

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terjadinya transformasi dalam dunia pendidikan agar peserta didik mampu berpikir kritis, kreatif, serta adaptif terhadap berbagai tantangan zaman. Berbagai negara kini mengadopsi pendekatan pembelajaran interdisipliner seperti *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) sebagai respons terhadap tantangan global. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, efikasi diri, dan nilai tugas siswa, yang merupakan kompetensi krusial untuk berinovasi (Chiang et al., 2022).

Fisika seringkali menjadi subjek yang menantang karena sifat konsepnya yang abstrak dan matematis. Salah satu topik yang secara konsisten teridentifikasi sebagai sumber kesulitan belajar dan miskonsepsi yang mendalam adalah Teori Kinetik Gas. Data penelitian diagnostik menunjukkan bahwa tingkat miskonsepsi siswa pada materi ini dapat mencapai 28%, bahkan melonjak hingga 55% pada sub-konsep persamaan gas ideal, yang menunjukkan adanya kegagalan sistematis dalam pemahaman konsep dasar (Nurulwati et al., 2024). Kesulitan ini secara langsung berakibat pada rendahnya tingkat penguasaan konsep, yang tidak hanya menghambat prestasi akademik siswa tetapi juga menghalangi kemampuan mereka untuk mengaplikasikan prinsip-prinsip fisika dalam konteks yang lebih luas (Susanti et al., 2024).

Pembelajaran fisika seharusnya mampu mengubah materi yang abstrak menjadi pengalaman belajar yang konkret dan bermakna. Hal ini dapat terwujud melalui kegiatan eksperimen yang memungkinkan siswa untuk memvalidasi hukum-hukum fisika secara empiris dan melihat relevansinya dengan aplikasi di dunia nyata (Febrianti et al., 2024). Selain itu, pembelajaran haruslah terintegrasi dan kontekstual, sebagaimana yang diusung oleh pendekatan STEM. Dengan kerangka kerja ini, siswa tidak

hanya mempelajari teori, tetapi juga terlibat dalam proyek-proyek yang menantang mereka untuk berpikir kritis dan berkolaborasi dalam menyelesaikan dilema atau masalah yang otentik (Nasbey, Sabrina, et al., 2024).

Kebutuhan akan penelitian ini muncul dari pentingnya menghadirkan pembelajaran fisika yang bermakna dan kontekstual melalui eksperimen berbasis teknologi yang memungkinkan keterlibatan aktif peserta didik. Studi seperti *Evaluation of the effectiveness of an introductory mechanics Lab with Arduino and smartphone* (Tufino & Organtini, 2024) menunjukkan bahwa eksperimen nyata menggunakan alat fisik dapat meningkatkan motivasi, pemahaman konsep, dan pengalaman belajar yang otentik. Tanpa inovasi semacam itu, eksperimen di sekolah berisiko kehilangan fungsi utamanya sebagai sarana pembentukan pemahaman konseptual dan keterampilan ilmiah siswa. Pelaksanaan eksperimen konvensional seringkali tidak efektif akibat berbagai kendala, seperti kurangnya ketersediaan peralatan yang memadai, kondisi alat yang usang, serta alokasi waktu yang sangat terbatas. Temuan Ahlami et al. (2025) juga menunjukkan bahwa lebih dari 90% siswa mengalami kesulitan mengumpulkan dan menganalisis data praktikum suhu dan kalor akibat alat konvensional tidak mampu merekam data secara otomatis dan real-time, sehingga eksperimen menjadi kurang efektif dan tidak memberikan pengalaman ilmiah yang utuh. Akibatnya, siswa hanya sempat melakukan pengambilan data secara terburu-buru tanpa memiliki waktu yang cukup untuk melakukan analisis dan interpretasi yang mendalam, sehingga esensi dari kegiatan eksperimen menjadi hilang (Syahbana et al., 2023). Walaupun alternatif seperti laboratorium virtual telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan alat, metode ini seringkali belum mampu menggantikan nilai pengalaman otentik dari interaksi langsung dengan peralatan fisis (Magdalena et al., 2023). Penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran fisika berbasis STEM telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Sari (2021) mengembangkan e-modul praktikum Fisika Dasar berbasis STEM yang dinyatakan layak, praktis, dan efektif digunakan

dalam pembelajaran. Selain itu, Anugrah et al. (2023) mengembangkan lembar kerja elektronik berbasis inquiry-terintegrasi STEM pada materi teori kinetik gas yang terbukti praktis serta mampu mendukung kreativitas dan kolaborasi peserta didik. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum mengembangkan media pembelajaran berupa modul eksperimen berbantuan Data Logger pada materi gas ideal. Hal ini menunjukkan masih adanya peluang untuk mengembangkan media pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEM, kegiatan eksperimen, dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran fisika.

Dalam rangka menjawab kebutuhan pembelajaran fisika yang menuntut keterpaduan antara teori dan praktik berbasis teknologi, serta untuk mengatasi kesenjangan antara pemahaman konseptual siswa dan penerapan nyata di laboratorium, penelitian ini menawarkan solusi berupa pengembangan Modul Eksperimen Gas Ideal dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Data Logger*. Solusi ini mengintegrasikan kemajuan teknologi dengan pendekatan pedagogi modern. Dari sisi teknologi, penelitian telah membuktikan kelayakan dan keunggulan pengembangan kit eksperimen gas ideal berbiaya rendah menggunakan sensor dan mikrokontroler Arduino, yang terbukti mampu menghasilkan data *real-time* yang akurat untuk investigasi ilmiah di dalam kelas (Supawan et al., 2025). Temuan ini sejalan dengan penelitian Amada dan Permana (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan *Data Logger* dalam kegiatan praktikum memungkinkan perekaman data otomatis dengan tingkat akurasi dan presisi tinggi, sehingga proses eksperimen menjadi lebih efisien, cepat, dan bebas dari kesalahan manusia (*human error*). Selain itu, *Data Logger* mendukung visualisasi data secara numerik, grafis, maupun tabel, yang membantu siswa dalam menganalisis hubungan antarvariabel fisis secara lebih mendalam. Integrasi teknologi ini juga terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan literasi teknologi siswa, karena peserta didik tidak hanya melakukan pengukuran, tetapi juga menafsirkan data dan menghubungkannya dengan teori fisika yang relevan (Amada & Permana, 2025).

Dengan berbagai keunggulan tersebut, inovasi ini akan dibingkai dalam sebuah modul eksperimen dengan pendekatan STEM, yang sejalan dengan penelitian lain yang telah memvalidasi efektivitas perangkat fisika berbasis sensor yang diintegrasikan dengan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Firdaus et al., 2024). Dengan demikian, produk yang dikembangkan ini diharapkan menjadi instrumen pedagogis yang komprehensif untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan ilmiah, dan motivasi belajar siswa pada materi gas ideal.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, fokus penelitian ini adalah pengembangan modul eksperimen gas ideal dengan pendekatan STEM berbantuan data logger

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: "Apakah Modul Eksperimen Gas Ideal dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Data Logger* layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika?"

D. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menyediakan eksperimen gas ideal dengan pendekatan STEM berbantuan *data logger* yang dapat membantu pendidik dalam melaksanakan pembelajaran berbasis eksperimen, memudahkan murid memahami konsep secara praktis dan terukur, memberi pengalaman bagi peneliti dalam mengembangkan media pembelajaran fisika yang inovatif, serta berkontribusi pada inovasi pembelajaran fisika yang relevan dengan perkembangan teknologi.