

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad 21 merupakan era pengetahuan menjadi aset yang paling berharga, ditandai dengan terjadinya perubahan dari masyarakat agraris yang mengandalkan sumber daya alam, ke masyarakat industri yang mengandalkan teknologi, dan akhirnya ke masyarakat berpengetahuan yang mengandalkan kreativitas dan inovasi (Mardhiyah *dkk.*, 2021). Abad ke-21 telah membawa perubahan dalam dunia pendidikan, sebelumnya Indonesia dianggap sebagai negara dengan kualitas pendidikan yang lebih rendah dibandingkan negara lain (Aslamiah *dkk.*, 2021).

Kualitas pendidikan di Indonesia harus segera ditingkatkan yakni dengan meningkatkan kualitas sumber daya guru dan peserta didik yang merupakan elemen penting dan kunci dalam sistem pendidikan (Awaluddin, 2021). Perbaikan sistem pendidikan di Indonesia perlu segera dilakukan untuk menghasilkan generasi yang unggul dalam berbagai bidang, hal ini penting agar Indonesia dapat bersaing secara internasional dan tidak ketinggalan akibat pesatnya laju globalisasi pada abad ke-21.

Pendidikan di abad ke-21 menghadapi tantangan yang beragam dan kompleks. Dunia pendidikan memikul tanggung jawab besar untuk mengatasi tantangan tersebut, maka dari itu terdapat keterampilan yang dibutuhkan peserta didik agar mampu bersaing di abad ke-21 yaitu memiliki keterampilan berpikir berdasarkan keterampilan abad ke-21 atau dikenal sebagai 4C's yaitu keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*), keterampilan berkomunikasi (*communication skills*), keterampilan berkolaborasi (*collaboration skills*) dan keterampilan berpikir kreatif (*creativity thinking skills*) (Chusna *dkk.*, 2024). Keterampilan 4C's telah mendorong penggunaan berbagai pendekatan pedagogi dan kerangka kerja, seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis penyelidikan, serta pembelajaran yang lebih menekankan pada pemikiran tingkat tinggi dibandingkan dengan metode pembelajaran berbasis hafalan.

Keterampilan 4C's memang penting, tetapi belum cukup untuk sepenuhnya mempersiapkan peserta didik menghadapi tuntutan dunia modern yang semakin

dipengaruhi oleh teknologi (Ary dkk., 2021). Kemampuan menjadi inovator dan pemecah masalah di era ini membutuhkan lebih dari sekadar keterampilan dasar tersebut, karena untuk benar-benar berhasil dan bersaing dalam dunia yang terus berkembang secara digital peserta didik juga perlu menguasai keterampilan berpikir komputasional (*computational thinking*).

Keterampilan berpikir komputasional dapat berperan dalam memahami dan memecahkan masalah kompleks dengan cara yang lebih sistematis, logis, serta menjadi landasan penting dalam menghadapi tantangan teknologi masa depan (Arvi dkk., 2025). Perkembangan tersebut mengakibatkan keterampilan 4C's diperbarui menjadi 5C's, yang mencakup keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*), keterampilan berkomunikasi (*communication skills*), keterampilan berkolaborasi (*collaboration skills*), keterampilan berpikir kreatif (*creativity thinking skills*) dan keterampilan berpikir komputasional (*computational thinking skills*) (Nuvitalia dkk., 2022).

Berpikir komputasional dikemukakan untuk pertama kalinya oleh oleh Seymour Papert pada tahun 1980, Papert menyatakan bahwa pemikiran komputasional dapat digunakan untuk menentukan hubungan antara suatu masalah dan solusinya serta struktur data (Lodi & Martini, 2021). Berpikir komputasional mulai dipopulerkan oleh Wing (2010) yang memberikan konsep berpikir sebagai ilmuwan computer dalam menghadapi suatu masalah. Menurut Sari dkk. (2022) menyatakan bahwa berpikir komputasional ialah serangkaian proses kreatif yang dilakukan oleh individu untuk menghadapi ide, tantangan, dan peluang. Maka dapat dikatakan bahwa berpikir komputasional merupakan serangkaian proses pemikiran yang sistematis dan logis untuk memecahkan masalah kompleks.

Hasil penelitian oleh Kamil dkk. (2021) di SMP Negeri 1 Cikampek, ditemukan bahwa keterampilan berpikir komputasional peserta didik masih berada pada tingkat yang sangat rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 48% peserta didik berada pada kategori rendah, 16% pada kategori cukup, dan hanya 36% pada kategori baik. Temuan ini menunjukkan sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menemukan solusi yang baik dalam menyelesaikan masalah berpikir komputasional. Hasil analisis keterampilan berpikir

komputasional sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nisa (2022), hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir komputasional peserta didik kelas X MIPA MA NU Al-Maarif Boja juga tergolong rendah, dengan 52% siswa berada dalam kategori rendah.

Perolehan dari hasil penelitian terdahulu diperkuat melalui studi pendahuluan yang dilakukan di SMAN 1 Nagreg. Studi ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu wawancara dengan guru fisika dan perwakilan peserta didik, observasi proses belajar mengajar di kelas, serta pemberian soal yang disesuaikan dengan aspek berpikir komputasional.

