

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Penentu perubahan di era disrupsi terdiri atas tiga hal yaitu basis data, sumber daya manusia, dan teknologi (Sarwi dkk., 2019). Salah satu penentu perubahan tersebut adalah teknologi yang berdampak pada meningkatnya tuntutan bagi masyarakat untuk segera menyesuaikan diri dengan perubahan zaman (Sarwi dkk., 2019). Era *super smart society 5.0* hadir dengan tantangan baru, yakni mengatasi permasalahan sosial yang timbul akibat inovasi era *industry 4.0* yaitu seperti kecerdasan buatan, *internet of things*, teknologi robot, dan *big data* yang dapat menggantikan peran tenaga kerja manusia (Holroyd, 2022). *Era super smart society 5.0* bertujuan untuk membentuk manusia yang berorientasi pada teknologi, sehingga masyarakat dapat menikmati kualitas hidup yang lebih baik, aktif, dan nyaman (Fadhilah, 2022).

Perubahan di era ini tidak dapat dihindari oleh siapa pun, sehingga diperlukan persiapan sumber daya manusia (SDM) yang memadai agar dapat menyesuaikan diri dan bersaing secara global (Fadhilah, 2022). Peningkatan kualitas SDM melalui pendidikan, mulai dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi, menjadi kunci untuk mengikuti perkembangan Revolusi Industri 5.0 (Fadhilah, 2022).

Pada abad ke-21, dunia pendidikan menghadapi tantangan yang semakin menuntut penyesuaian dengan perkembangan zaman, di mana keterampilan abad-21 menjadi bagian penting dari sistem pendukung pendidikan yang mengarahkan kondisi belajar peserta didik (Fadhilah, 2022). Di abad ke-21, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berlangsung dengan sangat cepat (Shofatun dkk., 2024). Kerangka kerja abad ke-21 menekankan peserta didik menguasai pengetahuan serta berbagai keterampilan lunak, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, inovasi, komunikasi, dan keterampilan dalam informasi dan teknologi (Sarwi dkk., 2019; Stehle & Peters-Burton, 2019; Stein, 2021). Keterampilan abad ke-21 didefinisikan sebagai sekumpulan kemampuan esensial yang diperlukan untuk beradaptasi dengan dunia kerja dan peluang karier masa kini, khususnya dalam pengelolaan teknologi (Martín-Páez dkk., 2019).

Sumber daya manusia yang mempunyai kualitas tinggi pada zaman industrialisasi, digitalisasi, dan globalisasi merupakan tujuan pendidikan sains di abad ke 21 (Winarni dkk, 2022). Salah satu inovasi pendidikan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan global adalah menggabungkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) ke dalam proses pembelajaran (Shofatun dkk., 2024). Pembelajaran STEM mampu melatih peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam merancang solusi sebagai upaya pemecahan masalah yang berkaitan dengan lingkungan dengan memanfaatkan teknologi (Martín-Páez dkk., 2019).

Sistem pendidikan STEM pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat dan kemudian meraih popularitas melalui program reformasi pendidikan di berbagai negara (Ültay, 2022). Siekmann & Korbel (2016) menyatakan bahwa pendidikan dan pengajaran STEM digambarkan dengan cara menghubungkan empat disiplin ilmu dengan tujuan untuk mengembangkan kemampuan masyarakat melalui pendidikan teknik dan ilmiah yang berfokus pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

STEM menitikberatkan pada penerapan prinsip-prinsip sains dan matematika dalam menyelesaikan masalah-masalah nyata, serta mendorong pembelajaran yang bersifat langsung, berbasis inkuiri, dan berfokus pada pemecahan masalah (Kelley dkk., 2020). STEM adalah singkatan yang digunakan untuk merujuk pada pendidikan atau pekerjaan di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (McDonald, 2016). Pendidikan STEM merupakan bidang pendidikan yang mengintegrasikan empat disiplin utama yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Adam & Halim, 2019). Banyak negara di seluruh dunia menjadikan pendidikan STEM sebagai prioritas, serta menyesuaikan sistem pendidikan mereka agar dapat bersaing di abad ke-21 (Cevik dkk., 2024).

