BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Termodinamika merupakan satu diantara banyaknya materi pada pembelajaran fisika. Materi termodinamika telah diintegrasikan dalam Kurikulum 2013 sebagai bagian dari mata pelajaran fisika. Saat ini, dengan adopsi Kurikulum Merdeka, termodinamika tetap menjadi salah satu materi yang diajarkan kepada siswa kelas sebelas. Materi termodinamika merupakan salah satu materi yang masih dianggap sulit, sebab termodinamika memiliki konsep yang abstrak, kompleks dan sulit divisualisasikan sehingga membuat siswa sulit untuk memahami konsep yang diajarkan oleh pendidik (Hawa et al., n.d.; Husein et al., 2019; Mitropoulos et al., 2024; Villaruz et al., 2022). Sebanyak 64% siswa masih kesulitan dalam memahami materi termodinamika berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan. Kesulitan dalam mempelajari termodinamika telah terjadi selama beberapa dekade terakhir hingga saat ini (Mulop et al., 2012). Beberapa kesulitan umum yang sering dihadapi saat pembelajaran Termodinamika oleh siswa yakni seperti menginterpretasikan grafik, menguasai persamaan fisis dan interpretasinya, serta memahami konsep-konsep termodinamika dan aplikasinya dalam kehidupan (Harjono & Sahidu, n.d.). Agar dapat mengatasi kesulitan dalam belajar materi termodinamika, salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh para siswa adalah kemampuan berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan penting yang harus dimiliki siswa di abad ke-21 (Beswick & Fraser, 2019; Nainggolan & Purwaningsih, 2024; Prafitasari, 2021; Prayogi et al., 2018; Putri & Istiyono, n.d.). Pada proses pembelajaran di abad 21 ini juga memberikan perhatian khusus terhadap pendekatan kreatif, kritis, perspektif, inovatif dan turut ikut serta dalam memecahkan masalah kompleks yang ada (Zhang et al., 2020). Begitu juga yang telah disinggung sebelumnya dimana untuk dapat memahami materi Termodinamika membutuhkan keterampilan berpikir kritis seperti menganalisis, menginterpretasi, dan mengevaluasi informasi. Hal ini sesuai yang disampaikan

oleh Anderson dalam bukunya dimana kemampuan berpikir kritis ini memiliki kemampuan diantaranya analisis (C4) dan Kombinasi (C6) (Putranta & Kuswanto, 2018). Sehingga dapat dikatakan kemampuan berpikir kritis ini sangat penting untuk menyelesaikan masalah dan dalam belajar khususnya materi Termodinamika. Selain itu tentunya untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, tidak dapat hanya menggunakan pendekatan pembelajaran tradisional seperti ceramah, membaca buku teks, namun diperlukan pembelajaran yang inovatif dan efektif untuk dapat membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Salah satu pembelajaran yang inovatif dan efektif yakni menggunakan e-modul dalam pembelajaran.

Penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran menjadi salah satu hal yang penting dalam pembelajaran, sebab penggunaan e-modul sebagai sumber belajar menjadi bagian penting dalam mempengaruhi pembelajaran (Grabinski et al., 2020). Dikatakan pula bahwasanya penggunaan e-modul interaktif mampu memudahkan siswa dalam belajar, dengan maksud siswa dapat belajar dimana saja dengan e-modul tersebut dengan mudah, dengan sedikit bantuan pendidik (Baring & Berame, 2022; Suprpto et al., 2021). Hal ini sesuai dengan pembelajaran di era ini, yang dimana menempatkan siswa/siswi sebagai pusat pembelajaran. Sejalan dengan penerapan kurikulum merdeka, dimana harapan dari penerepan kurikulum merdeka memberikan kebebasan kepada unit-unit pendidikan, guru, dan siswa, sehingga siswa memiliki kesempatan dalam melakukan pembelajaran secara mandiri dan kreatif (Sarnoto, 2024). Sehingga pembelajaran mandiri yang dilakukan oleh siswa ini sesuai atau sejalan dengan kurikulum merdeka, dan dari hal tersebut tentunya dibutuhkan media pembelajaran yang mendukung pembelajaran secara mandiri, salah satunya e-modul. Sehingga dengan adanya e-modul siswa dapat belajar dimana saja dan kapan saja, serta dengan menggunakan e-modul dapat memberikan pengalaman belajar yang menarik dan *engaging* bagi siswa. Namun e-modul yang baik adalah e-modul yang berisi konsep yang mampu dipahami oleh para siswa (Song et al., 2021).