Berdasarkan hasil wawancara, guru fisika menyampaikan bahwa model pembelajaran yang digunakan berupa ceramah, diskusi, presentasi dan tanya jawab. Keterampilan berpikir komputasional belum ada upaya khusus yang dirancang dan dilatihkan pada peserta didik. Indikator berpikir komputasional mencakup *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, dan *algorithm thinking*, juga belum dilatihkan secara efektif. Kegiatan pembelajaran yang melibatkan praktikum menggunakan aplikasi seperti *phyphox* juga belum ada. Hasil ini dibuktikan melalui wawancara kepada peserta didik yang mengatakan bahwa kegiatan belajar dan pembelajaran saat ini masih bergantung pada metode konvensional seperti ceramah, diskusi, presentasi dan tanya jawab. Keterampilan berpikir komputasional serta pembelajaran yang memanfaatkan teknologi digital, seperti *phyphox* juga belum dimanfaatkan dalam proses belajar mengajar.

Hasil observasi proses belajar mengajar di kelas, belum terdapat penerapan yang efektif terkait model *modified free inquiry*, *guided inquiry* dan keterampilan berpikir komputasional. Hasil lembar observasi pada model pembelajaran baik *modified free inquiry* dan *guided inquiry* menunjukkan bahwa kegiatan inti dan kegiatan penutup pada tahapan-tahapan pembelajaran model ini belum sepenuhnya diterapkan. Tes yang digunakan dalam pembelajaran belum mencakup indikator berpikir komputasional secara menyeluruh, hal ini mengindikasikan bahwa proses evaluasi yang dilakukan belum sepenuhnya mendukung pengembangan keterampilan berpikir komputasional dalam menghadapi tantangan di abad ke-21.

Terkait hasil proses belajar mengajar di kelas peserta didik masih terbilang rendah, hal ini terlihat dari hasil uji coba tes yang dilakukan untuk mengukur keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Instrumen tes yang diberikan kepada peserta didik merupakan instrumen tes keterampilan berpikir komputasional menurut Bhagat & Dasgupta (2021) dari peneliti sebelumnya yaitu menurut Rahmawati (2021) yang telah divalidasi oleh para ahli. Jumlah soal yang diberikan sebanyak empat butir dalam bentuk esai. Hasil observasi awal dalam uji coba tes keterampilan berpikir komputasional dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Hasil Uji Tes Keterampilan Berpikir Komputasional.

No.	Indikator Keterampilan Berpikir Komputasional	Nilai	Kategori Penilaian
1.	<i>Decomposition</i> (dekomposisi)	40,15	Sangat rendah
2.	<i>Abstraction</i> (abstraksi)	45,45	Sangat rendah
3.	<i>Algorithms thinking</i> (berpikir algoritma)	28,79	Sangat rendah
4.	<i>Pattern recognition</i> (pengenalan pola)	30,30	Sangat rendah
Rata-rata		38,33	Sangat rendah

Berdasarkan Tabel 1.1 menunjukkan nilai rata-rata keterampilan berpikir komputasional peserta didik masih rendah, diinterpretasikan dari standar pencapaian kompetensi yaitu interval nilai rata-rata keterampilan berpikir komputasional kurang dari 55 termasuk kategori sangat rendah (Syahputra & Sinaga, 2024). Rata-rata keterampilan berpikir komputasional peserta didik sebesar 38,33 yang dalam hal ini diinterpretasikan sangat rendah. Rata-rata indikator tertinggi yaitu pada indikator *abstraction* dengan rata-rata sebesar 45,45 dengan interpretasi sangat rendah. Rata-rata indikator terendah yaitu pada indikator *algorithms thinking* dengan rata-rata 28,79 dengan interpretasi sangat rendah. Hasil rata-rata tersebut menunjukkan bahwa peserta didik belum memahami keterampilan berpikir komputasional.

Proses belajar dan pembelajaran yang dapat menunjang jalannya keterampilan berpikir komputasional dapat dilakukan melalui model pembelajaran *inquiry* (Alfahmi & Akbar, 2022). Menurut Dewey (2017) model inkuiri atau investigasi menekankan pada proses penemuan karena individu dituntut untuk mengandalkan kemampuannya dalam menemukan sesuatu. Model *inquiry* terbagi

menjadi tiga yaitu model *modified free inquiry* dan model *guided inquiry*. Model *modified free inquiry* ialah pendekatan guru menyajikan suatu permasalahan dan memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk mencari solusi atas masalah tersebut. Peran guru dalam model *modified free inquiry* ialah sebagai fasilitator yang memberikan dukungan seperlunya agar peserta didik mampu menjalankan proses penyelidikan dengan baik, tanpa merasa frustrasi atau menghadapi terlalu banyak hambatan (Nursilawati, 2020). Model *guided inquiry* ialah model yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk mencoba berbagai strategi untuk menyelesaikan masalah dan untuk membahas topik yang dijelaskan. Peran guru dalam model *guided inquiry* sebagai fasilitator yang menciptakan lingkungan pembelajaran yang nyaman, agar peserta didik leluasa untuk mengajukan pertanyaan dan mengembangkan ide-idenya (Susilowati dkk., 2024).

