwa konten telah sesuai dengan capaian pembelajaran dan karakteristik peserta didik SMKN 1 Rejotangan. Selain itu, hasil uji coba juga memperkuat bahwa siswa merasa lebih mudah memahami hubungan antara sistem perangkat keras dan perangkat lunak melalui tampilan antarmuka yang menarik dan interaktif.

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Bakkara (2024) yang mengembangkan sistem kontrol dan monitoring lampu otomatis berbasis Android dengan Blynk, yang menunjukkan efektivitas antarmuka mobile untuk perangkat fisik. Demikian pula penelitian oleh Azizah, Arman, dan Setyawan (2023) yang menggunakan Kodular dan Firebase untuk aplikasi monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT, menunjukkan bahwa integrasi antarmuka visual dengan basis data real-time meningkatkan interaktivitas pengguna. Penelitian Bramasta, Ramadhan dan Prasetyo (2023) dalam sistem smart home lamp control dengan Blynk juga mendukung bahwa aplikasi Android yang terkoneksi dengan hardware nyata dapat memperkuat pengalaman pembelajaran praktis. Studi Winarto, Kholis & Anifah (2023) mengenai aplikasi masjid pintar berbasis Kodular memperlihatkan bagaimana antarmuka aplikasi bisa mengendalikan perangkat fisik secara langsung. Selain itu, penelitian Wijoseno, Uranus, dan Pangaribuan (2023) tentang pengisian air otomatis menggunakan ESP32 dan Kodular menegaskan bahwa logging data dan kontrol real-time memperkuat efektivitas media IoT dalam konteks edukasi. Namun dalam penelitian ini yang membedakan dari penelitian sebelumnya dengan antarmuka yang lebih komprehensif dan integrasi trainer fisik yang di sesuaikan dengan mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasu Data pada program keahlian teknik elektronika industri selain itu siswa juga dapat menggunakan variabel yang bebas oleh karena itu data tidak bertabrakan sehingga siswa tidak hanya mempelajari logika digital tetapi juga memahami langsung hubungan antara aplikasi dan perangkat nyata memperluas cakupan penggunaan Kodular dari aplikasi simulatif menjadi media pembelajaran IoT sesungguhnya.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan bidang keilmuan pendidikan kejuruan, khususnya pada ranah pembelajaran berbasis teknologi Internet of Things (IoT) di SMK. Pengembangan media pembelajaran AKD Sistem berbasis Kodular dan Firebase ini mendukung penguatan konsep antarmuka dan komunikasi data yang menjadi bagian penting dalam kurikulum Teknik Elektronika Industri. Penelitian ini memperkuat teori bahwa integrasi teknologi IoT dalam pembelajaran mampu meningkatkan interaktivitas, efektivitas, serta kemandirian belajar siswa. Selain itu, penerapan antarmuka yang terhubung langsung dengan trainer fisik memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya secara praktis dalam sistem nyata. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung pengembangan bidang pendidikan kejuruan menuju arah pembelajaran berbasis industri 4.0

bahkan 5.0 dan memperkuat relevansi penerapan teknologi digital dalam proses belajar mengajar di lingkungan SMK.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasilnya. Keterbatasan utama terletak pada cakupan uji coba yang masih terbatas pada kelompok kecil, yaitu delapan siswa kelas XII di satu sekolah, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas untuk semua sekolah menengah kejuruan. Selain itu, pengujian media pembelajaran AKD Sistem hanya difokuskan pada aspek kepraktisan dan kelayakan penggunaan tanpa melibatkan pengukuran langsung terhadap peningkatan hasil belajar siswa secara kuantitatif. Faktor lain seperti keterbatasan waktu, ketersediaan jaringan internet, serta kemampuan perangkat keras (trainer IoT) juga menjadi kendala yang dapat memengaruhi stabilitas dan performa sistem saat digunakan dalam kondisi nyata.

