

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembelajaran fisika pada materi vektor memiliki karakteristik yang kompleks dan abstrak. Menurut Bollen et al., (2017) vektor adalah objek geometri yang memiliki besaran (panjang) dan arah yang umumnya divisualisasikan sebagai anak panah. Umar (2015) juga menyatakan bahwa vektor memiliki nilai dan arah, di mana panjang anak panah menggambarkan besaran vektor dan arah anak panah menunjukkan arah vektor. Notasi vektor dalam tulisan tangan biasanya dinyatakan dengan huruf yang disertai tanda panah. Vektor digunakan untuk merepresentasikan fenomena dunia nyata seperti kecepatan, gaya, dan perpindahan. Pembelajaran vektor tidak hanya menuntut pemahaman siswa terhadap sifat-sifat matematis, tetapi juga kemampuan visualisasi yang kuat untuk memahami representasi vektor.

Berdasarkan hasil wawancara, terungkap bahwa siswa mengalami kesulitan memvisualisasikan konsep vektor dalam berbagai situasi. Sifat abstrak vektor membuat siswa kesulitan mengaitkan teori dengan konteks nyata, yang pada akhirnya mengurangi makna dan relevansi kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep vektor secara lebih konkret dan aplikatif sehingga siswa lebih mudah memahami materi vektor. Kesulitan ini didukung oleh penelitian Wutchana et al., (2015) yang menunjukkan bahwa konsep dasar vektor belum sepenuhnya dikuasai oleh siswa. Budiarti (2019) menambahkan bahwa sifat abstrak vektor memerlukan imajinasi yang kuat dan

banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahaminya. Hal ini tampak dari pemahaman siswa mengenai konsep visualisasi proyeksi vektor. Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Arfin et al., (2024) bahwa faktor lain yang turut berperan dalam rendahnya hasil belajar pada materi vektor adalah kurangnya kemampuan mahasiswa dalam melakukan visualisasi konsep-konsep yang diajarkan. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan visualisasi dalam merepresentasi vektor merupakan faktor yang berpengaruh dalam mempelajari konsep fisika. Kurangnya pemahaman yang mendalam terhadap konsep ini dapat menghambat kemampuan siswa untuk mengaplikasikan konsep vektor dalam kehidupan nyata. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang dapat meningkatkan kemampuan visualisasi siswa terhadap konsep vektor.

Kesulitan yang dialami oleh siswa telah diatasi oleh guru dengan menggunakan media pembelajaran untuk memvisualisasikan materi vektor. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti, dalam menjelaskan materi vektor guru masih menggunakan media konvensional. Guru menyampaikan bahwa ketika mengajarkan konsep vektor, siswa langsung diminta untuk mempraktikkan langkah-langkahnya, misalnya berjalan ke arah utara sejauh empat langkah atau ke arah lainnya sesuai instruksi. Namun, guru berpendapat bahwa media yang digunakan dinilai belum cukup optimal dalam membantu siswa memvisualisasikan konsep vektor.

Beberapa peneliti sebelumnya menggunakan berbagai media inovatif untuk memfasilitasi visualisasi dalam pembelajaran. Visualisasi dalam konteks pembelajaran fisika merujuk pada kemampuan siswa untuk membayangkan dan memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Menurut Ryandi & Santri,

(2021) aplikasi geogebra sangat membantu siswa memahami konsep vektor dimana setiap titik-titik yang di input akan menimbulkan gambar dalam koordinat kartesius. Kanti et al., (2022) menambahkan bahwa pemanfaatan teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang memadukan elemen virtual dengan lingkungan fisik untuk menghasilkan informasi berdasarkan data dari sistem tertentu. AR berguna untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak agar lebih mudah dipahami dan menunjukkan struktur dari berbagai model objek. Selain itu, peneliti terdahulu telah mengembangkan media pembelajaran berupa video animasi berbasis *Animaker* untuk memudahkan siswa memahami materi vektor (Sidabutar & Reflina, 2022).