Penelitian mengenai STEM di Indonesia mulai berkembang sejak 2014, dengan kajian yang semakin meluas, meskipun implementasinya masih tergolong baru karena guru menghadapi berbagai tantangan dalam penerapannya (Jeanny dkk., 2023). Pendidikan STEM kini dianggap sebagai pendekatan alternatif yang efektif dalam pembelajaran sains untuk membangun keterampilan abad ke-21 dan kesiapan global, namun penerapannya masih terbatas. Implementasi STEM di

Indonesia masih menghadapi tantangan besar. Berdasarkan penelitian, sebagian besar guru sains memahami konsep pendidikan STEM terpadu, tetapi lebih dari setengahnya belum pernah mengimplementasikan pendekatan tersebut di kelas (Muchtar & Ding, 2024). Selain itu, terdapat kesenjangan dalam penerapan STEM di berbagai wilayah, dengan pemahaman lebih baik di beberapa daerah di Jawa dibandingkan daerah lain (Nugroho dkk., 2019).

Hasil penelitian dari Susanti dkk., (2020) menunjukkan bahwa guru sekolah dasar di Yogyakarta belum siap mengimplementasikan STEM, sehingga dukungan pemerintah dan sekolah sangat dibutuhkan, baik dalam penyediaan pelatihan berkelanjutan maupun fasilitas yang memadai, agar penerapan STEM dapat berjalan optimal. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi lintas sektor untuk mendesain ulang program pelatihan dan pengembangan guru (Permanasari dkk., 2021).

Selain itu, Widiyatmoko dkk., (2024) menyatakan bahwa calon guru sains dan matematika memiliki pemahaman yang sangat baik tentang definisi pembelajaran berbasis STEM. Namun, pemahaman mereka mengenai tujuan, manfaat, aspek, komponen, karakteristik, serta implementasi pembelajaran berbasis STEM berada pada kategori baik, dengan nilai rata-rata di setiap aspek antara 3,69 hingga 4,11.

Pembelajaran berbasis STEM berpotensi meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik, namun berbagai tantangan yang dihadapi oleh guru, seperti keterbatasan pengetahuan tentang sumber daya digital, keterampilan pembuatan alat pembelajaran, dan dukungan fasilitas, membutuhkan stimulasi serta pendampingan dari pemerintah dan peneliti guna memastikan implementasi STEM dapat merata di seluruh Indonesia (Jeanny dkk., 2023).

Dari penelitian N Remziye Ergül (2021) menyatakan bahwa hanya 4,38% dari calon guru sains dan matematika dari Fakultas Pendidikan Uludag Bursa, yang berpengalaman yang memiliki kompetensi STEM, yang artinya bahwa sebagian besar tidak memiliki kompetensi STEM. Bartels dkk (2019) menyatakan bahwa para guru calon guru di sebuah universitas swasta kecil di bagian tengah Amerika Serikat, memiliki pemahaman yang terbatas tentang bagaimana mengintegrasikan disiplin ilmu STEM ke dalam pelajaran yang mereka ampu.

Para ahli pendidikan saat ini menyadari bahwa perkembangan pesat teknologi dan ilmu pengetahuan di abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki pengetahuan, keterampilan, dan kompetensi yang sesuai agar dapat menghadapi tantangan dunia modern dengan sukses (Baghoussi & Zoubida El Ouchdi, 2019). Dalam konteks ini, Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) telah muncul sebagai pendekatan yang membuka peluang bagi pengalaman belajar nyata dan tugas pemecahan masalah di luar lingkungan kelas (Baghoussi & Zoubida El Ouchdi, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek merupakan pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada proyek yang memfasilitasi peserta didik untuk memecahkan masalah pada proyek tersebut (Winarni dkk., 2022). Pembelajaran berbasis proyek telah menjadi suatu metode pendekatan yang menyeluruh dalam proses pengajaran dan pembelajaran di ruang kelas, yang bertujuan untuk melibatkan peserta didik dalam penyelidikan masalah yang nyata (Blumentfeld dkk., 2011).

Pendidikan STEM di Indonesia juga mengandalkan metode *Project Based Learning* (PjBL) sebagai pendekatan utama karena terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains, keterampilan abad ke-21, dan hasil belajar siswa lainnya (Khotimah dkk., 2021). Pendekatan pengajaran STEM yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan pengetahuan dan keterampilan yang harus dimiliki guru dalam pengajaran abad ke-21, dengan peran guru sebagai elemen krusial terutama dalam konteks pelatihan guru (Ceylan & Ozdilek, 2015) (Margot & Kettler, 2019).