Berdasarkan keterbatasan tersebut penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas populasi dan sampel uji coba mencakup lebih banyak sekolah dan tingkat kelas yang berbeda agar hasil penelitian dapat digeneralisasikan dengan lebih baik. Selain itu penelitian lanjutan dapat mengembangkan fitur tambahan pada aplikasi seperti sistem evaluasi otomatis berbasis IoT atau integrasi dengan Learning Management System (LMS) untuk mendukung pembelajaran jarak jauh. Peneliti berikutnya juga disarankan untuk melakukan analisis mendalam terhadap pengaruh penggunaan media AKD Sistem terhadap peningkatan hasil belajar, motivasi dan keterampilan berpikir kritis siswa. Dengan demikian penelitian lanjutan diharapkan dapat memperkuat dasar teoritis serta memperluas kontribusi penerapan teknologi IoT dalam pendidikan kejuruan menuju pembelajaran yang lebih adaptif dan inovatif

Kesimpulan

Media pembelajaran AKD Sistem berbasis Internet of Things (IoT) terbukti layak dan praktis digunakan pada mata pelajaran Antar Muka dan Komunikasi Data di SMKN 1 Rejotangan. Pengembangan mengikuti model R&D Borg & Gall (lima tahap) dan menghasilkan media dengan validasi ahli materi (38/40) dan ahli media (36/40) kategori “Sangat Sesuai”, serta uji coba siswa (307/320) kategori “Sangat Praktis”. Media ini efektif meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa melalui pengendalian dan pemantauan perangkat real-time via aplikasi Kodular terhubung dengan ESP8266 dan Firebase. Inovasi ini menjembatani teori dan praktik, sekaligus unggul karena integrasi dengan trainer fisik buatan sendiri. Pengembangan selanjutnya disarankan menambah fitur pemantauan multi-user, memperluas uji coba dengan lebih banyak responden, mengintegrasikan sensor tambahan serta dashboard berbasis web, dan menjadikannya acuan bagi pengembang media IoT lain di pendidikan vokasi.

References

Abidin, N. F. and Haq, A. F. (2023). Aplikasi media pembelajaran anak usia dini menggunakan teknologi augmented reality berbasis android. Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI), 6(1), 95-102. https://doi.org/10.32672/jnkti.v6i1.5807

Ally, M. (2019). Competency profile of the digital and online teacher in future education. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 20(2). https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4206

Azizah, P. I., Arman, M., & Setyawan, A. (2023). Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan LoRa Arduino dan ESP32 berbasis Internet of Things melalui Aplikasi Mobile. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 14(1), 401–405. https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5418

Copyright © 2025 The Author(s)

Bangun Purwarupa Aplikasi Masjid Pintar Menggunakan Platform Kodular Berbasis Internet. Jurnal Teknologi dan Informasi (JTI), 2(2). https://doi.org/10.59086/jti.v2i2.288

Bramasta, D., Ramadhan, I., & Prasetyo, S. A. (2023). Perancangan dan Implementasi Smart Home untuk Pengendalian Lampu Otomatis Menggunakan ESP32 dan Aplikasi Blynk. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi & Bisnis.

Delgado, T. A., Aperribai, L., Cortabarría, L., Verche, E., & Borges, Á. (2022). Challenges for teachers' and students' digital abilities: a mixed methods design study. Sustainability, 14(8), 4729. https://doi.org/10.3390/su14084729

Effendi, M. I., & Yoto, Y. (2024). Pembelajaran Abad-21 Melalui Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi. Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual, 9(1), 67-73. https://doi.org/10.28926/briliant.v9i1.1637

Effendi, M. I., Dewi, R. S. I. ., Nurjanah, L. ., Dibtasari, B. A. ., & Amaliya, F. N. (2024). Meningkatkan Kreativitas Guru Melalui Pelatihan Pembuatan Aplikasi Sederhana Berbasis Canva Web Prototype. I-Com: Indonesian Community Journal, 4(3), 2256–2266. https://doi.org/10.33379/icom.v4i3.5300

Effendi, M. I., Elmunsyah, H., & Widiyanti, W. (2024). Peran Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) terhadap Ketercapaian 4C Skills (Critical Thinking, Creative Thinking, Collaboration, and Communication) Siswa SMK. Didaktika: Jurnal Kependidikan, 13(001 Des), 435-444. https://doi.org/10.58230/27454312.1677