Peserta didik dalam memasuki era baru ini, harus mengasah keterampilan dalam berpikir komputasional sebagai cara untuk memenuhi kebutuhan hidup yang kini lebih bergantung pada pengetahuan dan teknologi. Keterampilan ini dapat dikembangkan melalui studi fisika, yang merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam. Penguasaan konsep-konsep fisika dan kemampuan untuk mengaplikasikan konsep-konsep tersebut dalam menangani masalah-masalah fisik merupakan kunci dalam pengembangan keterampilan abad ke-21 (Hartanti dkk., 2021).

Model pembelajaran *inquiry* menjadi kunci untuk keberhasilan terutama ketika difokuskan pada pengembangan keterampilan berpikir komputasional, seperti pada pembahasan materi momentum dan impuls (Rahmawati, 2021). Pembelajaran fisika sangat relevan untuk melatih kemampuan berpikir komputasional, terutama dengan menggunakan aplikasi *phyphox* dan dibantu oleh sensor (Nuryantini dkk., 2018). Pemahaman konsep fisika serta penerapan model pembelajaran *modified free inquiry* dan *guided inquiry* memungkinkan peserta didik mengatasi permasalahan yang diberikan dalam pembelajaran. Penerapan model tersebut menciptakan lingkungan pembelajaran produktif yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir komputasional secara efektif.

Topik tentang materi momentum dan impuls seringkali muncul dalam situasi nyata dan lebih mudah dipahami pada kehidupan sehari-hari, tetapi konsep-

konsep fisika yang mendasarinya bisa menjadi miskonsepsi. Metode pembelajaran yang dapat mensimulasikan proses belajar diperlukan yakni menggunakan aplikasi *phyphox*. Melalui aplikasi ini, peserta didik diharapkan dapat menguasai konsep yang dipelajari serta mengaplikasikannya untuk memecahkan berbagai permasalahan. Aplikasi *phyphox* diharapkan dapat membantu peserta didik mendukung pemahaman konsep dan menerapkannya dalam menyelesaikan masalah yang muncul. Pelaksanaan kegiatan praktikum juga menjadi aspek penting dalam meningkatkan pemahaman peserta didik dan mengasah keterampilan berpikir komputasional.

Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya karena berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik dalam pembelajaran di bidang fisika materi momentum dan impuls serta membandingkan dua model pembelajaran. Penelitian ini memiliki keterbaruan dengan membandingkan dua model pembelajaran berbasis *inquiry* yaitu model pembelajaran *modified free inquiry* dan model *guided inquiry*. Kedua model didukung dengan pengaplikasian *phyphox* untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik pada materi momentum dan impuls. Penelitian ini mengintegrasikan tiga aspek utama yang sebelumnya belum secara khusus digabungkan yakni model pembelajaran *modified free inquiry*, *guided inquiry* dengan penggunaan aplikasi *phyphox* sebagai alat bantu dan keterampilan berpikir komputasional.

Perbandingan antara model *modified free inquiry* dengan *guided inquiry* ini dipilih karena merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran (Harahap & Ariani, 2021). Model ini pula sama-sama berbasis model pembelajaran inkuiri yang menekankan pada eksplorasi dan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, serta dapat menunjang jalannya keterampilan berpikir komputasional (Alfahmi & Akbar, 2022).

Penelitian sebelumnya terfokus pada penerapan model pembelajaran tertentu atau penggunaan aplikasi dalam pembelajaran fisika tanpa membandingkan dua model *inquiry* dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasional.

Penelitian ini melangkah lebih jauh dengan membandingkan dua model *inquiry* tersebut dengan pemanfaatan aplikasi *phyphox*, integrasi kedua komponen ini memberikan dimensi baru dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasional.

Gabungan antara model *inquiry* yaitu model *modified free inquiry* dan *guided inquiry*, berpikir komputasional serta aplikasi *phyphox* sebagai alat bantu dalam penelitian berpotensi memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman konsep momentum dan impuls dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik melalui pengalaman praktis dan analisis data. Model ini membuka ruang baru untuk inovasi dalam metode pembelajaran fisika yang dapat mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan abad ke-21.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, peneliti mengajukan sebuah penelitian dengan judul “Perbandingan Model *Modified Free Inquiry* dengan Model *Guided Inquiry* berbantuan Aplikasi *Phyphox* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Komputasional Peserta Didik pada Materi Momentum dan Impuls”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *modified free inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 1 dengan model *guided inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 2 untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik di SMA Negeri 1 Nagreg pada materi momentum dan impuls?
2. Bagaimana perbedaan peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik setelah diterapkan model *modified free inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 1 dengan model *guided inquiry* di kelas XI 2 berbantuan aplikasi *phyphox* di SMA Negeri 1 Nagreg pada materi momentum dan impuls?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui dan menganalisis:

1. Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *modified free inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 1 dengan model *guided inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 2 untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik di SMA Negeri 1 Nagreg pada materi momentum dan impuls.
2. Perbedaan peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik setelah diterapkan model *modified free inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* di kelas XI 1 dengan model *guided inquiry* di kelas XI 2 berbantuan aplikasi *phyphox* di SMA Negeri 1 Nagreg pada materi momentum dan impuls.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, adapun manfaat dilakukannya penelitian dapat ditinjau dari segi teoretis maupun segi praktis sebagai berikut.

