

Pengembangan Modul Pembelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data Menggunakan Protokol MQTT dan ESP32

Akfan Wahyu Wardhana & Anik Nur Handayani
Universitas Negeri Malang
email: wardhanawon@gmail.com

Naskah diterima tanggal 1 Oktober 2024, direvisi akhir tanggal 7 November 2024, disetujui tanggal 17 November 2024.

Abstrak

Pengembangan modul pembelajaran berbasis teknologi yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dengan protokol MQTT sebagai media komunikasi yang berguna untuk mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data. Modul ini dirancang khusus untuk siswa SMK Jurusan Teknik Elektro Industri, dengan fokus peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa dalam mengimplementasikan sistem Internet of Things (IoT) pada perangkat listrik melalui ESP32. Antar muka dan komunikasi data merupakan salah satu kompetensi inti yang harus dikuasai oleh siswa teknik elektro industri, terutama dalam konteks industri 5.0 yang menuntut pemanfaatan perangkat cerdas dan jaringan IoT. Modul ini disusun dengan memanfaatkan ESP32 sebagai platform yang memungkinkan siswa untuk merancang, menguji, dan mengimplementasikan kontrol perangkat listrik berbasis IoT secara langsung, menggunakan protokol komunikasi MQTT. Model penelitian yang digunakan adalah *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE). Pada tahap analisis, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan belajar siswa terkait sistem antarmuka dan komunikasi data. Tahap desain modul memfokuskan pada penggunaan ESP32 dan MQTT, yang menawarkan solusi praktis dan terjangkau dalam mengajarkan konsep komunikasi antar perangkat IoT. Pada tahap pengembangan modul mencakup pembuatan materi pembelajaran yang berorientasi pada proyek dan simulasi pengendalian perangkat listrik berbasis IoT. Kemudian dalam tahap pengembangan dilakukan sebuah revisi formatif menggunakan penilaian para ahli dan media terkait dengan modul pembelajaran. Pada tahap implementasi dilakukan sebuah pengujian kelompok kecil berjumlah 10 siswa menggunakan sampling random pengundian dan kelompok besar sejumlah 24 siswa. Kemudian di tahap evaluasi dilakukan sebuah angket tertutup dan menggunakan kritik saran agar memiliki sebuah nilai validitas tinggi terhadap modul yang dikembangkan.

Kata Kunci: Antarmuka, ESP32, Protokol IoT MQTT, Modul Pembelajaran, ADDIE

Abstract

This research aims to develop a technology-based learning module that utilizes the ESP32 microcontroller with the MQTT protocol as a communication medium in teaching Interface and Data Communication subjects. This module is specifically designed for SMK students majoring in Industrial Electrical Engineering, with a focus on increasing students' understanding and skills in implementing the Internet of Things (IoT) system on electrical devices through ESP32. Interface and data communication is one of the core competencies that must be mastered by industrial electrical engineering students, especially in the context of industry 5.0 which demands the use of smart devices and IoT networks. This module is prepared by utilizing ESP32 as a platform that allows students to design, test, and implement IoT-based electrical device control directly, using the MQTT communication protocol. The research model used is Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE). At the Analysis stage, identification of student learning needs related to interface systems and data communication was carried out. The Design stage of the module focuses on the use of ESP32 and MQTT, which offers a practical and affordable solution in teaching the concept of communication between IoT devices. At the Development stage, the module includes the creation of project-oriented learning materials and simulation of controlling IoT-based electrical devices. Then in the Development stage, a formative revision is carried out using expert and media assessments related to the learning module. At the Impementation stage, a small group test of 10 students was conducted using random sampling and a large group of 24 students. Then at the Evaluation stage, a closed questionnaire is conducted and using criticism suggestions in order to have a high validity value of the developed module.

Keywords: Interface, ESP32, MQTT IoT Protocol, Learning Module, ADDIE

How to cite (APA Style): 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. doi:<https://doi.org/10.17509/jpp.v24i3.79568>

PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan sentral dalam meningkatkan kualitas sumberdaya manusia terhadap beberapa tantangan global (Ramadhani & Asrul, 2024). Proses pembelajaran yang efektif dan inovatif merupakan kunci untuk membentuk SDM yang kompeten dan siap berkontribusi dalam pembangunan nasional (Sari et al., 2024). Di Indonesia, peran kurikulum sangat penting untuk arah dan tujuan sistem pendidikan, di mana kurikulum tidak hanya digunakan sebagai panduan pengajaran tetapi juga sebagai instrumen untuk mempersiapkan siswa dalam menghadapi dunia kerja dan teknologi yang terus berkembang (Rahmania & Alaniah, 2024).

Saat ini, Indonesia sedang menerapkan Kurikulum Merdeka, yang menekankan pentingnya pembelajaran yang berfokus pada pengembangan keterampilan dan karakter siswa (Nasution, M. A., & Anas, N. 2024). Salah satu pendekatan yang ditekankan dalam kurikulum ini adalah *Student Centered Learning* (SCL), yang menempatkan siswa sebagai pusat dari proses pembelajaran. Pendekatan ini memungkinkan siswa lebih aktif, lebih kreatif, dan lebih mandiri dalam belajar suatu hal atau ilmu (Hutarabat & Anistyasari, 2024). SMK PGRI 3 Kota Malang telah mengadopsi pendekatan ini dengan tujuan untuk mempersiapkan siswa agar lebih siap dan kompetitif di dunia kerja, khususnya di bidang teknik elektronika industri.

