

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian, serta hasil penelitian dan pengembangan yang telah dipaparkan pada Bab IV dan Bab V, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pengembangan e-modul AI kontekstual berbasis *Problem Based Learning* pada materi Suhu dan Kalor untuk siswa kelas XI SMAN 1 Nglames telah berhasil dilaksanakan melalui model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) secara sistematis, mulai dari analisis kebutuhan lapangan, perancangan struktur materi berbasis sintaks PBL Yew & Schmidt (2012), pengembangan produk dengan integrasi kecerdasan buatan Google AI Studio, implementasi pada subjek penelitian, hingga evaluasi berbasis data. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa e-modul dinyatakan Sangat Layak dari aspek materi dengan persentase kelayakan sebesar 85,47% dan Layak dari aspek media dengan persentase sebesar 81,74%, sehingga produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran.
2. Respon siswa terhadap penggunaan e-modul AI kontekstual berbasis *Problem Based Learning* tergolong Sangat Positif, dengan persentase rata-rata sebesar 85,03% dan sebanyak 91,66% siswa memberikan respon pada kategori Sangat Positif hingga Positif. Guru fisika juga memberikan penilaian yang baik terhadap e-modul, yang tercermin dari hasil

validasi media yang berada pada kategori Layak. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan diterima secara baik, baik dari perspektif pengguna akhir (siswa) maupun dari perspektif pendidik.

3. E-modul AI kontekstual berbasis *Problem Based Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMAN 1 Nglames pada materi Suhu dan Kalor. Hal ini dibuktikan melalui hasil perhitungan N-Gain dengan nilai rata-rata sebesar 0,849 yang berada pada kategori Tinggi, dengan seluruh 36 siswa (100%) mencapai kategori peningkatan Tinggi tanpa terkecuali, serta didukung oleh hasil uji-t yang menunjukkan peningkatan skor dari pretest ke posttest secara signifikan.

Dapat disimpulkan bahwa e-modul AI kontekstual berbasis Problem Based Learning yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria valid, layak, dan efektif, sehingga layak digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran fisika yang inovatif dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA, khususnya pada materi Suhu dan Kalor.

## **B. Keterbatasan Pengembangan**

Penelitian dan pengembangan ini telah dilaksanakan secara sistematis sesuai dengan tahapan model ADDIE, namun demikian masih terdapat sejumlah keterbatasan yang perlu diungkapkan secara jujur sebagai bahan refleksi.

1. Dari sisi instrumen penelitian, meskipun seluruh 10 butir soal tes kemampuan berpikir kritis dinyatakan valid dan reliabel, nilai r-hitung pada beberapa butir seperti B3 (0,453) dan B8 (0,413) tergolong lebih rendah

dibandingkan butir lainnya, sehingga daya diskriminasi butir-butir tersebut masih memiliki ruang untuk disempurnakan.

2. Dari sisi desain penelitian, uji efektivitas produk menggunakan One Group Pretest-Posttest Design tanpa melibatkan kelompok kontrol, sehingga peningkatan kemampuan berpikir kritis yang teramati belum sepenuhnya dapat dipastikan murni disebabkan oleh penggunaan e-modul yang dikembangkan, dan bukan oleh faktor lain di luar perlakuan.
3. Dari sisi produk, fitur kecerdasan buatan (Google AI Studio) yang terintegrasi dalam e-modul memperoleh skor kemudahan penggunaan yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lain, yang mengindikasikan bahwa sebagian siswa masih membutuhkan orientasi awal yang lebih intensif sebelum dapat memanfaatkan fitur tersebut secara optimal. Selain itu, pemanfaatan fitur AI sepenuhnya bergantung pada ketersediaan koneksi internet yang stabil, sehingga penggunaannya dapat terkendala pada lingkungan dengan akses internet yang terbatas.
4. Dari sisi subjek dan cakupan materi, uji coba produk hanya dilaksanakan pada satu kelas (36 siswa) di satu sekolah, yaitu SMAN 1 Nglames, sehingga generalisasi hasil penelitian ini ke populasi maupun konteks sekolah yang lebih luas perlu dilakukan secara hati-hati. Materi yang dikembangkan juga masih terbatas pada topik Suhu dan Kalor, sehingga belum dapat dipastikan apakah pola keefektifan yang sama akan terjadi pada materi fisika lainnya.