1. Manfaat Teoretis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan model pembelajaran dengan menjelaskan efektivitas penerapan model *modified free inquiry* dan model *guided inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik pada materi momentum dan impuls. Hasil penelitian ini dapat membantu guru dan calon guru untuk mengembangkan instrumen penilaian yang sesuai guna mengevaluasi keterampilan berpikir komputasional, serta memberikan panduan tentang bagaimana teknologi seperti *phyphox* dapat diintegrasikan dalam pembelajaran sains untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan di era digital.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan memberikan tambahan wawasan, pengalaman, dan keterampilan dalam menentukan serta menerapkan model pembelajaran yang efektif dan menarik, sekaligus mengintegrasikan teknologi ke dalam kegiatan belajar mengajar agar selaras dengan tuntutan perkembangan zaman.

b. Bagi guru

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang bernilai dan menjadi referensi tentang cara meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik melalui penerapan model *modified free inquiry* maupun model *guided inquiry*.

c. Bagi peserta didik

Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir komputasional pada topik momentum dan impuls, sekaligus memberikan variasi dalam proses pembelajaran agar kegiatan belajar tidak monoton dan menjadi lebih menarik.

d. Bagi sekolah

Penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam upaya peningkatan mutu pendidikan. Penerapan model pembelajaran inovatif yang memanfaatkan teknologi, seperti *Phyphox*, dapat menjadi strategi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus membekali peserta didik dengan keterampilan yang relevan bagi kebutuhan di masa depan.

E. Definisi Operasional

Definisi operasional bertujuan untuk mencegah miskonsepsi dan perbedaan interpretasi mengenai istilah yang digunakan dalam penelitian ini. Sesuai dengan judul penelitian yaitu “Perbandingan Model *Modified Free Inquiry* dengan Model *Guided Inquiry* berbantuan Aplikasi *Phyphox* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Komputasional Peserta Didik pada Materi Momentum dan Impuls”, maka istilah yang perlu dijelaskan sebagai berikut.

1. Model *Modified free inquiry*

Model pembelajaran *modified free inquiry* merupakan model yang memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk melakukan eksplorasi secara lebih mandiri tetap dengan batasan atau arahan tertentu dari guru agar proses tetap terstruktur. Model *modified free inquiry* dalam penelitian ini menggunakan tahapan pembelajaran yang terdiri dari orientasi, perumusan masalah, membuat hipotesis, eksperimen, mengevaluasi hipotesis dan kesimpulan. Kegiatan belajar dan pembelajaran menggunakan model ini diamati oleh tiga observer menggunakan Lembar Observasi (LO) yang terdiri dari 27 pertanyaan pada setiap pertemuan yang

dapat mewakili setiap tahapan pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan *model Modified free inquiry*, terdapat 27 aktivitas guru dan 27 aktivitas peserta didik yang terbagi dalam pendahuluan, kegiatan inti dan penutup.

2. Model *Guided Inquiry*

Model pembelajaran *guided inquiry* merupakan metode pembelajaran aktif untuk peserta didik dalam mencari solusi dan membangun pengetahuan sendiri dengan pembelajaran yang lebih terstruktur dan terbimbing. Model *guided inquiry* dalam penelitian ini menggunakan tahapan pembelajaran yang terdiri dari *orientasi, immerse, explore, identify, gather, create* dan *share*. Kegiatan belajar dan pembelajaran menggunakan model ini diamati oleh tiga observer menggunakan LO yang terdiri dari 31 pertanyaan pada setiap pertemuan yang dapat mewakili setiap tahapan pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan *Guided Inquiry*, terdapat 31 aktivitas guru dan 31 aktivitas peserta didik yang terbagi dalam pendahuluan, kegiatan inti dan penutup.

3. *Phyphox*

Phyphox merupakan aplikasi perangkat lunak yang memanfaatkan sensor-sensor yang ada pada *smartphone* untuk melakukan berbagai jenis eksperimen fisika. Penelitian ini menggunakan fitur sensor *Acceleration* yaitu fitur yang memanfaatkan akselerometer yang ada di *smartphone* untuk mengukur percepatan gerak suatu objek, serta fitur sensor *(In) Elastic Collision* untuk melakukan eksperimen terkait tumbukan antara dua benda. Kelebihan *Phyphox* adalah aplikasi ini dirancang untuk mendukung pembelajaran dan eksperimen dalam bidang fisika dengan cara yang mudah diakses dan praktis dalam mengumpulkan data.

4. Keterampilan Berpikir Komputasional

Keterampilan berpikir komputasional merupakan keterampilan untuk memecahkan masalah secara sistematis melalui tahapan yang terstruktur dengan baik. Indikator dalam keterampilan berpikir komputasional terdiri dari *decomposition, pattern recognition, abstraction, dan algorithms thinking*. Keterampilan berpikir komputasional peserta didik diukur melalui tes pilihan ganda beralasan yang terdiri dari 12 soal yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan (*treatment*).

5. Momentum dan Impuls

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah momentum dan impuls, yakni besaran fisika yang berkaitan dengan gerakan benda. Topik momentum dan impuls diajarkan pada peserta didik kelas XI SMA/MA. Materi ini tercantum dalam Capaian Pembelajaran (CP) sesuai keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022. Pada CP fase F, dijelaskan bahwa di akhir fase tersebut peserta didik diharapkan mampu menerapkan konsep serta prinsip vektor pada kinematika dan dinamika gerak partikel.