Dalam mendukung implementasi pendekatan *Students-Centered Learning* (SCL) di SMK PGRI 3 Kota Malang, diperlukan beberapa perangkat pembelajaran, salah satunya adalah modul pembelajaran. Modul pembelajaran berisi materi yang digunakan menjadi sumber belajar siswa. Selain itu, modul pembelajaran dilengkapi dengan kegiatan belajar mandiri siswa yang telah disesuaikan dengan model pembelajaran yang digunakan sesuai dengan kurikulum. Namun dari hasil observasi pada tanggal 2 Oktober 2024, ditemukan bahwa dalam pelaksanaan mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data di SMK PGRI 3 Kota Malang masih terdapat beberapa kendala, seperti selalu mengandalkan materi yang tersedia di internet, sedangkan jaringan internet yang digunakan masih dinilai kurang baik. Selain itu, belum tersedianya modul pembelajaran yang sistematis dan terstruktur untuk mata pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data. Akibat dari kendala tersebut, proses pembelajaran terhambat sehingga menjadi masalah yang perlu segera diatasi, karena pada dasarnya dalam proses pembelajaran, mahasiswa membutuhkan panduan yang lebih jelas dan terarah untuk mempelajari konsep-konsep dasar hingga lanjut terkait sistem IoT yang dikemas dalam matakuliah Antarmuka dan Komunikasi Data, yang seharusnya tidak hanya mengandalkan informasi dari internet. Selain itu, mahasiswa juga membutuhkan latihan-latihan mandiri yang terstruktur dan terukur untuk melatih pemahaman mereka terhadap IoT (Sari., Efriani, A., & Arifin., 2024).



Gambar 1. Kegiatan Observasi

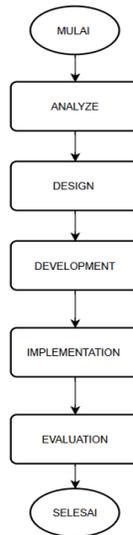
Dari data observasi tersebut menunjukkan pentingnya pengembangan modul pembelajaran untuk mata pelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data khususnya di SMK PGRI 3 Kota Malang. Modul ini akan menjadi penunjang utama dalam pembelajaran berbasis proyek yang merupakan salah satu metode pembelajaran utama dalam Kurikulum Merdeka (Belva Saskia Permana dkk, 2024). Dengan adanya modul, sistem pembelajaran siswa dapat dilakukan dengan terstruktur sehingga membantu siswa dalam memahami materi dan menerapkannya dalam proyek dunia nyata yang selaras dengan tuntutan industri, meskipun dengan keterbatasan beberapa fasilitas teknologi pendukung seperti konektivitas internet (Hananto, D., Syahri, R. M., Ramadhan, R., Haikal, S., Lupi, A., & Al-Badawi, F., 2024).

Dengan ini peneliti melakukan sebuah penelitian kuantitatif dan kualitatif menggunakan model ADDIE pada mata pelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data di SMK PGRI 3 Kota Malang dengan judul “Pengembangan Modul Pembelajaran Mata Pelajaran Antarmuka dan Komunikasi Data Menggunakan Protokol MQTT dan ESP32 di SMK PGRI 3 Kota Malang.”

METODE PENELITIAN

Metode

Kegiatan Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode kualitatif dan kuantitatif menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Anri & Soebagyo, 2021). Alur penelitian dengan menggunakan model ADDIE dapat dilihat pada diagram alur di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Model Penelitian ADDIE

Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis (*Analyze*), dilakukan langkah untuk menganalisis permasalahan pembelajaran di SMK PGRI 3 Kota Malang. Pada kegiatan ini dilakukan observasi dan wawancara dengan staf pengajar (guru) yang menguasai mata pelajaran antarmuka dan komunikasi data. Selain staf pengajar, peneliti juga melakukan wawancara dengan siswa kelas 2022 Teknik Elektronika Industri SMK PGRI 3 Kota Malang. Dari kegiatan tersebut, diketahui bahwa saat ini belum ada perangkat pembelajaran berupa modul pembelajaran yang digunakan sebagai sumber belajar. Siswa hanya mendapatkan materi dari sumber online di internet, namun tidak semua siswa dapat memanfaatkan google sebagai sumber belajar. Selain itu, fasilitas teknologi seperti akses internet di dalam kelas sangat kurang, sehingga memakan waktu yang cukup lama untuk melakukan browsing di Google. Kemudian, fasilitas teknologi lainnya seperti perangkat komputer yang kurang karena masih menggunakan Windows seri lama. Peneliti juga memperoleh data bahwa fasilitas peralatan praktik di SMK PGRI 3 Kota Malang Jurusan Teknik Elektro kelas Elektronika Industri sudah cukup lengkap. Dengan demikian, peneliti berdasarkan data observasi dan wawancara mengidentifikasi adanya potensi pengembangan berupa modul pembelajaran pada materi antarmuka dan komunikasi data dengan sasaran peserta didik sebanyak 34 siswa kelas XII (Tahap F) Jurusan Teknik Elektro di SMK PGRI 3 Kota Malang (Aryatama, F. A., & Samsugi, S. 2024).

