

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Fisika sebagai cabang ilmu pengetahuan alam memiliki karakteristik unik yang tidak hanya berisi produk-produk ilmu berupa hukum, teori, dan konsep, tetapi juga menuntut siswa untuk mampu memahami dan menerapkan proses-proses ilmiah melalui metode eksperimen dan observasi langsung terhadap fenomena alam. Hal ini menjadikan pembelajaran fisika haruslah mengintegrasikan antara teori dan praktik secara seimbang agar siswa memperoleh pemahaman yang utuh baik dari sisi konseptual maupun keterampilan ilmiah. Pelaksanaan pembelajaran fisika di sekolah seringkali masih didominasi pendekatan tekstual dan minim praktik, padahal keterlibatan aktif siswa dalam proses ilmiah merupakan kunci untuk menumbuhkan nalar logis dan pola pikir ilmuwan (Pratama & Istiyono, 2015).

Dalam kerangka pendidikan abad ke-21, keterampilan proses sains (KPS) menjadi indikator penting yang harus dikembangkan pada peserta didik karena mencakup kemampuan dasar dalam berpikir ilmiah seperti mengamati, menginterpretasi data, merancang eksperimen, dan mengomunikasikan hasil eksperimen. KPS tidak hanya berguna untuk membangun pemahaman konsep secara mendalam, tetapi juga menjadi fondasi keterampilan berpikir tingkat tinggi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan nyata dan dunia kerja. Oleh karena itu, pembelajaran fisika di

sekolah semestinya diarahkan untuk membina KPS siswa secara sistematis melalui pengalaman eksperimen dan observasi langsung.

Berbagai hasil studi menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa SMA masih berada dalam kategori sedang hingga rendah, terutama pada indikator yang bersifat aktif dan produktif seperti interpretasi data dan komunikasi ilmiah. Penelitian oleh Astalini et al. (2022) di SMA 6 Muaro Bulian, misalnya, menunjukkan bahwa indikator tertinggi KPS siswa hanya mencapai 53,5% pada aspek mengukur, sementara indikator terendah adalah memprediksi (38,2%) dan berkomunikasi (36,7%), yang menunjukkan masih lemahnya kemampuan siswa dalam memaknai hasil dan mengomunikasikan temuan ilmiah secara sistematis.

Studi oleh Elvanisi et al. (2018) juga menguatkan bahwa indikator KPS seperti perencanaan eksperimen dan interpretasi data masih menjadi aspek yang paling lemah pada siswa SMA di berbagai kota, dan hal ini erat kaitannya dengan terbatasnya pelaksanaan praktikum yang memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan tersebut. Keterampilan yang lemah ini disebabkan bukan hanya karena pendekatan mengajar yang kurang menekankan proses ilmiah, tetapi juga karena keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium yang tidak memadai di sebagian besar sekolah.

Data kualifikasi tenaga laboratorium atau teknisi, diketahui bahwa terdapat tiga kategori utama jabatan yang diatur, yaitu Kepala Laboratorium, Teknisi Laboratorium, dan Laboran. Masing-masing

kategori memiliki persyaratan khusus terkait latar belakang pendidikan, pengalaman kerja, serta sertifikasi resmi yang dikeluarkan oleh perguruan tinggi atau lembaga yang ditetapkan pemerintah. Jabatan Kepala Laboratorium, tersedia dua jalur pemenuhan, yaitu jalur guru dan jalur teknisi/laboran. Jalur guru mensyaratkan pendidikan minimal S1 dengan program studi relevan, pengalaman minimal tiga tahun sebagai pengelola laboratorium, dan sertifikat kepala laboratorium. Sementara itu, jalur teknisi/laboran memerlukan pendidikan minimal D3, pengalaman kerja lima tahun, dan sertifikat serupa. Keseluruhan poin persyaratan mengindikasikan bahwa baik kualifikasi akademik, pengalaman, maupun sertifikasi belum tersedia atau belum sesuai ketentuan.

Situasi serupa juga terjadi pada jabatan Teknisi Laboratorium dan Laboran. Posisi teknisi, syarat utamanya adalah pendidikan D2 yang relevan dengan peralatan laboratorium serta sertifikat teknisi dari lembaga resmi, namun kedua syarat ini pun belum terpenuhi. Jabatan laboran, meskipun persyaratan pendidikan lebih rendah, yakni D1 yang relevan, serta sertifikat laboran dari lembaga yang ditetapkan pemerintah, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa tidak satu pun dari syarat tersebut tersedia atau sesuai. Ketidaksesuaian ini mencerminkan adanya kesenjangan serius antara standar regulasi dan realitas yang dihadapi institusi pendidikan, khususnya dalam pengelolaan laboratorium. Ketidakterpenuhinya semua kriteria yang ditetapkan menunjukkan perlunya upaya pembenahan secara sistematis, termasuk peningkatan