F. Kerangka Berpikir

Hasil studi pendahuluan di SMAN 1 Nagreg ditemukan bahwa keterampilan berpikir komputasional peserta didik pada kelas XI MIPA 2 pada 18 November 2024 sebanyak 33 peserta didik masih tergolong sangat rendah yang dibuktikan dengan hasil uji coba tes yang telah dilakukan mengukur keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Hasil rata-rata uji coba tes peserta didik mendapatkan nilai rata-rata sebesar 38,33 yang termasuk kategori sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh kesulitan dalam memahami, merancang, dan menyelesaikan masalah fisika, serta kurangnya upaya khusus yang dirancang untuk melatih keterampilan berpikir komputasional. Hal ini didasarkan pada hasil wawancara dengan guru fisika dan peserta didik yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih menggunakan model pembelajaran konvensional seperti ceramah, diskusi, presentasi dan tanya jawab serta tanpa melibatkan eksperimen yang memanfaatkan teknologi modern.

Hasil observasi proses belajar mengajar menunjukkan bahwa belum terdapat penerapan yang efektif terkait model *modified free inquiry* dan *guided inquiry* serta keterampilan berpikir komputasional. Hasil lembar observasi menunjukkan bahwa kegiatan pendahuluan dan kegiatan penutup sudah dilakukan, tetapi sintaks model *modified free inquiry* dan *guided inquiry* pada kegiatan inti belum dilaksanakan dan diterapkan pada saat pembelajaran. Latihan soal maupun tes yang digunakan dalam pembelajaran juga belum mencakup indikator berpikir

komputasional secara menyeluruh dan tidak ada upaya khusus untuk melatih soal yang mencakup indikator-indikator keterampilan berpikir komputasional.

Akibat dari hal tersebut peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah konsep fisika dan kurang menunjukkan keaktifan selama proses pembelajaran, oleh sebab itu diperlukan model yang inovatif dan menarik dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional serta mendorong partisipasi aktif peserta didik. Sebelum pembelajaran dimulai, peserta didik diberikan *pretest* guna mengukur kemampuan awal. Instrumen *pretest* tersebut dirancang berdasarkan indikator keterampilan berpikir komputasional.

Model pembelajaran yang menunjang pengembangan keterampilan berpikir komputasional dalam proses pembelajaran ialah menggunakan model pembelajaran jenis *inquiry*. Model tersebut adalah model *modified free inquiry* dengan berbantuan aplikasi *phyphox* (kelas eksperimen I) dan model pembelajaran *guided inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* (kelas eksperimen II).

Model *modified free inquiry* merupakan model yang melibatkan peserta didik terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi dan penemuan pengetahuan. Menurut Sund & Trowbridge (1967) model ini terdiri dari tahapan orientasi, perumusan masalah, membuat hipotesis, eksperimen, evaluasi, dan kesimpulan. Kelebihan model ini adalah peserta didik belajar dengan cara yang lebih mendalam melalui proses berpikir kritis dan pemecahan masalah, tetapi tidak sepenuhnya dibiarkan tanpa arahan, sehingga tetap terstruktur.

Model *guided inquiry* merupakan model pembelajaran yang bertahap dan terstruktur dan berfokus pada keterlibatan aktif peserta didik dalam menyusun pertanyaan, mencari informasi, membangun pemahaman, serta mengekspresikan hasil belajar. Menurut Kuhlthau dkk. (2012) model *guided inquiry* terdiri dari tahapan *orientasi, immerse, explore, identify, gather, create* dan *share*. Kelebihan model ini adalah memberikan peluang bagi peserta didik untuk belajar secara langsung melalui pengalaman dan membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih mendalam.

Kedua model menggabungkan kegiatan kelas dengan kegiatan eksperimen, dalam hal ini peserta didik akan merumuskan suatu masalah dan hipotesis untuk menyelesaikan masalah dan membuktikan hipotesis perlu dilakukannya kegiatan eksperimen. Eksperimen ini dilakukan dengan bantuan aplikasi *phyphox* menggunakan fitur sensor *Acceleration* untuk mengukur percepatan gerak dan *(In)Elastic Collision* untuk mengukur tumbukan pada suatu benda. Peserta didik dapat mengumpulkan data eksperimen secara langsung menggunakan teknologi, yang meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika dan keterampilan berpikir komputasional melalui aplikasi *phyphox*.

Menghadapi tuntutan pendidikan di abad 21 dan perkembangan teknologi yang semakin pesat, peningkatan kemampuan berpikir menjadi suatu keharusan. Salah satu aspek penting ialah pengembangan keterampilan berpikir komputasional, yang dapat mendukung perbaikan sistem pendidikan. Mata pelajaran fisika sering kali dianggap sulit karena rumus dan permasalahan yang rumit. Berpikir komputasional dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran fisika, diharapkan peserta didik dapat lebih mudah dan efektif dalam menyelesaikan masalah fisika, meningkatkan pemahaman serta keterampilan analitis.