Desain (*Design*)

Selanjutnya, pada tahap desain produk, peneliti menentukan beberapa tugas penting seperti mendefinisikan tujuan pembelajaran, menyelaraskan tujuan pembelajaran dengan kegiatan pembelajaran, merancang kerangka modul pembelajaran, dan merancang modul pembelajaran. Kemudian, pada tahap desain, peneliti juga merencanakan langkah validasi bahan ajar melalui para ahli media, materi, dan uji coba kepada siswa. Validasi yang dilakukan oleh peneliti minimal sebanyak dua kali, baik validasi ahli materi, media, maupun uji coba kepada siswa yang terbagi menjadi kelompok kecil dan besar (Christyastari, W. P., & Herlina, A. 2024).

Pengembangan (*Development*)

Kemudian, pada tahap pengembangan produk, peneliti menghasilkan beberapa capaian pembelajaran yang sesuai dengan materi antarmuka dan komunikasi data pada fase F, antara lain (1) penerapan komunikasi data, (2) penerapan antarmuka, (3) penerapan pencatatan data, dan (4) pemanfaatan Internet of Things (IoT). Pada tahap ini, peneliti juga menghasilkan desain modul dan layout modul, meliputi (1) sampul depan, (2) latar belakang halaman isi, dan (3) sampul belakang. Modul yang dikembangkan juga dilengkapi dengan aplikasi pendukung yang bernama MQTT Dashboard Panel sebagai alat bantu kegiatan pembelajaran yang berjumlah sembilan buah (Azhar, M. F., & Nurpulaela, L. (2024). Kemudian dilakukannya revisi formatif oleh ahli media dan materi dengan mengisi sebuah lembar validasi hingga produk valid atau layak digunakan (Gustami, S., Annajmi, A., & Arcat, A, 2024). Validasi ahli media dilakukan oleh dosen Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang. Kemudian pada validasi materi dilakukan oleh guru pengajar Teknik Elektronika Industri SMK PGRI 3 Malang. Berikut aspek validasi ahli media dan materi.

Tabel 1. Aspek Validasi Para Ahli Media dan Materi

Materi	Media
Kelayakan dan Keakuratan Materi	Kemampuan media
Kelengkapan	Desain Sampul
Kemampuan Bahan Ajar	Desain Isi
Penyajian	
Kebahasaan dan Visual	

Presentase validasi ahli minimal mendapatkan kriteria presentase sangat valid pada rata-rata kedua ahli media serta setiap aspek minimal cukup valid. Setelah melakukan validasi, dilakukan revisi formatif untuk menghasilkan data kualitatif dan kuantitatif melalui skala Likert berikut ini.

Tabel 2. Keterangan Skala Linkert

Pernyataan Positif	Nilai	Pernyataan Negatif
Sangat Setuju Pernyataan	5	Sangat Tidak Setuju Pernyataan
Setuju Pernyataan	4	Tidak Setuju Pernyataan
Tidak Menjawab Pernyataan	3	Tidak Menjawab Pernyataan
Tidak Setuju Pernyataan	2	Setuju Pernyataan
Sangat Tidak Setuju Pernyataan	1	Sangat Setuju Pernyataan

Skala lingkert tersebut memiliki tujuan untuk melakukan sebuah pengukuran sikap dan persepsi siswa dalam menanggapi suatu produk. (Feyori, 2024).

Implementasi (*Implementation*)

Kemudian pada tahap implementasi, dilakukan penerapan modul pada 34 siswa Teknik Elektronika Industri SMK PGRI 3 Kota Malang. Dalam uji coba tersebut, siswa atau peserta dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kecil terdiri dari 10 siswa untuk mengetahui tingkat keterbacaan produk dan kelompok besar terdiri dari 24 siswa untuk mengukur kelayakan modul berdasarkan respon siswa. Hal ini dilakukan karena peneliti menggunakan sampel jenuh, yaitu menjadikan seluruh populasi yang berjumlah di bawah 100 sebagai sampel penelitian (Dewi et al., 2024). Peneliti menentukan jumlah kelompok kecil dan kelompok besar dengan menggunakan teknik random sampling, yaitu menugaskan siswa secara acak menggunakan undian yang mana hasilnya akan dikelompokkan ke dalam kelompok kecil atau kelompok besar (Sugiyono, 2018). Kegiatan tersebut di koordinasikan dengan pengajar dan siswa sebelum pelaksanaan implementasi agar kegiatan lancar dan tidak mengganggu waktu pembelajaran. Mekanisme pengambilan data pada tahap implementasi diawali dengan pembukaan–presensi–penjelasan bahan ajar–penjelasan materi–praktikum–menunjukkan hasil praktikum–pengisian angket–penutup. Siswa dibentuk dalam kelompok, namun praktikum dilakukan oleh siswa menggunakan tablet masing-masing. Penelitian ini berfokus pada uji kelayakan produk yang dikembangkan. Adapun beberapa aspek yang harus dipenuhi untuk menguji kevalidan modul sebagai berikut:

Tabel 3. Aspek Uji Coba

Trial Aspect
Kelayakan dan Keakuratan Materi
Kelengkapan Modul Pembelajaran
Kemampuan Bahan Ajar
Penyajian
Kebahasaan dan Visual

Evaluasi (*Evaluation*)

Kemudian, pada tahap evaluasi, peneliti menyebarkan kuesioner tertutup kepada siswa disertai dengan umpan balik dan saran. Selanjutnya, dilakukan analisis data kualitatif yang berasal dari masukan sekaligus saran dan data kuantitatif dari angket tertutup, diolah dengan menggunakan rumus validitas pada persamaan berikut untuk menentukan kelayakan produk yang dikembangkan.

- i. Rumus Validitas Produk (%)

$$P = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Description :

P : Persentase

Tse : Jumlah Skor Yang Didapat

Tsh : Maksimal Skor

- ii. Rumus Validitas Gabungan Hasil

$$V(\%) = \frac{V_{ah}+V_{am}+V_{uk}+V_{ub}}{4} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- V = Validasi Gabungan.
- Vah = Validasi Media.
- Vam = Validasi Materi.
- Vuk = Uji Kelompok Kecil.
- Vub = Uji Kelompok Besar.

Proses dan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan (2) menghasilkan persentase yang telah disesuaikan dengan kriteria validitas pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Kriteria Validasi

Validity Criteria	Validity Level
85.01% - 100.00%	Sangat valid tanpa revisi.
70.01% - 85.00%	Cukup valid, dapat digunakan namun perlu revisi kecil (minor)
50.01% - 70.00%	Kurang valid, disarankan tidak digunakan perlu direvisi besar (makro)
1.00% - 50.00%	Tidak valid, atau tidak boleh digunakan

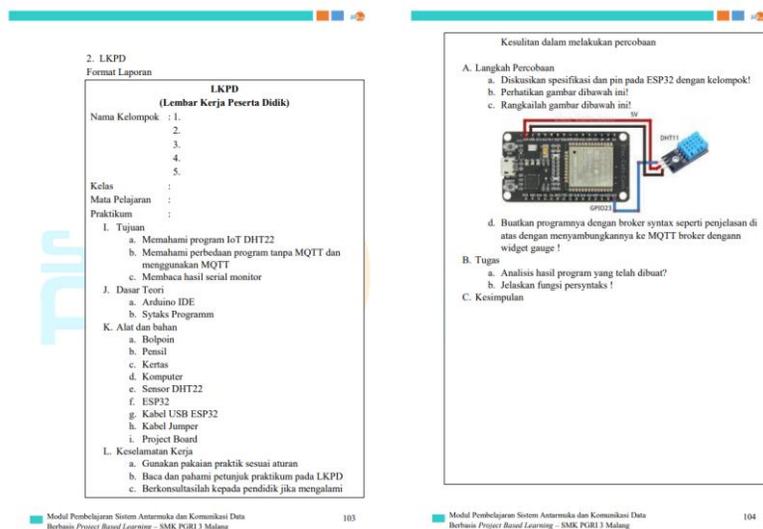
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Modul Pembelajaran

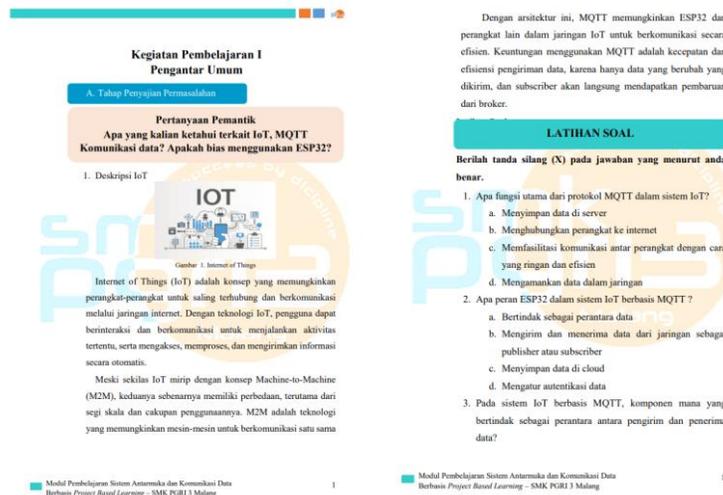
Produk luaran pengembangan berupa modul pembelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data menggunakan protokol MQTT dan ESP32 dalam memfasilitasi pembelajaran di SMK PGRI 3 Kota Malang. Dari hasil saran guru mata pelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data, maka dihasilkan produk berupa soft file dalam bentuk *.pdf*, sehingga siswa dapat mengakses modul pembelajaran tanpa menggunakan internet dengan cara mendownload file secara online terlebih dahulu pada link yang telah disediakan oleh tim pendidik atau guru. Modul yang dirancang terdiri dari beberapa bagian seperti, sampul depan dan belakang modul, lembar kerja siswa, dan materi sekaligus latihan soal siswa. Sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 3. Desain Sampul Depan dan Belakang Modul