kapasitas tenaga laboratorium melalui pelatihan, sertifikasi, serta kerja sama kelembagaan agar mutu layanan praktikum dan kegiatan laboratorium dapat ditingkatkan secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SMAN 1 Jiwan, ditemukan bahwa laboratorium fisika belum memenuhi standar sarana dan tenaga laboran sebagaimana diatur dalam Permendikbud No. 24 Tahun 2008. Laboran yang tidak memenuhi klasifikasi standar berdampak langsung pada ketidakefektifan pelaksanaan praktikum dan pemeliharaan alat, yang berakibat pada tidak berkembangnya keterampilan proses sains siswa. Temuan ini sejalan dengan laporan Hayati & Sumarsih (2020) yang menyatakan bahwa laboratorium yang tidak terstandarisasi menghambat keterampilan pengamatan, eksperimen, dan pelaporan ilmiah siswa secara langsung.

Permasalahan terkait sarana laboratorium tidak hanya terjadi di satu atau dua sekolah. Penelitian Fari dan Subagiyo (2024) menemukan bahwa di SMAN 3 dan SMAN 13 Berau, laboratorium fisika tidak memenuhi kualifikasi minimum, alat eksperimen tidak memadai, dan tidak ada tenaga laboran yang bertugas secara fungsional. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran fisika tidak berjalan sesuai prinsip saintifik, dan eksperimen menjadi simbolis atau tidak dilaksanakan sama sekali, sehingga indikator seperti observasi, interpretasi, dan perencanaan eksperimen menjadi terabaikan dalam proses pembelajaran.

Studi oleh Andini (2022) menunjukkan bahwa kendala dalam praktikum fisika tidak hanya berasal dari kelengkapan alat dan bahan, tetapi juga dari manajemen laboratorium yang tidak optimal dan tidak adanya tenaga laboran yang sesuai standar. Hal ini menyebabkan praktik laboratorium tidak menjadi bagian integral dalam pembelajaran, dan siswa tidak mendapatkan pengalaman langsung dalam mengeksplorasi fenomena fisika melalui proses ilmiah. Kondisi ini memunculkan kebutuhan mendesak untuk menemukan solusi inovatif yang mampu menggantikan atau melengkapi fungsi laboratorium fisik.

Salah satu solusi yang ditawarkan adalah pengembangan media pembelajaran berbasis digital berupa remote laboratory, yaitu media praktikum berbasis aplikasi yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara virtual dan mandiri. Penelitian Leyva-Figueroa et al. (2023) menunjukkan bahwa integrasi Arduino dan antarmuka digital berbasis inquiry learning secara signifikan meningkatkan KPS mahasiswa pada eksperimen suhu dan tekanan, termasuk pada indikator observasi, interpretasi, dan pengolahan data eksperimen. Temuan ini menginspirasi perlunya pengembangan aplikasi sejenis untuk siswa SMA dengan pendekatan yang kontekstual dan sesuai kurikulum.

Berdasarkan latar belakang dan berbagai kajian tersebut, maka dikembangkanlah aplikasi RelaPhy (Remote Laboratory Physics) yang merupakan media eksperimen fisika berbasis digital untuk materi gerak jatuh bebas. RelaPhy dikembangkan dengan mengedepankan tiga fitur

utama, yaitu: (1) fleksibilitas melakukan praktikum jarak jauh kapan saja dan di mana saja; (2) kemampuan siswa untuk mengatur variabel eksperimen sesuai kebutuhan; dan (3) tersedianya panduan teori serta contoh penulisan laporan hasil eksperimen secara ilmiah. Ketiga fitur ini dirancang untuk mendorong peningkatan KPS siswa secara mandiri dan terarah.

Aplikasi RelaPhy berfokus pada pengembangan empat indikator utama keterampilan proses sains, yaitu observasi, interpretasi data, perencanaan eksperimen, dan komunikasi ilmiah, yang dipilih berdasarkan hasil studi kebutuhan dan temuan literatur yang menyebutkan bahwa keempat indikator ini merupakan indikator yang paling rendah dikuasai siswa. Dengan memberikan pengalaman eksperimen mandiri melalui aplikasi, siswa dilatih untuk secara aktif melakukan pengamatan, menganalisis hasil, menyusun perencanaan prosedural, dan menyampaikan laporan ilmiah berbasis data yang mereka peroleh.