Meskipun berbagai pendekatan inovatif telah diusulkan, masih ada kekurangan yang ditemukan. Menurut Subakti & Listiani, (2022) aplikasi geogebra memiliki kekurangan yakni apabila penggunaan yang kurang tepat dapat merusak keterampilan dasar siswa. Oleh karena itu, perlu bimbingan dari guru agar aplikasi tersebut dapat digunakan dengan bijak. Menurut Kanti et al., (2022) kekurangan dari *Augmented Reality* yaitu teknologi AR memiliki beberapa keterbatasan, antara lain mudah terpengaruh oleh perubahan perspektif pengguna, masih terbatasnya aplikasi yang tersedia, serta kebutuhan memori yang besar pada perangkat yang digunakan. Menurut Sidabutar & Reflina, (2022) menyatakan bahwa aplikasi *Animaker* ini memiliki kekurangan yaitu fitur-fitur yang tersedia secara gratis tersebut terbatas sehingga diperlukan pembayaran untuk fitur premium.

Menanggapi kekurangan tersebut, peneliti melakukan pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* dengan model inkuiri

terstruktur untuk meningkatkan *computational thinking* diusulkan sebagai solusi dari permasalahan yang dialami oleh siswa. Pengembangan modul pembelajaran merupakan strategi efektif untuk meningkatkan mutu pendidikan. Sebagai sumber belajar mandiri yang terorganisir, modul membantu siswa memahami konsep secara sistematis dan terstruktur (Syalsabilla & Samsul Arif, 2023). Media *educational robotic* digunakan agar siswa dapat mempraktikkan konsep vektor secara langsung melalui visualisasi secara nyata oleh robot. Penggunaan media pembelajaran berbasis visual memberikan representasi konkret terhadap konsep atau terminologi tertentu, menunjukkan keterkaitan antar gagasan secara jelas, memudahkan siswa mengingat informasi melalui gambar, dan membuat proses belajar menjadi lebih menarik (Ramadani et al., 2022).

Memvisualisasikan materi melalui media *educational robotic* sangat terkait dengan kemampuan *computational thinking*. Sejalan dengan hasil kesimpulan *study literature* yang dilakukan oleh Maulidiyah & Anistyasari (2020) bahwa media robotika terbukti efektif meningkatkan kemampuan *computational thinking* siswa. Hal ini dicapai melalui aktivitas pemrograman yang dapat dioperasikan langsung dan diamati secara visual menggunakan robot. Siswa dapat meningkatkan kemampuan ini dengan mempelajari cara menggunakan blok-blok pemrograman untuk mengatur robot agar bergerak sesuai dengan perintah dan konsep yang diajarkan dalam materi. Didukung dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwasanya kemampuan *computational thinking* (CT) dapat ditingkatkan melalui pemrograman visual berbasis blok, seperti yang diterapkan dalam Scratch (Zhang & Nouri, 2019). Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan bahwasanya implementasi *computational thinking* melalui

pemrograman visual berbentuk blok telah berhasil diterapkan dan memberikan manfaat signifikan. Pendekatan ini membantu siswa lebih fokus pada logika dan konsep dasar pemrograman sambil menyediakan visualisasi yang jelas dan mudah dipahami (Wijanto et al., 2021). *Computational thinking* sejalan dengan keterampilan yang harus dimiliki siswa pada abad ke-21 karena membantu siswa berpikir kritis, sistematis, dan logis dalam menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, *computational thinking* menjadi fondasi penting dalam membentuk siswa yang adaptif terhadap perkembangan teknologi.

Penggunaan media robot dalam meningkatkan *computational thinking* dapat diintegrasikan pada sintak model inkuiri terstruktur, sehingga dapat mendorong siswa untuk aktif mengeksplorasi dan menemukan konsep secara mandiri namun terarah, sehingga memperkuat pemahaman dan keterampilan siswa secara komprehensif. Menurut Damhuri et al., (2020) menjelaskan bahwa pendekatan pembelajaran inkuiri terstruktur mendorong partisipasi aktif siswa, mengubah paradigma dari pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menjadi lebih interaktif. Model ini melibatkan siswa secara aktif dalam proses penemuan melalui kegiatan eksperimen terstruktur, mulai dari perumusan masalah hingga pengujian hipotesis menggunakan langkah-langkah pemecahan masalah sistematis (Handriani et al., 2015). Menurut Sulistiyo & Wijaya, (2020) menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan kemampuan menganalisis hingga memecahkan masalah. Masalah yang kompleks disederhanakan menjadi bagian-bagian kecil, proses menyederhanakan tersebut merupakan bagian dari kemampuan *computational thinking* yakni dekomposisi.