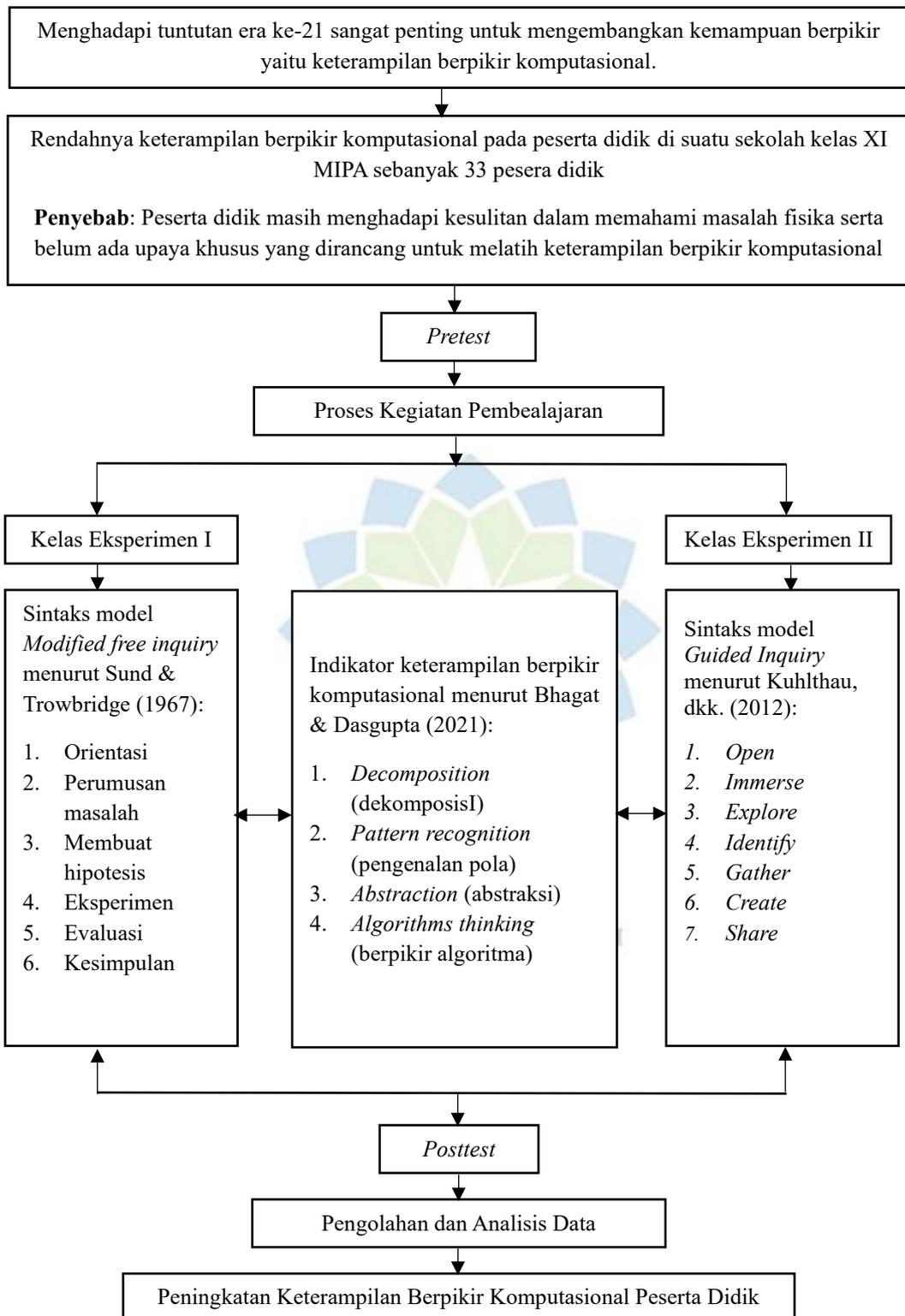
Keterampilan berpikir komputasional merupakan proses berpikir yang digunakan untuk merumuskan masalah dan mencari solusi sehingga dapat disajikan secara efektif. Indikator keterampilan berpikir komputasional yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Bhagat & Dasgupta (2021) meliputi empat indikator yaitu *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, dan *algorithms thinking*.

Keempat indikator keterampilan berpikir komputasional tersebut saling berkaitan dan menjadi dasar dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis *inquiry*. *Decomposition* membantu peserta didik memecah persoalan fisika yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil yang lebih mudah ditangani. *Pattern recognition* memungkinkan peserta didik mengenali pola atau keteraturan dalam data eksperimen fisika. *Abstraction* melatih peserta didik menyaring informasi yang relevan dari data mentah, sehingga mampu merumuskan konsep fisika secara lebih umum. *Algorithmic thinking* membimbing peserta didik dalam menyusun langkah-

langkah sistematis untuk menyelesaikan masalah. Penerapan model *modified free inquiry* dan *guided inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox*, diharapkan keempat indikator tersebut dapat terlatih secara optimal melalui kegiatan eksperimen dan pemecahan masalah secara ilmiah.

Posttest dilakukan setelah pembelajaran dilakukan untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Data yang diperoleh dari *pretest* dan *posttest* kemudian diolah serta dianalisis untuk mengetahui adanya peningkatan keterampilan berpikir komputasional pada kelas eksperimen I dibandingkan dengan kelas eksperimen II. Hasil akhir penelitian ini diharapkan dapat memperlihatkan perbedaan peningkatan kemampuan berpikir komputasional antara kedua kelompok eksperimen, sehingga memberikan pemahaman lebih lanjut tentang model pembelajaran yang paling efektif dalam mengembangkan keterampilan tersebut. Kerangka berpikir penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.