Begitu pula saat menyampaikan konsep fisika para pendidik dapat memberikan stimulus berupa pemberian konsep dalam beberapa bentuk format

yang berbeda, hal ini dikarenakan setiap anak memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Hal ini bisa dibantu dengan menggunakan Multipel representasi, yang dimana dalam memberikan konsep diberikan beberapa format representasi seperti diagram, tampilan grafis, dan ekspresi simbolik (Ferreira & Lawrie, 2019). Selain itu dengan menerapkan Multipel representasi dalam proses pembelajaran ternyata dihasilkan bahwa para siswa akan belajar lebih efektif dan efisien ketika mereka aktif dalam memproses informasi dengan banyak representasi (Hochberg et al., 2020). Dalam pembelajaran menggunakan Multipel representasi, akan diberikan berbagai bentuk representasi seperti gambar, kata-kata, simbol dan grafik dalam menyampaikan konsep kepada siswa. Pemberian stimulus tersebut merupakan salah satu bentuk dari bantuan dengan menggunakan scaffolding, yakni masuk kedalam bentuk modeling. Scaffolding merupakan salah satu bentuk pendampingan (*apprenticeship*) kognitif yang dapat dipilih untuk meningkatkan belajar siswa (Rahmatiah & Kusairi, 2016). Berdasarkan hal tersebut scaffolding dalam proses pembelajaran ini mengacu kepada pada metode pengajaran yang dirancang untuk membantu siswa memahami konsep fisika yang rumit dengan lebih baik. Tujuan pemberian scaffolding yakni sebagai upaya membantu siswa untuk meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran dan berhasil menyelesaikan tugas yang diberikan melebihi kemampuan mereka saat ini (Y. M. Huang & Huang, 2015; Kim et al., 2018; van de Pol et al., 2019). Sehingga pemberian stimulus berupa gambar, grafik, dan persamaan matematis dalam proses pembelajaran ini merupakan kegiatan yang mampu menstimulus siswa untuk dapat berpikir secara kritis.

Studi pendahuluan juga dilakukan dengan menyebarkan kuesioner/angket analisis kebutuhan melalui *Google Forms*. Analisis dilakukan pada SMA di Bekasi. Sebanyak 70 siswa, dan 8 pendidik Fisika berkontribusi dalam mengisi angket analisis kebutuhan yang telah diberikan. Hasil analisis kebutuhan siswa tentang pembelajaran fisika, menghasilkan bahwa sebanyak 77% siswa senang belajar fisika. Pada jenjang fase F siswa merasa materi yang sulit dipahami diantaranya 19% pada materi Dinamika Rotasi Keseimbangan benda tegar, 14% pada materi Termodinamika, 13% pada materi Momentum Impuls, 12% di materi Vektor, 9% di materi Kinematika, 8% di materi Dinamika, 5% di materi Gelombang dan Gerak

Harmonik Sederhana. Materi – materi tersebut dirasa sulit dipahami dengan alasan 41% materi mengandung banyak istilah dan simbol, 28% materi terlalu abstrak dan sulit dipahami, 22% materi tidak sesuai dengan gaya belajar, dan 10% siswa berasal materi yang disediakan oleh pendidik disajikan dengan tidak menarik.

Studi pendahuluan tidak hanya dilakukan kepada siswa, namun dilakukan kepada para pendidik. Sebanyak 8 Pendidik Fisika di SMA Bekasi berkontribusi dalam pengisian angket. Hasil analisis kebutuhan didapatkan bahwa, para pendidik masih mengalami kesulitan dalam menyampaikan materi fisika kepada siswa di Fase F. Materi yang dirasa sulit disampaikan pada proses pembelajaran di Fase F diantaranya yakni 33% pada materi Vektor, 20% pada materi Termodinamika dan Dinamika Rotasi dan Keimbangan Benda Tegar, 13% pada materi Gerak Harmonik sederhana, 7% pada materi Kinematika dan Dinamika. Kesulitan menyampaikan materi kepada siswa ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya 43% pendidik merasa kurangnya media pembelajaran yang menarik dan interaktif, 36% merasa kurangnya pemahaman siswa terhadap konsep-konsep materi tersebut. 14% merasa kurangnya waktu untuk menyampaikan materi tersebut, dan sebanyak 7% merasa kurangnya motivasi siswa untuk mempelajari materi tersebut. Sedangkan media pembelajaran yang digunakan oleh para pendidik pada proses pembelajaran diantaranya yakni 32% Buku paket, 21% Software pembelajaran dan Simulasi, 16% menggunakan Web, 5% pendidik yang menggunakan media pembelajaran berupa e-modul dan LKS.