Sehingga dapat dinyatakan bahwa model inkuiri dapat berpotensi dalam meningkatkan kemampuan *computational thinking* siswa.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan pada penelitian ini:

1. Bagaimana tahap dan proses pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotics* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur?
2. Bagaimana hasil validasi ahli materi dan media terhadap modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur?
3. Bagaimana persepsi guru dan siswa terhadap penggunaan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur?
4. Bagaimana pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur dapat meningkatkan *computational thinking* dalam memvisualisasikan materi vektor?

1.3 Tujuan Pengembangan

Berikut merupakan tujuan pengembangan pada penelitian ini:

1. Menjelaskan tahap dan proses pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotics* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur.

2. Menganalisis validasi ahli materi dan media mengenai pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotics* menggunakan model pembelajaran inkuiri terstruktur.
3. Mengetahui persepsi guru dan siswa terhadap modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* dalam proses pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur.
4. Mengidentifikasi pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* menggunakan inkuiri terstruktur dapat meningkatkan *computational thinking* dalam memvisualisasikan materi vektor.

1.4 Spesifikasi Pengembangan

Pengembangan modul pembelajaran vektor ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa dengan memanfaatkan *educational robotics* dan pemrograman blok. Modul ini disusun secara sistematis dan dirancang dalam dua format, yaitu buku cetak dan versi elektronik, sehingga mudah diakses oleh siswa maupun guru. Dalam penggunaannya, modul ini memanfaatkan robot mBot sebagai media pembelajaran. Robot mBot dioperasikan melalui aplikasi pemrograman mBlock yang diinstal di komputer, memungkinkan siswa untuk memprogram robot secara langsung sesuai dengan materi yang sedang dipelajari.

Materi pada modul telah disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka yang diterapkan di sekolah, dan mencakup konsep-konsep dasar vektor yang dikaitkan dengan penggunaan robot dalam pembelajaran. Modul ini dirancang untuk mendorong pengembangan kemampuan *computational thinking* siswa melalui kegiatan pemrograman robot dan eksperimen langsung di lapangan untuk

memvisualisasikan materi vektor. Proses pembelajaran diawali dengan penyajian masalah kontekstual yang harus dipecahkan siswa menggunakan robot, kemudian dilanjutkan dengan diskusi dan analisis hasil. Modul ini menerapkan model pembelajaran inkuiri terstruktur, yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi dan menemukan konsep-konsep vektor secara bertahap dan sistematis, namun tetap dalam bimbingan guru. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan *computational thinking* siswa secara optimal.

1.5 Pentingnya Pengembangan

Pengembangan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* sangat penting dalam menjawab tantangan pendidikan di era digital. Dalam konteks pembelajaran vektor, siswa sering kali kesulitan memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang ada. Modul ini dirancang untuk mengatasi kesulitan tersebut dengan mengintegrasikan teknologi robotik yang memungkinkan siswa untuk melihat langsung penerapan konsep vektor melalui pemrograman robot, sehingga pembelajaran menjadi lebih nyata dan mudah dipahami.

Modul ini dirancang untuk meningkatkan *computational thinking* siswa agar dapat memvisualisasikan materi vektor melalui media robot. Dengan menggunakan pemrograman blok yang sederhana namun efektif, siswa dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir logis. Penerapan model inkuiri terstruktur dalam modul ini mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis. Pengembangan modul ini memberikan nilai tambah dalam peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah. Melalui pendekatan inovatif ini, guru dapat

menyajikan materi yang lebih menarik dan interaktif, sementara siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar. Modul ini berpotensi menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah rendahnya kemampuan visualisasi dan berpikir komputasional di kalangan siswa, sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pendidikan.