Gambar 4. Lembar Kerja



Gambar 5. Materi dan Latihan Soal Siswa

Struktur modul pembelajaran yang dibangun meliputi (1) sampul depan modul pembelajaran, (2) sampul dalam modul pembelajaran, (3) Kata Pengantar, (4) Daftar Isi, modul pembelajaran (5) Pendahuluan, (6) Pengenalan ESP32, (7) Pengenalan Arduino Idea, (8) Sistem Antarmuka Sensor pada ESP32, (9) Komunikasi Data Menggunakan MQTT, (10) Pemrograman Dasar ESP32 Menggunakan MQTT, (11) Langkah-langkah Menggunakan ESP32 dan MQTT, (12) Pengenalan Aplikasi Dashboard MQTT, (13) Proyek IoT Menggunakan Aplikasi Dashboard MQTT, (14) Proyek IoT Menggunakan Aplikasi Dashboard MQTT, (15) Kesimpulan dan Penutup, dan (16) Lampiran. Modul tersebut juga dilengkapi dengan sembilan kegiatan pembelajaran yang disusun sesuai dengan kurikulum merdeka.

Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi terhadap modul pembelajaran yang terbentuk dilakukan sebanyak dua kali untuk mengetahui nilai persentase validasi setelah ada revisi pada validasi pertama. Validasi modul terdapat pada tabel 5 dan 6 di bawah ini.

Tabel 5. Validasi Materi Pertama

Aspek	Indikator	Nilai		%	Keterangan
		Tse	Tsh		
Validasi I					
Kelayakan dan Keakuratan Materi	1,2,3,4	12	16	75%	Cukup Valid
Kelengkapan	5,6,7,8,9	14	20	70%	Cukup Valid
Kemampuan Bahan Ajar	10,11,12,13	12	16	75%	Cukup Valid
Penyajian	14,15,16,17, 18,19	17	24	71%	Cukup Valid

Kebahasaan dan Visual	20,21,22,23, 24,25,26	20	28	71,4%	Cukup Valid
Total		75	104	72%	Cukup Valid

Pada validasi pertama ahli materi, aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai sebesar 75%. Kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan nilai 70%. Kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan nilai 75%. Kemudian pada aspek penyajian mendapatkan nilai sebesar 71%. Kemudian yang terakhir pada aspek kebahasaan dan visual mendapatkan nilai sebesar 71,4%. Sehingga validasi ahli materi yang pertama mendapatkan nilai 72 % untuk modul sistem antarmuka dan komunikasi data yang dikembangkan, modul tersebut ternilai cukup valid dengan memiliki beberapa revisi dibagian spasi, jarak antar paragraph, dan margin yang tidak konsisten. Sehingga dilanjutkan dengan validasi ahli materi kedua untuk mendapatkan nilai sempurna dan layak untuk digunakan.

Tabel 6. Validasi Materi Kedua

Aspek	Indikator	Nilai		%	Keterangan
		Tse	Tsh		
Validasi II					
Kelayakan dan Keakuratan Materi	1,2,3,4	14	16	87,5%	Sangat Valid
Kelengkapan	5,6,7,8,9	18	20	90%	Sangat Valid
Kemampuan Bahan Ajar	10,11,12,13	14	16	87,5%	Sangat Valid
Penyajian	14,15,16,17, 18,19	21	24	87,5%	Sangat Valid
Kebahasaan dan Visual	20,21,22,23, 24,25,26	24	28	86%	Sangat Valid
Total		91	104	87,5%	Sangat Valid

Kemudian validasi materi kedua, aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai 87,5%. Kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan nilai 90%. Kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan nilai persentase 87,5%. Kemudian pada penyajian mendapatkan nilai 87,5% dan aspek yang terakhir mendapatkan nilai 86%. Sehingga dalam validasi ahli materi yang kedua ini modul mendapatkan nilai 87,5% kelayakan layak digunakan.

Validasi Ahli Media

Validasi ahli media terhadap modul yang dikembangkan dilakukan sebanyak dua kali untuk mengetahui nilai persentase validasi setelah ada revisi pada validasi pertama. Validasi modul terdapat pada tabel 7 dan 8 di bawah ini.

Tabel 7. Validasi Media Pertama

Aspek	Indikator	Nilai		%	Keterangan
		Tse	Tsh		
Validasi I					
Kemampuan media	1,2,3,4,5	15	20	75%	Cukup Valid
Desain Sampul	6,7,8,9,10, 11,12,13,14 15,16	31	44	70%	Cukup Valid
Desain Isi	17,18,19,20, 21,22,23,24, 25	25	36	69,4%	Cukup Valid
		71	100	71%	Cukup Valid

Pada validasi ahli media pertama, modul mendapatkan nilai 75% untuk aspek kemampuan media. Kemudian pada aspek desain sampul mendapatkan nilai 70%. Kemudian pada aspek desain isi mendapatkan nilai 69,4%. Hal tersebut menjadi aspek terendah dalam penilaian validasi ahli media dikarenakan masih terdapatnya beberapa desain isi seperti gambar dan foto yang tidak konsisten dari halaman awal isi hingga halaman akhir isi. Kemudian dilakukannya sebuah validasi ahli media yang kedua untuk memastikan bahwa tingkat kevalidan desain modul dapat mendukung kelayakan modul dalam digunakan untuk mendukung kegiatan pembelajaran di dalam kelas.