Penelitian Azhar et al. (2022) membuktikan bahwa penggunaan media laboratorium berbasis simulasi PhET dengan pendekatan discovery learning meningkatkan pemahaman konsep dan KPS siswa secara signifikan, terutama pada indikator merancang eksperimen dan menyimpulkan data. Aplikasi RelaPhy mengadopsi prinsip discovery learning yang sama, namun ditingkatkan dengan fitur interaktif yang memungkinkan siswa berperan langsung sebagai pengendali eksperimen, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan otentik.

Nurlaini et al. (2024) dalam studinya mengembangkan laboratorium mini berbasis mobile learning yang juga terbukti efektif meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa, terutama dalam aspek pengumpulan data dan komunikasi hasil eksperimen. Kesuksesan tersebut memperkuat pendekatan yang diambil dalam RelaPhy sebagai media pembelajaran portabel yang mampu memberikan pengalaman laboratorium nyata melalui teknologi digital yang mudah diakses oleh siswa, termasuk dari rumah atau di luar jam belajar sekolah.

Selain penguatan KPS, RelaPhy juga membawa kebaruan dari sisi aksesibilitas dan personalisasi pembelajaran fisika. Tidak seperti laboratorium konvensional yang memiliki keterbatasan ruang dan waktu, RelaPhy memungkinkan siswa untuk mengulang eksperimen sebanyak yang mereka butuhkan, mengevaluasi kesalahan sendiri, dan merefleksikan proses ilmiahnya secara mandiri. Hal ini sejalan dengan studi Bond et al. (2022) yang menyatakan bahwa siswa yang diberi kontrol atas eksperimen jarak jauh memiliki tingkat keterlibatan dan pemahaman ilmiah yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode ekspositori di kelas.

Penekanan pada kemampuan interpretasi data dan pelaporan ilmiah dalam RelaPhy juga menjawab kekurangan siswa dalam menyusun laporan praktikum yang sesuai kaidah ilmiah, sebagaimana banyak ditemukan dalam laporan sekolah. Aplikasi ini menyediakan fitur pelatihan penyusunan laporan hasil eksperimen lengkap dengan tabel data, grafik, dan pembahasan yang mengacu pada teori, sehingga siswa dilatih

tidak hanya memahami konsep tetapi juga berlatih menyusun argumentasi ilmiah secara sistematis dan komunikatif.

Dengan mempertimbangkan kondisi nyata laboratorium sekolah yang belum sesuai standar, lemahnya keterampilan proses sains siswa, dan potensi besar teknologi dalam mendukung pembelajaran berbasis praktik, maka pengembangan aplikasi *RelaPhy* menjadi langkah strategis yang tidak hanya menjawab tantangan pembelajaran fisika masa kini, tetapi juga menawarkan solusi praktis yang kontekstual, inovatif, dan berorientasi masa depan, serta memiliki kebaruan baik dari sisi fitur, pendekatan saintifik digital, maupun fokus pengembangannya yang spesifik pada materi gerak jatuh bebas dan keterampilan proses sains siswa SMA.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengembangan Aplikasi *RelaPhy*?
2. Bagaimana karakteristik media *RelaPhy* untuk meningkatkan keterampilan proses sains?
3. Apakah terjadi peningkatan keterampilan proses sains setelah penggunaan *RelaPhy*?

## **C. Batasan Masalah**

1. Materi Fisika yang digunakan dalam pengembangan media adalah Gerak Jatuh Bebas, yang merupakan bagian dari kompetensi dasar dalam mata pelajaran Fisika kelas X SMA.
2. Media pembelajaran yang dikembangkan berupa laboratorium virtual berbasis Internet of Things (IoT) yang disebut dengan *RelaPhy*

(Remote Laboratory Physics), yang dirancang untuk digunakan secara daring sebagai alternatif atau pelengkap praktikum fisika konvensional.

3. Aspek keterampilan proses sains (KPS) yang dikaji terbatas pada empat indikator, yaitu:
  - a) observasi,
  - b) merencanakan eksperimen,
  - c) interpretasi data, dan
  - d) komunikasi ilmiah.

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

1. Untuk mengembangkan aplikasi *RelaPhy*
2. Untuk mendesain aplikasi *RelaPhy* yang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA
3. Untuk meningkatkan Keterampilan proses sains siswa SMA 1 Jiwan

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

1. Bagi Siswa

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam meningkatkan keterampilan proses sains, serta sebagai bahan evaluasi untuk meningkatkan laboratorium sesuai dengan standar yang telah berlaku

## 2. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan pada *RelaPhy* dalam mengembangkan aplikasi tersebut daripada sebelumnya

## 3. Bagi Calon Guru

Mahasiswa khususnya Program Studi Pendidikan Fisika akan lebih berkontribusi dengan menjadi admin *RelaPhy* karena akan lebih efisien apabila admin bertempat di Lab prodi Pendidikan Fisika dan tentunya aktifitas Laboratorium Prodi menjadi lebih hidup.