Saat melakukan proses pembelajaran tentu pendidik memerlukan bantuan untuk menyampaikan materi yang akan disampaikan, salah satu bantuan diantaranya scaffolding. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya dimana scaffolding ini merupakan salah satu bentuk pendampingan belajar yang dimana untuk membantu siswa dalam meningkatkan hasil belajarnya. Sebanyak 63% pendidik kadang-kadang menerapkan bantuan scaffolding dalam pembelajaran, 25% pendidik sering menerapkan scaffolding, 12% selalu menerapkannya dalam proses pembelajaran. 1 dari 8 pendidik sangat menyadari tentang konsep dan prinsip mengenai scaffolding, 4 pendidik menyadari mengenai konsep dan prinsip scaffolding dalam pembelajaran, 3 pendidik bersikap Netral mengenai konsep dan

prinsip scaffolding tersebut. 17% pendidik berharap bahwasanya e-module dengan berbasis Multipel representasi berbantuan scaffolding ini mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa, menyediakan variasi representasi untuk memahami konsep yang kompleks, dan mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara lebih mendalam.

Sejalan dengan hal tersebut dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika, sejumlah hasil penelitian yang sejalan dengan penelitian yang akan diambil diantaranya yakni dilakukan oleh Rizki dalam judul penelitian "*Electronic thermodynamics teaching materials based on authentic learning to practice students' problem-solving skills: Aspects of validity*" dimana ia melakukan pengembangan e-modul termodinamika dengan menggunakan model pengembangan ASSURE (*Analyze, State Standards and Objectives, Select Media and Materials, Utilize Media and Materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise*) dimana e-modul tersebut mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa, namun kelemahan dari penelitian tersebut yakni penelitian ini dilakukan pada kelompok kecil, sehingga hasil penelitiannya mungkin tidak dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas. Selain itu penelitian tentang pengembangan e-modul juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu seperti Isni dalam judul penelitian "*Designing electronic module based on learning content development system in fostering students' multirepresentation skills*" hasil penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Multipel representation* dimana untuk mengembangkan kemampuan representasi yang beragam pada materi optik geometri, selain itu didapatkan dimana pada kemampuan Multipel representasi yang cenderung digunakan oleh siswa adalah representasi simbolik, namun kelemahan dari penelitian tersebut yakni populasi penelitian terbatas, dan desain penelitiannya sederhana menggunakan quasi-eksperimental dengan kelompok tunggal, sehingga kemungkinan terdapat variabel lain yang mempengaruhi hasil penelitian.

Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh I Made Astra dalam judul "*Development of e-module based on interactive lecture demonstrations to improve students learning outcomes in high school on the direct current electrical circuit*

materials” penelitian tersebut menggunakan model pengembangan ADDIE, pengembangan tersebut menghasilkan e-modul berbasis *Interactive Lecture Demonstrations* (ILD) pada rangkaian Listrik arus searah, didapatkan hasil setelah menggunakan e-modul tersebut terjadi peningkatan hasil belajar siswa sebesar 0,38%, sehingga e-modul berbasis ILD ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa, namun sayangnya pada penelitian tersebut belum dilakukan uji de cohen untuk melihat efektifitas dari e-modul tersebut. Lain halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Novika dalam penelitiannya yang berjudul “*e-Module Ethnophysics for critical Thinking Skills in the covid-19 Pandemic*” pada penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) penelitian ini menghasilkan e-modul etno-fisika terintegrasi keterampilan berpikir kritis pada materi dinamika gerak, dari pengembangan e-modul tersebut telah diuji secara statistik parametrik, dan e-modul etnofisika ini secara valid mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, namun kelemahan dari penelitian para siswa harus memiliki keterampilan literasi digital yang memadai untuk menggunakan e-modul etno-fisika tersebut.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terdahulu dari keempat penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa, e-modul dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, dan e-modul yang berbasis Multipel representasi mampu mengembangkan kemampuan representasi, selain itu pengembangan e-modul juga mampu meningkatkan hasil belajar siswa, dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, model pengembangan juga beragam ada yang menggunakan ADDIE, 4D, ASSURE. Sehingga berdasarkan dari data hasil penelitian sebelumnya Multipel representasi dalam e-modul membantu para siswa untuk memahami materi, khususnya konsep fisika dibandingkan dengan menggunakan buku berbasis teks dan juga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Kekurangan dari penelitian – penelitian terdahulu yakni pengembangan berhenti ditahap implikasi, tidak mencapai tahapan evaluasi, dan beberapa tidak melakukan efektifitas terhadap e-modul.