Tabel 8. Validasi Media Kedua

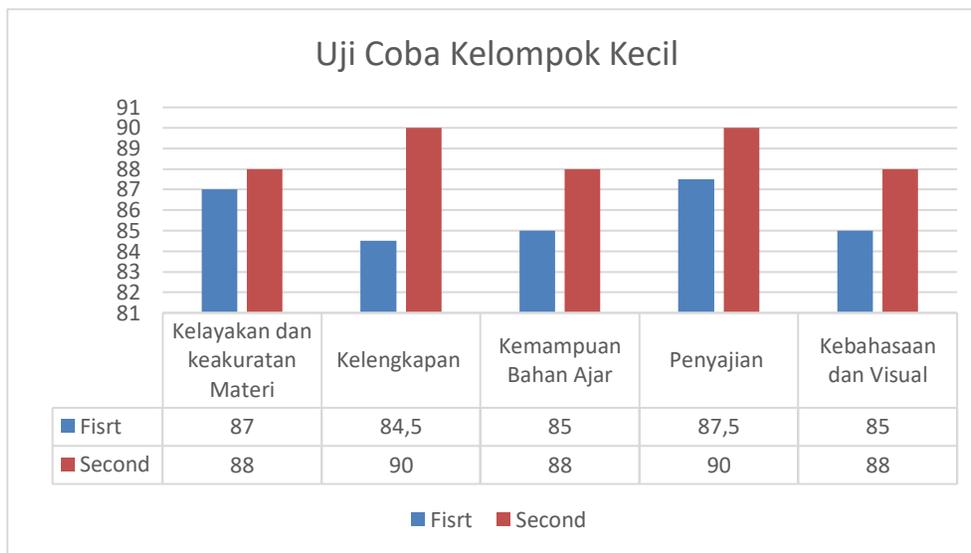
Aspek	Indikator	Nilai		%	Keterangan
		Tse	Tsh		
Validasi II					
Kemampuan media	1,2,3,4,5	18	20	90%	Sangat Valid
Desain Sampul	6,7,8,9,10, 11,12,13,14 15,16	38	44	86%	Sangat Valid
Desain Isi	17,18,19,20, 21,22,23,24, 25	31	36	86%	Sangat Valid
Total		87	100	87%	Sangat Valid

Kemudian validasi media kedua memperoleh persentase sebesar 90% untuk aspek kemampuan media. Kemudian mendapatkan nilai 86% untuk aspek desain sampul modul.

Kemudian mendapatkan nilai sebesar 86% untuk aspek desain isi. Sehingga dalam validasi kedua ini, modul mendapatkan nilai sebesar 87% secara keseluruhan yang mana sangat valid sehingga dinilai layak dalam mendukung proses pembelajaran siswa.

Uji Coba Kelompok Kecil

Pada uji kali ini dilakukan pengujian terhadap 10 siswa SMK PGRI 3 jurusan teknik elektronika industri pada mata pelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data sebanyak dua kali, diperoleh hasil sebagai berikut.

