

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Penguasaan mikrokontroler menjadi salah satu kompetensi yang penting bagi siswa SMK, khususnya pada bidang Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Dalam perkembangannya, mikrokontroler seperti Arduino Uno telah banyak dimanfaatkan, baik dalam bidang industri maupun pendidikan. Hal ini didukung oleh karakteristik Arduino Uno yang fleksibel, mudah diprogram, serta dapat dihubungkan dengan berbagai jenis sensor dan aktuator. Melalui kegiatan pembelajaran mikrokontroler, Pembelajaran tidak hanya diarahkan pada pemahaman siswa terhadap prinsip dasar elektronika dan pemrograman, tetapi juga pada kemampuan mengintegrasikan logika pengendalian untuk mengoperasikan suatu sistem secara terpadu (Sabara et al., 2025).

Berdasarkan hasil observasi dan kajian literatur, berbagai hambatan masih ditemukan dalam pelaksanaan pembelajaran praktik mikrokontroler di SMK. Salah satu hambatan tersebut ditunjukkan oleh terbatasnya ketersediaan media pembelajaran praktik berupa *trainer* Arduino di sekolah. *Trainer* yang ada umumnya hanya menyediakan beberapa sensor dasar dan bersifat monofungsi, sehingga penggunaannya terbatas pada satu atau dua materi praktik tertentu saja.

Keterbatasan tersebut menyebabkan siswa kurang mendapatkan pengalaman praktik yang komprehensif. Beberapa jenis sensor yang relevan dengan aplikasi nyata, seperti sensor kelembaban tanah dan modul *RFID*,

masih jarang tersedia dalam *trainer Arduino* di sekolah. Padahal, sensor-sensor tersebut banyak digunakan dalam sistem otomasi modern, seperti sistem irigasi otomatis, sistem keamanan, dan sistem identifikasi berbasis kartu. Akibatnya, pemahaman siswa terhadap sistem kendali berbasis multi sensor dan aktuator menjadi kurang optimal dan cenderung parsial.

Pembelajaran mikrokontroler yang hanya berfokus pada satu sensor atau satu aktuator tidak mampu merepresentasikan sistem kendali yang sesungguhnya di dunia industri, yang umumnya melibatkan banyak *input* dan *output* yang bekerja secara terintegrasi. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam menyusun logika kendali yang kompleks, menentukan prioritas *input*, serta melakukan *troubleshooting* pada sistem yang memiliki banyak variabel.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu media pembelajaran praktik yang dapat memperluas pengalaman belajar siswa sekaligus menyesuaikannya dengan kebutuhan pembelajaran yang relevan. Salah satu solusi yang bisa diterapkan yaitu pengembangan Trainer Arduino Uno yang mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator. Pengembangan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator menjadi salah satu alternatif yang dapat diwujudkan. Trainer ini menyatukan beberapa komponen input, yakni sensor ultrasonik, sensor PIR, sensor suhu dan kelembaban DHT11, sensor kelembaban tanah, sensor inframerah, dan modul RFID. Komponen-komponen tersebut kemudian dapat diintegrasikan dengan beberapa

perangkat output, seperti LCD 16×2, motor servo, buzzer, dan push button dalam satu platform pembelajaran yang terpadu.

Dengan dikembangkannya Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator, keterbatasan alat bantu pembelajaran praktik di sekolah diharapkan dapat diminimalkan, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih optimal. *Trainer* ini dirancang untuk memungkinkan siswa belajar memahami karakteristik masing-masing sensor dan aktuator, mengintegrasikan berbagai komponen dalam satu sistem kendali, serta mengembangkan kemampuan pemrograman logika yang lebih kompleks. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan dan evaluasi terhadap kelayakan serta kepraktisan *trainer* ini sebelum dapat diimplementasikan (Djunaedi, W. Z., & Kurniawan, B. 2020).

Pemanfaatan trainer dalam proses pembelajaran mendukung pendekatan konstruktivisme dan implementasi Kurikulum Merdeka, khususnya melalui kegiatan *Project-Based Learning*. Pendekatan tersebut memberikan ruang bagi siswa untuk menghubungkan teori dengan praktik dengan cara mengembangkan, merancang, serta merealisasikan suatu sistem yang memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Hal ini membuat proses pembelajaran menghadirkan pengalaman yang lebih mendekati penerapan teknologi sesungguhnya di dunia industri (Kuntoro Aji, 2023).

penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan evaluasi awal media pembelajaran berupa *Trainer arduino uno* berbasis Multi Sensor dan Aktuator. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang memiliki

tingkat validitas (kelayakan) menurut ahli dan kepraktisan (kemudahan serta penerimaan) menurut pengguna (guru dan siswa), sebagai prasyarat sebelum dapat digunakan secara lebih luas dalam mendukung pembelajaran praktik mikrokontroler di SMK.