Effendi, M. I., Elmunsyah, H., Widiyanti, Nurjanah, L., Firdausia, F., & Riza, F. (2024). Diversification of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Integrated Learning Models as an Innovation in Vocational Learning in the Merdeka Belajar Era. Didaktika: Jurnal Kependidikan, 13(1), 87-96. https://doi.org/10.58230/27454312.380\

Fawns, T. (2018). Postdigital education in design and practice. Postdigital Science and Education, 1(1), 132-145. https://doi.org/10.1007/s42438-018-0021-8

FILIPCHUK, N., FILIPCHUK, S., HUTSAL, O., OLEKSIUK, M., & OZYMOVSKA, H. (2022). Interactive teaching methods as a means of developing creative activity of instrumentalist students in the context of distance learning. Scientific Bulletin of Mukachevo State University Series "Pedagogy and Psychology", 8(3). https://doi.org/10.52534/msu-pp.8(3).2022.67-73

Fitria, N., Dewi, T. A., & Budiono, D. (2024). Analisis media pembelajaran interaktif program lectora inspire berbasis android. EDUNOMIA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Ekonomi, 4(2), 263-273. https://doi.org/10.24127/edunomia.v4i2.5657

Hrytsenchuk, O. O., Leshchenko, M., Ovcharuk, O. V., Trubachev, S., & Trykoz, S. (2024). Ensuring sustainable development through the use of digital educational hubs for teaching civic education at school. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1415(1), 012014. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012014

Hu, Z. (2024). Digital teaching transformation: challenges, strategies, and future prospects in macroeconomics education. International Journal of Education and Humanities, 4(2), 129-136. https://doi.org/10.58557/(ijeh).v4i2.216

Kornienko, D. V. and Mishina, S. V. (2023). Implementation of digital education tools in the pedagogical community. Journal of Higher Education Theory and Practice, 23(13). https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i13.6370

Kuswanto, J. and Radiansah, F. (2018). Media pembelajaran berbasis android pada mata pelajaran sistem operasi jaringan kelas xi. Jurnal Media Infotama, 14(1). https://doi.org/10.37676/jmi.v14i1.467

Latifah, A., Rahayu, R. E. G., & Faroqi, A. (2020). Rancang bangun media pembelajaran mengenal anggota tubuh manusia menggunakan teknologi augmented reality untuk tk/paud berbasis android. Jurnal Algoritma, 17(2), 378-385. https://doi.org/10.33364/algoritma/v.17-2.378

Majeed, F. S. A., Sundana, R. N. R., Ramadhan, R., & Abrar, M. (2024). Strategi meningkatkan kualitas pendidikan menuju indonesia emas 2045: analisis pandangan akademisi. Antropocene : Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora, 4(3), 82-89. https://doi.org/10.56393/antropocene.v4i3.2451

Nisa, N. Z. and Nainggolan, T. C. B. (2024). Peran teknologi dalam peningkatan kapasitas sdm pesisir. Riset Sains Dan Teknologi Kelautan, 64-69. https://doi.org/10.62012/sensistek.v7i1.31653

Štemberger, T. and Konrad, S. Č. (2021). Attitudes towards using digital technologies in education as an important factor in developing digital competence: the case of slovenian student teachers. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 16(14), 83. https://doi.org/10.3991/ijet.v16i14.22649

Vito, B. and Krisnani, H. (2015). Kesenjangan pendidikan desa dan kota. Prosiding Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2(2). https://doi.org/10.24198/jppm.v2i2.13533

Vito, B. and Krisnani, H. (2015). Kesenjangan pendidikan desa dan kota. Prosiding Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2(2). https://doi.org/10.24198/jppm.v2i2.13533

Wijoseno, A., Uranus, H. P., & Pangaribuan, J. (2023). Pengendalian Pengisian Air Otomatis Menggunakan ESP32, MQTT, dan Kodular dengan Notifikasi WhatsApp dan Data Logging Melalui Google Sheets. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 13(3). https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3.7139