Kemudian Sulaeman dkk (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sebagian besar guru fisika dari 4 pulau besar di Indonesia sudah mengenal dengan konsep pembelajaran STEM dan mengintegrasikannya dengan fisika, namun hanya sekitar setengah yang pernah mengajar STEM. Banyak penelitian dengan objek peserta didik tentang STEM-pembelajaran berbasis proyek yang berpengaruh kepada pembelajaran diantaranya yaitu penelitian (Purwaningsih dkk., 2020) menyatakan bahwa dengan STEM-PjBL secara signifikan berpengaruh positif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Dari Kurniahtunnisa dkk., (2023) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dalam STEM efektif

dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, kolaboratif, dan komunikatif peserta didik dengan tingkat keahlian tinggi.

Pelaksanaan yang efektif dari model pendidikan STEM bergantung pada pelatihan guru yang memadai dengan kualitas yang diperlukan (Ergül, 2021). Sebagai calon pendidik di era abad ke-21, terdapat beragam pendekatan pembelajaran yang telah berkembang. Mahasiswa yang akan menjadi calon pendidik diharapkan memahami dan menciptakan iklim pembelajaran yang mendukung kegiatan di kelas (Dewi dkk, 2023).

Fakta di lapangan tentang pembelajaran STEM yang diperoleh dari penyebaran angket kepada guru sains di Jawa Barat, sekitar 8,7% guru sains masih belum mengetahui tentang pembelajaran STEM sedangkan 91,3% guru sains mengetahui tentang STEM yaitu perpaduan antara sains, teknik, teknologi, dan matematika. Penerapan STEM pada pembelajaran masih ada yang belum menerapkan STEM. Faktor guru yang belum menerapkan STEM diantaranya yaitu kurangnya dukungan dari pihak sekolah, kurangnya sumber daya, kurangnya tenaga pendidik yang kompeten.

Berdasarkan studi pendahuluan, sebanyak 28 responden dari mahasiswa Pendidikan fisika memberikan jawaban mengenai pemahaman mereka terhadap STEM. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas responden memahami STEM sebagai pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan empat bidang utama, yaitu Sains, Teknologi, Teknik (*Engineering*), dan Matematika. Pendekatan ini dipandang sebagai cara interdisipliner untuk menyelesaikan masalah nyata melalui pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Responden juga menekankan pentingnya integrasi pengetahuan untuk mendorong keterampilan berpikir kritis, kreativitas, serta pemecahan masalah. Selain itu, STEM dianggap relevan dalam membekali siswa dengan kompetensi yang diperlukan untuk menghadapi tantangan abad ke-21, termasuk kemampuan menerapkan ilmu pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata.

Penelitian ini memilih mahasiswa calon guru fisika sebagai subjek utama dengan sejumlah pertimbangan. Peneliti memiliki latar belakang pendidikan di bidang matematika, sehingga fokus diarahkan pada mahasiswa calon guru yang sedang mempersiapkan diri menjadi pendidik. Dalam konteks ini, calon guru

dianggap sebagai kelompok yang paling relevan untuk dievaluasi dalam penguasaan kompetensi STEM tanpa perlu mempertimbangkan pengalaman mengajar yang telah dimiliki oleh guru aktif.

Penelitian pada guru aktif membutuhkan pengumpulan data yang lebih kompleks, melibatkan berbagai situasi lapangan dengan keragaman yang tinggi. Hal ini memerlukan perencanaan logistik yang rumit, terutama dengan adanya keterbatasan waktu dan sumber daya. Pemilihan calon guru fisika memiliki relevansi strategis dengan pengembangan pendidikan, karena mereka berada pada tahap awal pembangunan kompetensi pedagogik dan profesional. Calon guru juga lebih terbuka terhadap pendekatan baru, seperti pembelajaran berbasis STEM, yang sesuai dengan tuntutan keterampilan abad ke-21 (Burton dkk., 2022). Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pelatihan pada calon guru memberikan dampak signifikan terhadap kemampuan mereka dalam mengimplementasikan pembelajaran inovatif di masa depan (Neslihan Ültay 2022).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut.

