

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era modern saat ini, kemajuan teknologi telah membawa transformasi besar dalam berbagai bidang pendidikan, khususnya pendidikan fisika. Perkembangan perangkat digital seperti simulasi interaktif, laboratorium virtual, sensor digital, hingga *data logger* telah mengubah cara peserta didik memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak, sehingga menuntut adanya adaptasi metode pembelajaran yang lebih relevan dengan kondisi perkembangan zaman (Arifin & Mu'id, 2024).

Salah satu upaya untuk menjawab kebutuhan pembelajaran yang lebih relevan tersebut adalah melalui penyediaan modul eksperimen sebagai bahan ajar. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang secara sistematis untuk digunakan peserta didik dalam proses belajar mandiri maupun terbimbing (Famulaqih & Lukman, 2024), yang disusun secara terencana dan lengkap agar peserta didik dapat menguasai kompetensi tertentu sesuai tujuan pembelajaran (Sari, 2023). Modul yang baik bersifat *self-instructional*, *self-contained*, *stand-alone*, dan *user friendly*, sehingga dapat dipelajari secara mandiri, memuat satu unit kompetensi utuh, tidak bergantung pada media lain, serta mudah digunakan oleh peserta didik (Prastowo, 2021).

Di sisi lain, eksperimen dalam pembelajaran merupakan kegiatan ilmiah yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan percobaan, mengamati fenomena, serta menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar langsung dalam menemukan dan membuktikan konsep ilmiah (Susilowati, 2023). Kegiatan eksperimen juga menumbuhkan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, mengklasifikasi, dan menafsirkan data, serta sikap ilmiah seperti teliti, objektif, dan rasa ingin tahu (Suja, 2021). Perpaduan antara modul dan kegiatan eksperimen inilah yang disebut sebagai modul eksperimen, yaitu bahan ajar yang berisi petunjuk sistematis bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan eksperimen guna memahami konsep sains melalui pengalaman langsung (Takim, 2021), yang tidak hanya menyajikan materi dan penjelasan konsep, tetapi juga panduan langkah-langkah eksperimen, daftar alat dan bahan, tabel pengamatan, serta pertanyaan reflektif untuk membantu peserta didik menarik kesimpulan (Restiana, 2023).

Salah satu materi penting dalam fisika adalah konsep arus dan tegangan listrik, yang menjadi dasar bagi berbagai topik lanjutan seperti rangkaian listrik, elektronika, energi listrik, serta sistem pengendalian dan instrumentasi (Von Meier, 2024). Penguasaan terhadap konsep ini menjadi fondasi penting bagi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan dalam bidang sains dan teknologi, mengingat hampir seluruh peralatan modern bekerja berdasarkan prinsip dasar arus dan tegangan listrik (Pratama & Wahyudin, 2023).

Secara empiris, berbagai penelitian menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan yang cukup tinggi dalam memahami konsep listrik dinamis. Tawil, Said, dan Suryansari (2023) menemukan bahwa kesulitan membedakan makna arus dan tegangan bahkan masih ditemukan pada siswa. Temuan ini diperkuat oleh Nofitasari dan Yuliana (2017) yang melaporkan rata-rata tingkat kesulitan belajar peserta didik pada materi listrik dinamis berada pada kategori tinggi, dengan kesulitan tertinggi ditemukan pada materi Hukum Kirchhoff serta energi dan daya listrik. Sejalan dengan itu, Meliasari (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional pada materi fisika menghasilkan peningkatan pemahaman konsep yang rendah, sedangkan kelas yang menerapkan metode eksperimen memperoleh peningkatan pemahaman pada kategori sedang hingga tinggi. Ketiga temuan tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa pembelajaran yang minim eksperimen bermakna menjadi salah satu penyebab utama rendahnya pemahaman peserta didik terhadap konsep arus dan tegangan.

Kondisi ini menimbulkan kesenjangan dalam praktik pembelajaran fisika, di mana kegiatan eksperimen sering kali hanya sebatas mencatat data tanpa mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis. Banyak eksperimen konvensional masih menggunakan alat ukur manual seperti multimeter yang hanya mampu menampilkan data sesaat, padahal pemahaman fenomena listrik yang bersifat dinamis membutuhkan pengamatan data secara *real-time* dan kontinu, terutama untuk melihat perubahan arus dan tegangan yang terjadi dalam waktu singkat (Puspitasari, 2024).

Salah satu pendekatan yang dapat menjawab permasalahan tersebut adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), yang mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika secara utuh dalam satu proses pembelajaran (Bybee, 2013). Pembelajaran berbasis STEM menekankan

penerapan konsep-konsep ilmiah dan matematis melalui kegiatan rekayasa yang melibatkan pemanfaatan teknologi untuk memecahkan masalah nyata di kehidupan sehari-hari.