5. Dari sisi proses pengembangan, keterbatasan waktu penelitian menyebabkan revisi produk hanya dilakukan dalam satu putaran berdasarkan masukan validator, sehingga penyempurnaan produk secara berkelanjutan melalui uji coba yang berulang belum dapat dilakukan secara maksimal.

### **C. Implikasi Hasil Penelitian dan Pengembangan**

Temuan-temuan yang diperoleh dalam penelitian ini memberikan sejumlah implikasi, baik secara teoretis maupun praktis, sebagai berikut.

1. Implikasi Teoretis. Hasil penelitian ini memperkuat kajian teoretis bahwa kecerdasan buatan dapat diposisikan bukan sekadar sebagai alat bantu administratif dalam pembelajaran digital, melainkan sebagai fasilitator aktif yang berperan dalam scaffolding proses berpikir kritis siswa, terutama pada indikator bernalar tingkat lanjut seperti inferensi dan evaluasi, ketika diintegrasikan secara fungsional ke dalam sintaks pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). Temuan ini turut memperluas pemahaman tentang penerapan teori belajar konstruktivistik dalam konteks pembelajaran digital berbantuan AI, serta dapat menjadi rujukan teoretis bagi penelitian sejenis di bidang teknologi pendidikan.
2. Implikasi Praktis bagi Guru. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi PBL kontekstual dan kecerdasan buatan dapat diterapkan secara nyata di kelas dengan tingkat penerimaan yang baik dari siswa. Hal ini memberikan gambaran konkret bagi guru fisika mengenai cara merancang dan mengimplementasikan bahan ajar digital yang adaptif, yang mampu

memberikan umpan balik otomatis dan bimbingan bertahap tanpa sepenuhnya bergantung pada intervensi guru secara manual.

3. Implikasi Praktis bagi Siswa. E-modul yang dikembangkan terbukti membantu siswa memahami konsep Suhu dan Kalor secara lebih mendalam melalui pengalaman memecahkan masalah kontekstual, sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis secara terarah pada indikator yang sebelumnya menjadi titik lemah, yaitu inferensi dan evaluasi.
4. Implikasi Praktis bagi Sekolah. Capaian penelitian ini dapat menjadi salah satu rujukan bagi sekolah dalam mendukung implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif, sekaligus mendorong pengembangan program dan inovasi pembelajaran berbasis teknologi digital yang berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.
5. Implikasi bagi Peneliti Selanjutnya. Penelitian ini membuka ruang bagi pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi penyempurnaan desain penelitian, perluasan materi maupun subjek penelitian, penguatan kualitas instrumen, maupun pengembangan fitur kecerdasan buatan yang lebih canggih dalam mendukung proses belajar mengajar fisika.

#### D. Saran

Berdasarkan kesimpulan, keterbatasan, dan implikasi yang telah diuraikan, berikut disampaikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi berbagai pihak.

- a. Bagi Guru. Guru fisika disarankan untuk memanfaatkan e-modul AI kontekstual berbasis *Problem Based Learning* ini sebagai salah satu alternatif media pembelajaran pada materi Suhu dan Kalor, disertai dengan pemberian orientasi penggunaan fitur kecerdasan buatan secara lebih intensif di awal pembelajaran agar siswa dapat memanfaatkan fitur tersebut secara optimal.
- b. Bagi Sekolah. Sekolah disarankan untuk memastikan ketersediaan infrastruktur pendukung, seperti akses internet yang stabil dan perangkat digital yang memadai, agar pemanfaatan e-modul berbasis AI dapat berjalan secara optimal, serta mendorong penerapan model pembelajaran berbasis masalah yang diintegrasikan dengan teknologi digital secara lebih luas.
- c. Bagi Peneliti Selanjutnya. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol guna memperoleh klaim kualitas yang lebih kuat mengenai efektivitas e-modul, memperluas subjek penelitian ke lebih dari satu kelas maupun sekolah untuk meningkatkan generalisasi hasil, mengembangkan materi pada topik fisika lain di luar Suhu dan Kalor, serta menyempurnakan kualitas redaksional butir-butir instrumen dengan daya diskriminasi yang masih rendah, seperti butir B3 dan B8.

- d. Bagi Pengembang Produk. Pengembangan lebih lanjut disarankan untuk menyempurnakan kemudahan penggunaan fitur kecerdasan buatan, misalnya melalui panduan penggunaan yang lebih interaktif atau tutorial singkat di awal e-modul, serta mempertimbangkan pengembangan fitur AI yang dapat berfungsi secara lebih adaptif meskipun dalam kondisi keterbatasan akses internet.