Gambar 1. 1 Skema Kerangka Berpikir Penelitian.

G. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Ho : Tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik antara menggunakan model *Modified Free Inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* dengan menggunakan model *Guided Inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* pada materi momentum dan impuls.

Ha : Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir komputasional peserta didik antara menggunakan model *Modified Free Inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* dengan menggunakan model *Guided Inquiry* berbantuan aplikasi *phyphox* pada materi momentum dan impuls.

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil dari tinjauan literatur, ditemukan sejumlah penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Valerius dkk. (2023) dengan judul “*Pengaruh Penggunaan Phyphox berbasis Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Fisika Mahasiswa*” menunjukkan bahwa hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan, yaitu dari rata-rata nilai pretest 59,33 menjadi 82,00 pada posttest. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan aplikasi *phyphox* berbasis inkuiri terbimbing mampu meningkatkan hasil belajar dan mengatasi keterbatasan alat praktikum di laboratorium.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk. (2022b) dengan judul “*Pengembangan E-LKPD Materi Efek Doppler berbasis Inkuiri Terbimbing berbantuan aplikasi Phyphox untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika*” menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan dinyatakan valid (89,33%), praktis (80,4%), dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik dengan nilai N-Gain sebesar 0,70 dalam kategori tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa E-LKPD berbasis inkuiri terbimbing dengan bantuan aplikasi *phyphox* layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi efek Doppler.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Vibrianti dkk. (2023) dengan judul “*Meta-Analisis: Penelitian Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri dengan*

Penguasaan Kompetensi Literasi Sains Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika” menunjukkan bahwa model pembelajaran *inquiry* baik *guided inquiry* maupun *modified free inquiry* pada materi momentum dan impuls, nilai effect size berada pada 0,77, termasuk dalam kategori *moderate*. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *inquiry* pada materi momentum dan impuls memberikan pengaruh positif.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Ogegbo & Ramnarain (2022) dengan judul “*A Systematic Review of Computational Thinking in Science Classrooms*” menunjukkan bahwa integrasi keterampilan berpikir komputasional (*computational thinking*) dalam pembelajaran sains memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman konsep ilmiah peserta didik. 23 studi yang *direview*, ditemukan bahwa pendekatan berbasis *modelling-based learning* dan *inquiry-based learning* merupakan strategi pedagogis yang dominan digunakan dalam penerapan *computational thinking*. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya penggunaan alat bantu berbasis teknologi, seperti *Scratch* dan *CTSim*, untuk meningkatkan kemampuan dekomposisi, abstraksi, perancangan algoritma, dan pengenalan pola. Studi ini menyimpulkan bahwa *computational thinking* dapat dikembangkan secara efektif dalam pembelajaran sains melalui pendekatan yang bersifat eksploratif dan berpusat pada peserta didik.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Shin dkk. (2021) dengan judul “*Promoting Computational Thinking through Project-Based Learning*” menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PBL*) yang dirancang secara sistematis mampu mendorong pengembangan keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Hasilnya menunjukkan bahwa aspek-aspek berpikir komputasional seperti dekomposisi masalah, pembuatan artefak komputasional, pengolahan dan interpretasi data, pengujian dan debugging, serta refinemen iteratif dapat dilatih secara efektif melalui aktivitas pemodelan dan simulasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan PBL dapat menjadi pendekatan yang kuat dalam mengembangkan *computational thinking* pada pembelajaran sains.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2021) dengan judul “*Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Web dengan Pendekatan Computational Thinking pada Materi Momentum dan Impuls*” menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *computational thinking* pada materi momentum dan impuls dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah fisika secara analitis. Modul dikembangkan berdasarkan tahapan CT seperti dekomposisi, abstraksi, algoritma, dan pengenalan pola. Materi momentum dan impuls disajikan dalam bentuk masalah kontekstual yang dipadukan dengan simulasi, video, dan latihan soal interaktif. Hasil validasi oleh ahli dan uji coba pada 87 peserta didik menunjukkan bahwa modul ini sangat layak digunakan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan *computational thinking* sangat efektif digunakan dalam pembelajaran materi momentum dan impuls karena dapat membantu peserta didik memahami konsep, menghubungkan dengan fenomena nyata, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalah.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Ningrum dkk. (2024) dengan judul “*Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Berpikir Komputasional pada Pembelajaran IPA Siswa SMP*” menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan peningkatan rata-rata nilai kelas eksperimen dari 31,61 menjadi 63,83, sementara kelas kontrol hanya meningkat dari 19,11 menjadi 35,36. Uji statistik menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan model inkuiri terbimbing efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik, terutama pada indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma dalam pembelajaran IPA.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani dkk. (2023) dengan judul “*Urgency of 21st Century Learning in Inquiry-Based Learning Models: Literature Review*” menunjukkan bahwa model pembelajaran *inquiry* termasuk *modified free*

inquiry memiliki urgensi tinggi dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Penelitian ini menekankan bahwa pembelajaran *inquiry* memberikan ruang eksplorasi yang cukup luas bagi peserta didik dengan tetap menjaga batasan eksplorasi yang jelas. Hasil kajian menyimpulkan bahwa model *modified free inquiry* efektif untuk membentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi dan dapat diintegrasikan dengan pendekatan keterampilan berpikir komputasional dalam pembelajaran sains.