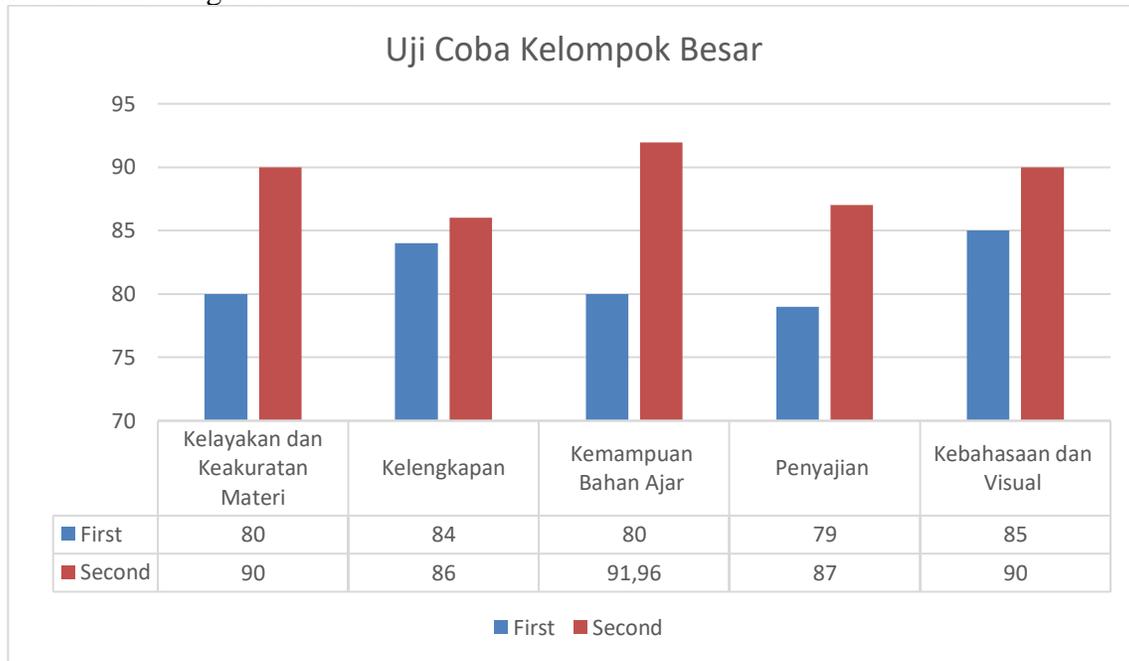


Gambar 6. Luaran Nilai Uji coba Kelompok Kecil

Dari hasil uji coba kelompok kecil yang dilakukan 10 siswa sebanyak dua kali, untuk uji coba pertama diperoleh rata-rata persentase 85,8%, yang mana untuk aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai 87%, kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan 84%, kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan 85%, kemudian pada aspek penyajian modul mendapatkan nilai 87,5% dan pada aspek kebahasaan dan visual modul mendapatkan nilai 85%, sehingga dinyatakan bahwa modul sudah sangat valid namun masih ada beberapa revisi dan dilakukan uji kelompok kecil yang kedua kepada siswa. Kemudian uji coba kelompok kecil yang kedua diperoleh rata-rata persentase 88,8%, yang mana pada aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai 88%, kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan nilai 90%, kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan nilai 88%, kemudian pada penyajian mendapatkan nilai 90%, dan pada aspek kebahasaan dan visual mendapatkan nilai 88%, sehingga hasilnya di atas dibandingkan dengan uji coba yang pertama, modul dinilai sangat layak dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran siswa.

Uji Coba Kelompok Besar

Pada uji coba kali ini, dilakukan uji coba terhadap 24 siswa SMK PGRI 3 jurusan teknik elektronika industri pada mata pelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data sebanyak dua kali, diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 7. Luaran Nilai Uji coba Kelompok Kecil

Dari hasil di atas, diketahui bahwa uji coba kelompok besar yang berjumlah 24 siswa dilakukan sebanyak dua kali. Untuk uji coba pertama didapatkan rata-rata persentase 81,6%, yang mana pada aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai 80%, kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan nilai 84%, kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan nilai 80%, kemudian pada aspek penyajian mendapatkan nilai 79%, kemudian pada aspek kebahasaan dan visual mendapatkan nilai 85%, sehingga dinyatakan bahwa modul sudah cukup valid sehingga masih ada beberapa revisi. Kemudian uji coba kedua pada grub kecil mendapatkan persentase rata-rata 88,92%, yang mana pada aspek kelayakan dan keakuratan materi mendapatkan nilai 80%, kemudian pada aspek kelengkapan mendapatkan nilai 84%, kemudian pada aspek kemampuan bahan ajar mendapatkan nilai sebesar 80%, kemudian pada penyajian mendapatkan nilai sebesar 79%, dan pada aspek kebahasaan dan visual mendapatkan nilai 85%, sehingga modul pada uji coba kelompok besar kedua mendapatkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji coba pertama, menandakan bahwa modul dinilai sangat valid untuk digunakan sebagai pendukung pembelajaran di kelas.

Validasi Semua Nilai Data

Dari data yang telah diperoleh di atas, hasil data validasi ahli media sebesar 87%, ahli materi sebesar 87,5%, uji coba kelompok kecil sebesar 88,8%, uji coba kelompok besar sebesar 88,92%, dilakukan perhitungan nilai keseluruhan validasi untuk mengukur tingkat kelayakan modul yang telah dikembangkan dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$V(\%) = \frac{V_{ah} + V_{am} + V_{uk} + V_{ub}}{4} \dots\dots\dots(3)$$

$$V(\%) = \frac{87\%+87,5\%+ 88,8\%+88,92\%}{4} \dots\dots\dots(4)$$

$$V(\%) = 88,05\% \dots\dots\dots(5)$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai persentase sebesar 88,05% dari keseluruhan nilai validasi yang telah dilakukan oleh peneliti terhadap pada ahli materi, media dan siswa. Sehingga dari nilai tersebut, sesuai dengan tabel kriteria dibawah ini modul dinilai memiliki validitas level yang sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi.

Tabel 9. Kriteria Validasi Nilai Keseluruhan

Kriteria Validitas	Validitas Level
85.01% - 100.00%	Sangat valid tanpa revisi.
70.01% - 85.00%	Cukup valid, dapat digunakan namun perlu revisi kecil (minor)
50.01% - 70.00%	Kurang valid, disarankan tidak digunakan perlu direvisi besar (makro)
1.00% - 50.00%	Tidak valid, atau tidak boleh digunakan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan modul dengan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, Evaluation*), tahap analisis (*analyze*) dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada pembelajaran kelas elektronika industri di SMK PGRI 3 Kota Malang. Tahap desain (*design*) dilakukan untuk merancang pengembangan produk modul, tahap pengembangan (*develop*) dilakukan proses pengembangan modul mulai dari validasi ahli media dan ahli materi. Kemudian tahap implementasi (*implementation*) dilakukan sebuah uji coba modul pada kelompok kecil dan kelompok besar. Kemudian pada tahap evaluasi (*evaluation*) dilakukan evaluasi internal dan eksternal pada setiap tahapan, sehingga dapat diambil hasil sebagai berikut:

1. Modul pembelajaran sistem antarmuka dan komunikasi data yang dihasilkan untuk mata pelajaran antarmuka dan komunikasi data dalam format .pdf agar lebih mudah diakses oleh siswa dan guru.
2. Persentase tingkat validasi ahli materi mendapatkan nilai persentase 87,5%, kemudian ahli media mendapatkan nilai persentase 87%. Kemudian modul antarmuka dan komunikasi data diujicobakan kepada kelompok kecil sebanyak 10 siswa dan kelompok besar sebanyak 24 siswa, pada kelompok kecil mendapatkan nilai persentase sebesar 88,8% kemudian pada kelompok besar sebesar 88,92%. Sehingga dilakukan perhitungan validasi secara keseluruhan untuk mengukur kelayakan dari modul yang dikembangkan dengan hasil nilai 88,05%. Sehingga dari hasil dari kegiatan tersebut, modul yang dikembangkan dinilai sangat valid dan dapat digunakan untuk membantu

proses pembelajaran elektronika industri materi pembelajaran antarmuka dan komunikasi data di SMK PGRI 3 Kota Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anri, M. J., & Soebagyo, J. (2021). Pengembangan Buku Ajar Matematika Berbasis Matematika Terapan Pada Materi Trigonometri untuk Peserta Didik SMK Kelas X. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2666–2677. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.902>
- Aryatama, F. A., & Samsugi, S. (2024). Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Dengan ESP32 Menggunakan Kontrol Android. *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, 14(01), 167-181.
- Azhar, M. F., & Nurpulaela, L. (2024). IMPLEMENTASI PENGGUNAAN ESP32 SEBAGAI IOT PADA PROJECT SMART CHARGER DI PT. PASIFIK SATELIT NUSANTARA BEKASI. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 7248-7253.
- Belva Saskia Permana, Lutvia Ainun Hazizah, & Yusuf Tri Herlambang. (2024). Teknologi Pendidikan: Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Di Era Digitalisasi. *Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 4(1), 19–28. <https://doi.org/10.55606/khatulistiwa.v4i1.2702>
- Christyastari, W. P., & Herlina, A. (2024). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN IPAS BERBASIS HOTS PADA MATERI WUJUD ZAT DAN PERUBAHANNYA KELAS IV SEKOLAH DASAR. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 215-231.
- Dewi, A. K., Ayuwanti, I., & Setyawati, A. (2024). PERBANDINGAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM POSING DENGAN PEMBELAJARAN KONVENSIIONAL TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS VIII. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 5(1), 84–89. <https://doi.org/10.33365/ji-mr.v5i1.5097>
- Feyori, D. P. (2024). PROGRAM STOP (INTERVENSI BYSTANDER) UNTUK MENINGKATKAN PERILAKU PROSOSIAL SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PELECEHAN SEKSUAL PADA SISWA SMP DI BUKITTINGGI. *CAUSALITA : Journal of Psychology*, 2(1), 107–112. <https://doi.org/10.62260/causalita.v2i1.200>
- Gustami, S., Annajmi, A., & Arcat, A. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Matematika Berbasis Masalah untuk Kelas VII Sekolah Menengah Pertama Pada Materi Himpunan. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 2(4), 356-363.
- Hutarabat, J. O. G. S., & Anistyasari, Y. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Website Menggunakan Framework Codeigniter Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Komputer Dan Jaringan Dasar. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 9(2), 172–180. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i2.62413>
- Hananto, D., Syahri, R. M., Ramadhan, R., Haikal, S., Lupi, A., & Al-Badawi, F. (2024). EFEKTIVITAS STRATEGI PEMASARAN DI ERA DIGITAL. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(3), 4799-4810.
- Nasution, M. A., & Anas, N. (2024). Pengaruh media pembelajaran magic box terhadap kemampuan berpikir kritis pada mata pelajaran ilmu pengetahuan alam peserta didik di sekolah dasar. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(1), 575-585.
- Rahmania, S., & Alaniah, A. S. (2024). Peta Posisi Landasan Pengembangan Kurikulum dalam Pendidikan Islam. *Al-Ibrah: Jurnal Pendidikan dan Keilmuan Islam*, 9(1), 117–133. <https://doi.org/10.61815/alibrah.v9i1.377>

- Ramadhani, I. A., & Asrul, A. (2024). Development of Interactive Learning Media Based on Articulate Storyline to Improve Student' Science Literacy. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 15(2), 533–545. <https://doi.org/10.31849/lectura.v15i2.20974>
- Sari, C. N., Efriani, A., & Arifin, S. (2024a). Kevalidan E-Modul Statistika Menggunakan Model Pembelajaran Jucama. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 8(2), 197–214. <https://doi.org/10.35706/sjme.v8i2.9856>
- Sari, T. R., Dewi Yana, Edi, W., & Putri, A. (2024). A Correlation between Digital Literacy and EFL Students' Reading Comprehension at Higher Education. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 15(2), 315–326. <https://doi.org/10.31849/lectura.v15i2.20132>
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif*. Bandung.