## **B. Batasan Masalah**

Penetapan batasan masalah diperlukan untuk menjaga agar pelaksanaan penelitian tetap berada dalam ruang lingkup yang telah ditentukan serta selaras dengan tujuan penelitian. Adapun ruang lingkup pada penelitian pengembangan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator ini meliputi beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada proses perancangan dan pengembangan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator sebagai media pembelajaran praktik mikrokontroler.
2. Mikrokontroler yang digunakan dibatasi pada Arduino uno.
3. Sensor yang digunakan dibatasi pada: Ultrasonik, *PIR*, *DHT11*, Kelembaban Tanah, *Infrared*, dan *RFID*.
4. Aktuator yang digunakan dibatasi pada: *LCD 16×2 I2C*, motor servo, *Buzzer*, dan push button.
5. Penelitian ini hanya menilai aspek validitas (kelayakan) dan kepraktisan (kemudahan pengguna & penerimaan pengguna).
6. Uji efektivitas dibatasi pada respon siswa sebagai pengguna utama dalam uji coba terbatas.

7. Subjek uji coba dibatasi pada sebagian siswa kelas 11 SMK Gamaliel 1 Madiun pada pembelajaran mikrokontroler dalam skala uji coba terbatas (small grup trial).
8. Proses pengembangan dibatasi menggunakan model ADDIE hingga tahap implementasi (uji coba terbatas) dan evaluasi formatif (evaluasi pada tiap tahap untuk perbaikan, termasuk validasi ahli dan uji kepraktisan).
9. Penelitian ini tidak mengukur dampak pembelajaran (keefektifan) berupa peningkatan hasil belajar kognitif atau psikomotorik siswa.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator sebagai media pembelajaran praktik mikrokontroler bagi siswa SMK?
2. Bagaimana tingkat kelayakan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator berdasarkan hasil penilaian validator pada aspek materi dan media?
3. Bagaimana respon siswa terhadap penggunaan Trainer Arduino Uno berbasis multi sensor dan aktuator dalam kegiatan pembelajaran praktik mikrokontroler?

#### **D. Tujuan Penelitian**

1. Mengembangkan sebuah *prototype Trainer arduino uno* berbasis multi sensor dan aktuator yang dapat digunakan dalam pembelajaran praktik mikrokontroler bagi siswa SMK.
2. Menganalisis tingkat validasi (kelayakan) *trainer* yang dikembangkan melalui validator terhadap aspek materi dan media.
3. Mengevaluasi tingkat kepraktisan dan penerimaan pengguna *Trainer arduino uno* berbasis multi sensor dan aktuator berdasarkan respon siswa dalam pembelajaran praktik mikrokontroler.

#### **E. Manfaat Penelitian**

##### **1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori dan model dalam bidang penelitian dan pengembangan (R&D) media pembelajaran praktik, khususnya:

- a. Memperkaya referensi tentang prosedur pengembangan media *trainer* elektronika berbasis mikrokontroler yang terintegrasi.
- b. Memberikan data empiris mengenai parameter validitas dan kepraktisan sebuah *trainer* pembelajaran teknis yang dikembangkan dengan model ADDIE.
- c. Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan mengenai pengembangan media pembelajaran vokasi yang lebih kompleks.

##### **2. Manfaat Praktis**

- a. Bagi siswa: Memberikan pengalaman praktik yang lebih lengkap dan kontekstual melalui penggunaan *trainer* multi sensor dan aktuator dalam satu platform terintegrasi, sehingga diharapkan dapat mempermudah pemahaman konsep *interfacing* dan pemrograman mikrokontroler secara aplikatif.
- b. Bagi guru: Menyediakan sarana pembelajaran alternatif yang sistematis dan modular, yang dapat mempermudah demonstrasi dan penjelasan fungsi berbagai sensor serta aktuator dalam satu sesi praktikum.
- c. Bagi sekolah: Dapat menjadi tambahan aset sarana praktik laboratorium elektronika/mikrokontroler yang bersifat fleksibel dan multifungsi, serta mendukung implementasi kurikulum berbasis proyek.
- d. Bagi peneliti lain: Dapat menjadi studi kasus dan referensi dalam penelitian pengembangan perangkat keras (*hardware*) pendidikan, khususnya untuk pengembangan alat praktikum berbasis *Arduino* atau mikrokontroler lainnya.