1. Bagaimana kemampuan calon guru fisika dalam menyelesaikan masalah menggunakan STEM berbasis proyek?
2. Bagaimana kemampuan calon guru fisika dalam mendesain pembelajaran STEM berbasis proyek?
3. Bagaimana kemampuan calon guru fisika dalam mengimplementasikan desain pembelajaran STEM berbasis proyek pada kegiatan belajar mengajar?
4. Bagaimana hubungan antara kemampuan dalam menyelesaikan masalah STEM berbasis proyek dengan kemampuan dalam mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran STEM berbasis proyek?
5. Bagaimana desain pembelajaran *Micro Teaching* yang membekali mahasiswa dengan keterampilan penyelesaian masalah menggunakan STEM berbasis proyek?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kemampuan calon guru fisika dalam menyelesaikan masalah menggunakan STEM berbasis proyek
2. Mendeskripsikan kemampuan calon guru fisika dalam mendesain pembelajaran STEM berbasis proyek.
3. Mendeskripsikan kemampuan calon guru fisika dalam mengimplementasikan desain pembelajaran STEM berbasis proyek pada kegiatan belajar mengajar
4. Mengetahui hubungan antara kemampuan dalam menyelesaikan masalah STEM berbasis proyek dengan kemampuan dalam mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran STEM berbasis proyek
5. Mendesain pembelajaran *Micro Teaching* yang membekali mahasiswa dengan kemampuan penyelesaian masalah menggunakan STEM berbasis proyek

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan model pembelajaran STEM berbasis proyek yang lebih efektif dan relevan dengan konteks pendidikan di Indonesia. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun pedoman atau kerangka kerja dalam merancang pembelajaran STEM.
 - b. Penelitian ini akan menambah khazanah ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan fisika, dengan memberikan data empiris mengenai kemampuan calon guru dalam merancang pembelajaran STEM. Hasil penelitian dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah sehingga dapat dimanfaatkan oleh peneliti lain sebagai referensi.
2. Manfaat Praktis
 - a. Hasil penelitian dapat memberikan masukan kepada lembaga pendidikan, khususnya perguruan tinggi, untuk meningkatkan kualitas program pendidikan guru fisika. Kurikulum dan program praktikum dapat disesuaikan agar lebih

menekankan pada pengembangan kemampuan merancang pembelajaran STEM.

- b. Penelitian ini dapat menjadi bahan acuan bagi guru fisika dalam mengembangkan kompetensinya dalam merancang pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik.
- c. Dengan adanya guru yang memiliki kemampuan merancang pembelajaran STEM yang baik, diharapkan kualitas pembelajaran peserta didik dapat meningkat. Peserta didik akan lebih aktif, kreatif, dan termotivasi dalam belajar.
- d. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun kebijakan pendidikan yang mendukung implementasi pembelajaran STEM di sekolah.

E. Kerangka Berpikir

Hasil dari studi pendahuluan yang dilakukan kepada guru serta hasil dari studi literatur diperoleh informasi bahwa guru memiliki keterbatasan dalam mengintegrasikan pembelajaran STEM ke pelajaran yang diampu (Bartels et al., 2019) serta ada yang belum mengimplementasikan STEM dalam pembelajaran dikarenakan kurangnya sumber daya. Penerapan STEM dalam pembelajaran membutuhkan pemahaman konsep STEM.