Krajcik dan Czerniak (2018) menekankan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sains tidak seharusnya hanya bersifat demonstratif, tetapi juga eksploratif dan partisipatif, di mana peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pengumpulan data, pengujian hipotesis, dan penarikan kesimpulan berbasis bukti.

Pendekatan STEM mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam perancangan, pengukuran, analisis data, dan pemecahan masalah nyata, sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada penguasaan teori, tetapi juga pada kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. (Patras, Yolanita, Wildan, & Fajrudin, 2024). Dalam konteks pembelajaran fisika, pendekatan ini memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep arus dan tegangan dengan kegiatan perancangan dan pengujian rangkaian elektronika sederhana secara langsung (Kade dkk., 2024).

Selain itu, pendekatan STEM mendorong peserta didik untuk belajar melalui pengalaman langsung (*hands-on learning*) dan penemuan (*inquiry-based learning*). Dalam modul ini, peserta didik tidak hanya mengikuti prosedur eksperimen, tetapi juga dilibatkan dalam kegiatan merancang, memodifikasi, dan mengevaluasi rangkaian yang mereka buat berdasarkan hasil pengamatan. Proses tersebut menjadikan kegiatan belajar lebih bermakna karena peserta didik berperan sebagai pemecah masalah (*problem solver*) dan perancang solusi ilmiah (*designer of solution*) yang bekerja berdasarkan data dan kebutuhan teknis (Abas, Alirahman, & Maburur, 2024).

Dalam konteks pendidikan fisika, pendekatan STEM memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan aplikasi teknologi dan rekayasa (Kirana, Andreas, & Hadi, 2022). Misalnya, dalam mempelajari konsep arus dan tegangan listrik, peserta didik tidak hanya memahami hukum-hukum dasar seperti Hukum Ohm secara teoritis, tetapi juga menerapkannya dalam kegiatan eksperimen dan perancangan rangkaian elektronika sederhana. Melalui integrasi teknologi dan rekayasa, peserta didik dilatih untuk menganalisis permasalahan, merancang solusi teknis, serta melakukan pengujian dan evaluasi terhadap hasil rancangan berdasarkan prinsip ilmiah dan matematis.

Sebagai instrumen pendukung pendekatan STEM, *data logger* menjadi solusi teknis yang relevan untuk digunakan dalam eksperimen fisika. *Data logger* merupakan perangkat otomatis yang mampu merekam besaran listrik seperti arus dan tegangan secara *real-time* dengan interval waktu yang sangat singkat, sehingga fluktuasi atau perubahan kecil pada arus dan tegangan dapat teramati dengan jelas, berbeda dari multimeter konvensional (Prasetya & Riskitasari, 2024). Penggunaan *data logger* juga terbukti membantu peserta didik menyusun lembar kerja praktikum yang lebih interaktif dan mendukung akuisisi data secara *real-time* pada berbagai topik fisika, termasuk praktikum induksi magnetik (Permana, 2025) dan rancang bangun set praktikum berbasis mikrokontroler (Ahlamnya, Nasbey, & Fitri, 2025). Integrasi *data logger* dalam sistem elektronika juga mampu memberikan informasi penting untuk optimalisasi desain rangkaian serta memiliki kemampuan sampling hingga 0,1 detik yang dapat terhubung dengan perangkat lunak analisis data (Sabir, 2024).

Berdasarkan uraian di atas, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan pembelajaran fisika berbasis eksperimen digital yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul eksperimen perubahan arus dan tegangan dalam rangkaian elektronika sederhana berbasis pendekatan STEM dengan bantuan data logger, sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika melalui integrasi teknologi yang modern, interaktif, dan bermakna.

B. Fokus Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan modul eksperimen elektronika sederhana berbasis pendekatan STEM berbantuan data logger.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: "Apakah modul eksperimen perubahan arus dan tegangan dalam rangkaian elektronika sederhana berbasis STEM dengan bantuan data logger dapat digunakan siswa sebagai media pembelajaran fisika secara mandiri?"

D. Manfaat Hasil Penelitian

1. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini dapat membantu peserta didik memahami konsep arus dan tegangan secara lebih mendalam melalui visualisasi data *real-time*. Penggunaan data logger juga melatih keterampilan proses sains, mendukung pembelajaran fisika yang berbasis eksperimen, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar yang kontekstual dan relevan dengan perkembangan teknologi digital.

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika, khususnya dalam penerapan pendekatan STEM dan pemanfaatan teknologi digital seperti Data Logger. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat teori bahwa penggunaan media eksperimen berbantuan teknologi dapat meningkatkan pemahaman konsep listrik dinamis dan keterampilan ilmiah peserta didik.