#### **F. Spesifikasi Produk (*Trainer* )**

Penelitian ini menghasilkan sebuah trainer kit yang memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

- 1. Mikrokontroler Utama : *Arduino uno* R3 (menggunakan chip ATmega328P).
- 2. Modul Sensor *Input*:
  - a. Sensor Ultrasonik HC-SR04 (mengukur jarak).
  - b. Sensor Gerak (*PIR*).

- c. Sensor Suhu (*DHT11*).
  - d. Sensor Kelembaban Tanah.
  - e. Sensor Inframerah.
  - f. Modul Pembaca *RFID* RC522.
3. Modul Aktuator/*Output*:
- a. *LCD* Karakter 16x2 dengan antarmuka *I2C*.
  - b. Motor Servo SG90.
  - c. *Buzzer* aktif.
  - d. *LCD* berbagai warna (minimal 3 buah) dengan resistor pembatas arus.
4. Antarmuka Pengguna: *Push Button* (minimal 2 buah).
5. Fitur Desain:
- a. Dirancang dalam satu *board* utama yang kompak dan aman.
  - b. Setiap modul sensor dan aktuator dapat dihubungkan dan dilepas dengan mudah melalui konektor *jack banana / banana socket*.
  - c. Dilengkapi dengan buku panduan praktikum (*Jobsheet*) yang berisi diagram rangkaian, contoh kode program (*sketch*), dan langkah-langkah percobaan untuk setiap sensor dan kombinasi proyek.

## **G. Pentingnya Pengembangan**

Pengembangan produk ini memiliki arti penting karena:

1. Mengatasi Keterbatasan Alat Praktik Eksisting: Menyediakan solusi atas keterbatasan *trainer* monofungsional yang tidak mampu mengakomodasi pembelajaran sistem terintegrasi.

2. Memenuhi Tuntutan Kompetensi: Dirancang untuk memenuhi kebutuhan kompetensi inti siswa SMK dalam hal interfacing multi-sensor dan pemrograman logika kendali yang kompleks, yang merupakan fondasi untuk berbagai aplikasi otomasi.
3. Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Praktik: Berpotensi mengubah pembelajaran praktik dari sekadar verifikasi teori menjadi aktivitas eksplorasi, desain, dan pemecahan masalah yang menantang dan mendalam.
4. Efisiensi dan Fleksibilitas: Satu buah *trainer* dapat digunakan untuk puluhan variasi percobaan dan proyek, dari tingkat dasar hingga menengah, sehingga sangat efisien dan fleksibel untuk kebutuhan kurikulum.

#### **H. Definisi Istilah**

Untuk menghindari perbedaan pemahaman terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, beberapa istilah utama yang berkaitan dengan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. *Trainer* merupakan alat atau modul praktik yang dirancang khusus untuk tujuan pembelajaran dan pelatihan, dalam konteks ini berupa papan (*board*) elektronik yang terintegrasi.
2. *Arduino Uno* adalah sebuah papan mikrokontroler bersifat *open-source* yang dibangun menggunakan chip *ATmega328P*, dan berperan sebagai pengendali utama dalam sistem yang dikembangkan pada penelitian ini.

3. Multi Sensor yaitu gabungan dari beberapa jenis sensor yang berbeda (Ultrasonik, *PIR*, *DHT11*, Kelembaban Tanah, *Infrared*, dan *RFID*) yang dipasang pada satu sistem untuk memberikan berbagai informasi dari lingkungan.
4. Aktuator merupakan komponen yang mengubah sinyal listrik dari mikrokontroler menjadi aksi fisik, seperti Servo (gerak), *Buzzer* (suara), dan *LCD* (cahaya).
5. Kegiatan praktikum membutuhkan media pembelajaran praktik sebagai sarana pendukung, dengan tujuan agar siswa dapat merasakan pengalaman belajar secara langsung.
6. ADDIE merupakan salah satu model pengembangan yang dijadikan landasan dalam proses pengembangan produk secara sistematis, dengan lima tahapan yang meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), serta *Evaluation* (Evaluasi).
7. Kelayakan (Validitas) merupakan tingkat kesesuaian produk yang dikembangkan berdasarkan kriteria atau aspek yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, kelayakan Trainer Arduino Uno dinilai melalui proses validasi oleh validator untuk mengetahui kesesuaiannya sebagai media pembelajaran praktik mikrokontroler.
8. Kepraktisan diartikan sebagai tingkat kemudahan penggunaan suatu produk oleh siswa dalam proses pembelajaran, yang diukur berdasarkan hasil angket respons pengguna.

9. Uji coba terbatas (*small group trial*) merupakan tahapan implementasi yang dilakukan dengan melibatkan sejumlah kecil pengguna, yaitu sebagian siswa, untuk menilai kepraktisan produk serta memperoleh masukan sebagai bahan penyempurnaan sebelum diterapkan pada skala yang lebih luas.