1.6 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Berikut merupakan asumsi pengembangan dari penelitian ini:

1. *Educational* robot diyakini mampu membantu siswa memahami konsep vektor secara lebih konkret dan interaktif serta memberikan visualisasi nyata terhadap konsep-konsep abstrak.
2. Modul dirancang menggunakan model inkuiri terstruktur yang memberikan panduan sistematis bagi siswa dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah melalui penggunaan robot edukatif.
3. Penggunaan modul pembelajaran vektor berbasis *educational robotic* ini diasumsikan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep vektor serta mengembangkan kemampuan *computational thinking*.
4. Validasi ahli dan umpan balik dari guru dan siswa diharapkan menunjukkan relevansi isi modul terhadap kurikulum, efektivitas dalam meningkatkan *computational thinking* dalam pembelajaran di SMA.
5. Keberhasilan implementasi modul juga bergantung pada kecakapan guru dalam menggunakan teknologi, khususnya dalam mengoperasikan *educational robotic* dan memanfaatkan pemrograman mBlock.

6. Modul ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas proses belajar mengajar serta mendukung tercapainya tujuan pembelajaran dan pengembangan kompetensi abad 21 salah satunya yakni *computational thinking*.

Berikut merupakan keterbatasan pengembangan dari penelitian ini:

1. Pengembangan modul ini terbatas pada materi vektor dan belum mencakup materi lain, sehingga penggunaannya tidak bersifat menyeluruh untuk semua konsep dalam pembelajaran fisika.
2. Pelaksanaan pembelajaran dengan modul ini membutuhkan perangkat robotik seperti mBot dan laptop yang memadai yang mungkin belum tersedia di semua sekolah, terutama di daerah dengan keterbatasan fasilitas teknologi.
3. Meskipun modul ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking*, efektivitas penerapannya sangat bergantung pada kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi robotik serta kesiapan siswa dalam memahami pemrograman blok.
4. Penelitian ini menggunakan desain pengembangan ADDIE yakni analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Namun, pada penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan, sehingga efektivitas modul pada implementasi nyata di kelas atau dalam skala luas belum sepenuhnya diuji.

1.7 Definisi Istilah

Berikut adalah beberapa istilah yang sering muncul dalam skripsi ini:

1. Modul merupakan unit pembelajaran yang berisi materi ajar, latihan, dan aktivitas yang dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran spesifik. Modul disusun dengan langkah-langkah yang jelas dan

terstruktur untuk membantu siswa memahami dan menerapkan konsep yang dipelajari.

2. *Educational robotic* merujuk pada penggunaan teknologi robotik sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran untuk mengajarkan berbagai konsep dan keterampilan, seperti matematika, sains, dan teknik. *Educational robotic* mengintegrasikan teknologi robotik dengan tujuan pendidikan, memungkinkan siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung dalam memprogram dan mengendalikan robot.
3. Pemrograman Blok adalah metode pemrograman visual yang menggunakan blok-blok grafis yang dapat diseret dan dipasang untuk membuat kode program. Metode ini mempermudah siswa dalam memahami logika pemrograman dan alur kontrol tanpa harus berurusan dengan sintaksis yang kompleks, sehingga cocok untuk pemula.
4. Inkuiri Terstruktur adalah pendekatan pembelajaran di mana siswa mengikuti serangkaian langkah sistematis untuk menyelidiki masalah atau fenomena. Pendekatan ini melibatkan identifikasi masalah, pengumpulan dan analisis data, serta penarikan kesimpulan berdasarkan temuan. Model ini dirancang untuk mendorong siswa berpikir kritis dan analitis.
5. Visualisasi Konsep adalah proses membuat representasi grafis dari ide atau informasi untuk memudahkan pemahaman dan interpretasi. Dalam konteks pembelajaran, visualisasi konsep membantu siswa memahami abstraksi atau materi kompleks dengan cara yang lebih jelas dan mudah dipahami melalui gambar, diagram, atau model.

6. *Computational Thinking* adalah keterampilan berpikir yang melibatkan pemecahan masalah dengan cara yang mirip dengan metode pemrograman komputer. Ini termasuk kemampuan untuk memecah masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, mengidentifikasi pola, membuat algoritma, dan menyusun solusi secara sistematis. *Computational thinking* adalah keterampilan penting dalam era digital dan teknologi.
7. Materi Vektor dalam Fisika mencakup konsep dan aplikasi vektor untuk menggambarkan besaran yang memiliki arah dan besar, seperti gaya, kecepatan, dan percepatan. Konsep vektor penting untuk memahami bagaimana berbagai kekuatan dan gerakan saling berinteraksi dalam sistem fisika dan untuk menyelesaikan masalah terkait dengan arah dan magnitudo dalam konteks fisika.