9. Penelitian yang dilakukan oleh Alfahmi & Akbar (2022) dengan judul "*Pengaruh Metode Inquiry terhadap Kemampuan Computational Siswa*" menunjukkan bahwa *inquiry* memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasional peserta didik sekolah dasar. Hasil analisis menggunakan uji Mann-Whitney menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen yang diajar dengan metode *inquiry* (rata-rata nilai 76,30) dan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional (rata-rata nilai 59,26). Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode *inquiry* efektif dalam melatih dan menyelesaikan masalah terhadap kemampuan berpikir komputasional secara signifikan.
10. Penelitian yang dilakukan oleh Chookaew & Panjaburee (2022) dengan judul "*Implementation of a Robotic-Transformed Five-Phase Inquiry Learning to Foster Students' Computational Thinking and Engagement: A Mobile Learning Perspective*" menunjukkan bahwa integrasi robotik dalam model pembelajaran inkuiri lima fase secara signifikan meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik. Penggunaan teknologi ini membuat peserta didik lebih aktif, terlibat, dan tertarik dalam proses pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga menunjukkan peningkatan dalam berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah.

Berdasarkan tinjauan dari beberapa penelitian sebelumnya, ditemukan beberapa persamaan dan perbedaan yang dimiliki oleh penelitian ini disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Persamaan Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian.

No.	Peneliti dan Tahun	Persamaan	Perbedaan
1.	Valerius dkk. (2023)	Menggunakan aplikasi phyphox dalam pembelajaran berbasis <i>inquiry</i> terbimbing	Fokus penelitian pada hasil belajar fisika mahasiswa, penelitian ini fokus pada keterampilan berpikir komputasional siswa SMA pada materi momentum dan impuls
2.	Putri dkk. (2022)	Berbasis inkuiri terbimbing dengan bantuan <i>Phyphox</i>	Penelitian terdahulu mengembangkan E-LKPD materi efek Doppler, penelitian ini membandingkan dua model <i>inquiry</i> pada materi momentum dan impuls
3.	Vibrianti dkk. (2023)	Meneliti penerapan model <i>inquiry</i> (<i>guided & modified free inquiry</i>)	Penelitian terdahulu berupa meta-analisis literatur, sedangkan penelitian ini berupa eksperimen langsung di kelas dengan bantuan aplikasi <i>Phyphox</i>
4.	Ogegbo & Ramnarain (2022)	Mengkaji pengembangan <i>computational thinking</i> dalam pembelajaran sains	Penelitian terdahulu bersifat <i>systematic review</i> , sedangkan penelitian ini adalah eksperimen
5.	Shin dkk. (2021)	Meneliti pengembangan <i>computational thinking</i> dalam pembelajaran sains	Penelitian terdahulu menggunakan <i>Project-Based Learning (PBL)</i> , sedangkan penelitian ini membandingkan <i>modified free inquiry</i> dan <i>guided inquiry</i>
6.	Rahmawati (2021)	Materi momentum dan impuls dengan pendekatan <i>computational thinking</i>	Penelitian terdahulu mengembangkan modul elektronik, sedangkan penelitian ini membandingkan dua model <i>inquiry</i> berbantuan <i>Phyphox</i>
7.	Ningrum dkk. (2024)	Meneliti pengaruh inkuiri terbimbing terhadap	Fokus pada IPA SMP, sedangkan penelitian ini fokus pada Fisika SMA

		<i>computational thinking</i>	materi momentum dan impuls dengan perbandingan dua model <i>inquiry</i>
8.	Fitriani dkk. (2023)	Menekankan urgensi model <i>inquiry based learning</i> dalam pembelajaran abad 21	Penelitian terdahulu berupa <i>literature review</i> , sedangkan penelitian ini berupa eksperimen langsung dengan bantuan <i>Phyphox</i>
9.	Alfahmi & Akbar (2022)	Meneliti pengaruh metode <i>inquiry</i> terhadap <i>computational thinking</i>	Subjek penelitian pada siswa sekolah dasar, sedangkan penelitian ini pada SMA dengan konteks momentum dan impuls berbantuan <i>Phyphox</i>
10.	Chookaew & Panjaburee (2022)	Mengkaji model <i>inquiry learning</i> untuk meningkatkan <i>computational thinking</i>	Penelitian terdahulu menggunakan robotik dalam <i>mobile learning</i> , sedangkan penelitian ini fokus pada <i>Phyphox</i> sebagai alat bantu eksperimen momentum & impuls

Keterbaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek utama yang belum secara khusus digabungkan dalam penelitian sebelumnya, yaitu model pembelajaran *modified free inquiry*, *guided inquiry*, dan penggunaan aplikasi *Phyphox* sebagai alat bantu pembelajaran, yang ketiganya diarahkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional peserta didik. Penelitian ini juga menjadi salah satu dari sedikit studi yang membandingkan dua model *inquiry* dalam konteks pembelajaran fisika dengan pengukuran indikator keterampilan berpikir komputasional. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam pengembangan strategi pembelajaran fisika berbasis *inquiry* dan teknologi untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 peserta didik, khususnya keterampilan berpikir komputasional.