Berdasarkan uraian di atas telah diberikan gambaran secara menyeluruh tentang pengembangan e-modul terdahulu yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Akan tetapi, masih terdapat beberapa aspek yang belum diteliti secara mendalam, seperti yang telah diuraikan, bahwa pada penelitian relevan sebelumnya memiliki fokus pada pengembangan keterampilan tertentu seperti pemecahan masalah dan pencapaian hasil belajar, sedangkan peneliti akan melakukan penelitian terhadap keterampilan berpikir kritis. Selain itu penelitian terdahulu berfokus pada pengembangan e-modul untuk meningkatkan keterampilan Multipel representasi siswa, sedangkan pada penelitian ini akan memberikan bantuan scaffolding secara mendetail untuk membantu siswa berpikir kritis, tidak hanya mampu memahami pemberian Multipel representasi.

Seperti yang telah diuraikan mengenai gap penelitian, maka dari itu peneliti akan melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif berbasis Multipel representasi berbantuan scaffolding dalam upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi termodinamika. Hal ini tentunya terkait dengan hasil studi pendahuluan yang sudah dilakukan, dan seperti yang sudah kita ketahui bahwa salah satu materi yang sulit menurut siswa adalah materi termodinamika, serta penggunaan media pembelajaran yang kurang fleksibel sebagai sarana belajar mandiri juga menjadi salah satu faktor dalam penelitian ini, dan seperti yang kita ketahui keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan yang harus dimiliki oleh para siswa di abad 21, maka dari itu penggunaan Multipel representasi, serta dengan bantuan scaffolding akan menstimulus siswa untuk mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Penelitian ini memiliki beberapa novelty diantaranya penggabungan Multipel representasi dan berbantuan scaffolding untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis para siswa pada termodinamika dan pada penelitian ini berfokus pada keterampilan berpikir kritis. hal inilah yang menjadi keterbaruan dari penelitian pengembangan yang akan peneliti tempuh. Maka dari itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan yang berjudul "Pengembangan E-Modul Interaktif Termodinamika Berbasis Multipel Representasi Berbantuan Scaffolding untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA"

B. Fokus Penelitian

Penelitian ini akan difokuskan pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengembangan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* untuk pembelajaran termodinamika.
2. Pengaruh e-modul interaktif dan alat instrumen tes untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika materi termodinamika.

C. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti pada tesis ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* yang telah dikembangkan untuk pembelajaran fisika pada materi termodinamika?
2. Seberapa besar peningkatan capaian keterampilan berpikir kritis (*gain*) siswa setelah menggunakan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* pada pembelajaran termodinamika?
3. Bagaimana tanggapan siswa dan guru terhadap penggunaan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* dalam pembelajaran fisika materi termodinamika?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka tujuan umum dari penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* sebagai media pembelajaran untuk siswa pada materi termodinamika
2. Mengetahui penerapan media e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada konsep termodinamika di SMA fase f (kelas xi).

3. Mengetahui tanggapan siswa dan guru terhadap penggunaan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* dalam pembelajaran fisika materi termodinamika.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini meliputi manfaat praktis dan manfaat teoretis:

1. Manfaat Praktis

- a. Menyediakan media pembelajaran berupa e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* pada materi termodinamika yang dapat digunakan oleh sekolah sebagai sarana pembelajaran fisika khususnya materi termodinamika.
- b. Memberikan opsi alat bantu dalam pembelajaran bagi siswa khususnya materi termodinamika.

2. Manfaat Teoretis

- a. Penelitian ini dapat memberikan inovasi produk terbaru dengan penerapan e-modul interaktif berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* untuk diterapkan dalam pembelajaran khususnya materi termodinamika.
- b. Memberikan informasi tentang media pembelajaran fisika konsep termodinamika untuk siswa di SMA fase f (kelas xi).
- c. Memberikan informasi terkait manfaat penggunaan media pembelajaran berupa e-modul interaktif termodinamika berbasis multipel representasi berbantuan *scaffolding* terhadap peningkatan hasil belajar fisika siswa di SMA.