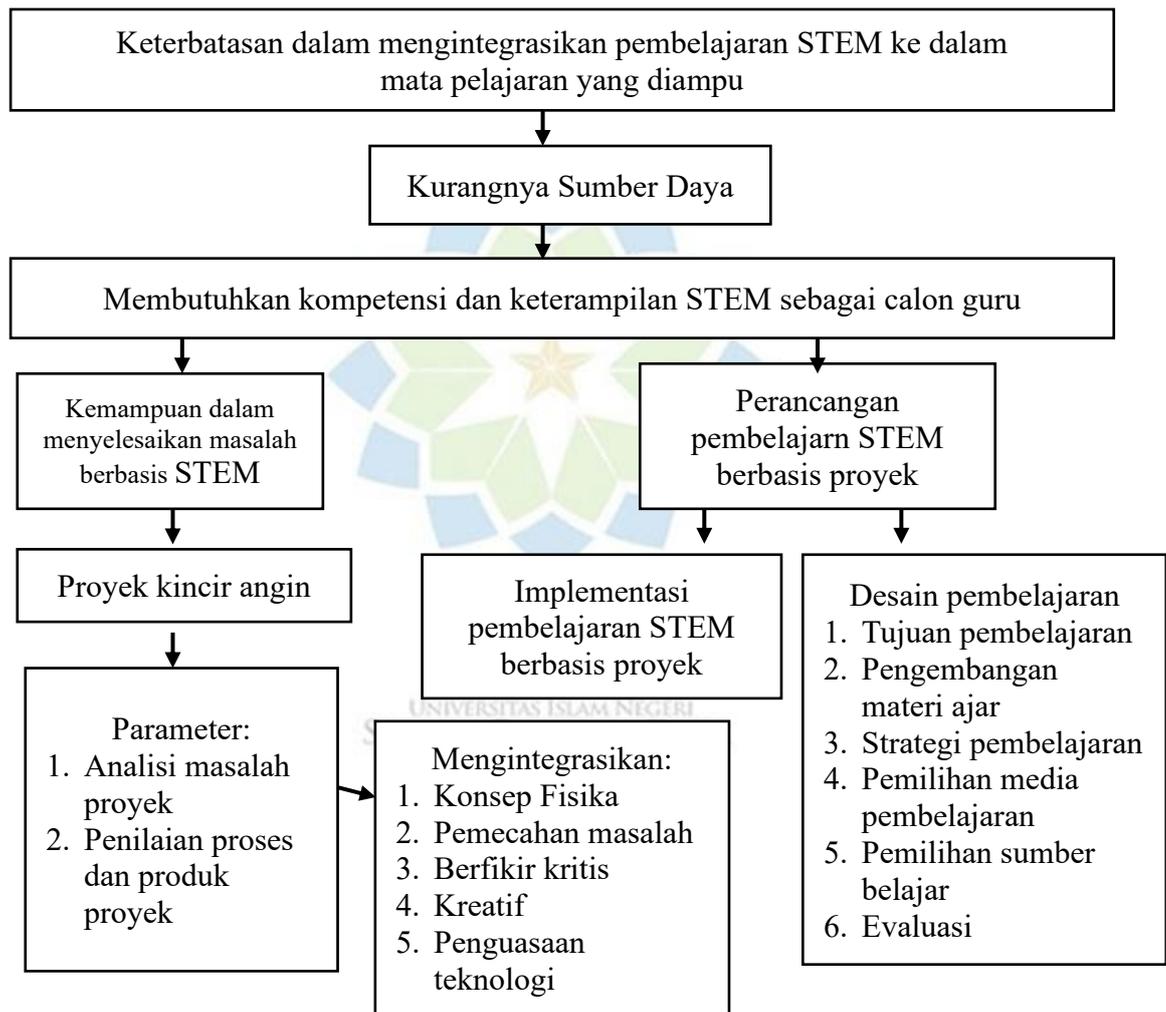
Pada dunia pendidikan istilah STEM tidak asing didengar, tetapi muncul pertanyaan tentang bagaimana guru untuk merencanakana dan menyampaikan pelajaran STEM. Perencanaan merupakan sebuah jaringan yang kompleks untuk menyatukan latar belakang pengetahuan dan kompenen komponen utama dari rencana pembelajaran yang berkualitas (Bartels dkk., 2019)

Penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kompetensi dan keterampilan STEM yang harus dikuasai untuk diimplementasikan pada kegiatan belajar mengajar, kemampuan calon guru fisika mendesain pembelajaran STEM berbasis proyek dan kemampuan calon guru dalam mengajar pembelajaran STEM berbasis proyek.

Kompetensi dan keterampilan STEM didesain melalui proyek pembuatan kincir angin sebagai penyelesaian masalah dari keterbatasan energi listrik di daerah tertentu. Melalui proyek ini, diharapkan calon guru dapat mengintegrasikan konsep

fisika, pemecahan masalah, berfikir kritis, kreatif dan penguasaan teknologi sebagai elemen STEM ke dalam desain pembelajaran. Sehingga calon guru fisika mampu mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas untuk disampaikan kepada peserta didik.

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka peneliti menggambarkan melalui skema alur kerangka berpikir penelitian yang ditunjukkan pada **Gambar 1.1.** berikut:



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir penelitian

F. Hipotesis

Berikut hipotesis dalam penelitian ini yaitu

H_0 : Tidak terdapat hubungan antara kemampuan dalam menyelesaikan masalah STEM berbasis proyek dengan kemampuan dalam mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran STEM berbasis proyek.

H_1 : Terdapat hubungan antara kemampuan dalam menyelesaikan masalah STEM berbasis proyek dengan kemampuan dalam mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran STEM berbasis proyek.

