

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan dalam sains dan teknologi pada abad ke-21 berkembang dengan pesat. Perkembangan ini menuntut individu untuk membekali diri dengan kompetensi yang esensial untuk bertahan dalam lingkungan kompetitif global yang meningkat. Dalam menjawab tantangan abad 21, hal itu dapat dicapai melalui pengembangan sumber daya manusia yang kompeten, salah satunya dapat direalisasikan melalui jalur pendidikan. (Rachmawati et al., 2019). Pembelajaran pada abad ke-21 tidak hanya menekankan penguasaan pengetahuan, tetapi juga menuntut pengembangan keterampilan sebagai bagian dari proses pembelajaran. Keterampilan tersebut merupakan komponen esensial yang diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan (Mardhiyah, 2021).

Sebagai bentuk pembaruan standar pendidikan sains, *National Research Council* (NRC) mendorong pengembangan *Next Generation Science Standards* (NGSS) yang memuat kompetensi yang perlu dikuasai peserta didik dalam pembelajaran sains, termasuk fisika (Christian et al., 2021). *Next Generation Science Standards* atau NGSS memperkenalkan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) sebagai salah satu komponen utama yang harus dikuasai Peserta Didik selain *Science and Engineering Practices* dan *Crosscutting Concepts* (Semilarski et al., 2020). Dengan demikian, *Next Generation Science Standards* (NGSS) bertujuan membekali Peserta Didik dengan kompetensi untuk memahami

konsep sains secara mendalam sekaligus mampu menggunakan pengetahuan tersebut dalam konteks nyata (Sani et al., 2018).

Next Generation Science Standards (NGSS) menawarkan peluang transformasi dalam reformasi pendidikan sains melalui kerangka pembelajaran yang mendorong partisipasi aktif murid dalam sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (Xi et al., 2024). Namun, kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan *Disciplinary Core Ideas* masih perlu ditingkatkan. Menurut (Bao & Koenig, 2019) rendahnya penguasaan *Disciplinary Core Ideas* fisika juga tercermin dari peserta didik yang sering memahami konsep fisika secara terpisah-pisah dan belum saling berkaitan, sehingga sulit menghubungkan berbagai konsep untuk menjelaskan suatu fenomena.

Penelitian yang dilakukan (Utama & Toifur, 2025) kepada peserta didik sekolah menengah atas menunjukkan adanya kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan suhu dan kalor. Kesulitan tersebut menunjukkan bahwa peserta didik tidak selalu mudah menghubungkan fenomena yang dijumpai dengan konsep fisika yang mendasarinya. Kondisi ini menunjukkan bahwa Peserta Didik belum mampu memahami ide-ide inti fisika secara utuh dan mendalam. *Disciplinary Core Ideas* sebagai konsep inti dalam pembelajaran sains yang sangat penting untuk dipahami Peserta Didik agar dapat mengaplikasikan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari (Schuster et al., 2018). Temuan dari penelitian (Semilarski et al., 2022) juga menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam memahami dan mengembangkan *Disciplinary Core Ideas*

masih perlu diperkuat melalui pembelajaran yang memberikan kesempatan untuk menghubungkan pengetahuan dengan berbagai fenomena yang dipelajari. Dengan begitu, peserta didik dapat lebih mudah melihat bagaimana konsep fisika yang dipelajari dapat digunakan untuk menjelaskan peristiwa yang mereka temui di lingkungan sekitar.

Untuk mengetahui kondisi pembelajaran dan kebutuhan bahan ajar, dilakukan wawancara dengan guru fisika dan peserta didik kelas XI.F1 MAN 3 Padang Pariaman. Guru telah menggunakan berbagai bahan ajar, seperti e-book, e-modul, video animasi, dan buku cetak, tetapi masih terdapat keterbatasan sarana proyektor serta kebutuhan bahan ajar yang dapat mendukung pembelajaran mandiri. Peserta didik juga masih lebih banyak menggunakan buku cetak dan belum sepenuhnya memperoleh bahan ajar yang mendukung belajar mandiri. Selain itu, pembelajaran belum banyak mengaitkan konsep fisika dengan budaya dan kegiatan masyarakat di lingkungan sekitar. Peserta didik menunjukkan ketertarikan terhadap e-modul yang dapat diakses melalui HP atau laptop serta dilengkapi dengan konteks kehidupan sehari-hari, gambar, video, dan kegiatan percobaan. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang tidak hanya memanfaatkan teknologi, tetapi juga menghubungkan konsep fisika dengan pengetahuan dan budaya yang dekat dengan kehidupan peserta didik (Rosyidah et al., 2025).

Salah satu bentuk pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan budaya dengan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah Etno-STEM. Etno-STEM

menggabungkan metode Etnosains dan STEM. Pendekatan ini mencakup empat bidang STEM yaitu Sains, teknologi, engineering (teknik) dan matematika yang didasarkan pada budaya dan pengetahuan masyarakat sekitar (Azis & Yulkifli, 2021). Dengan menggunakan pendekatan Etno STEM, guru dapat menggabungkan konsep ilmiah yang diajarkan di kelas dengan masalah dunia nyata yang terkait dengan kearifan lokal (Aswirna, Samad, et al., 2022). Hal Ini membantu Peserta Didik menerapkan pengetahuan mereka di lingkungan mereka sendiri.

Pendekatan Etno-STEM memiliki peran yang penting karena pengetahuan yang diterapkan dalam pembelajaran perlu selaras dengan budaya lokal maupun pengetahuan khas yang dimiliki oleh masyarakat setempat, sehingga dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran abad ke-21 (Aswirna, Samad, et al., 2022). Upaya pelestarian kearifan lokal dapat diintegrasikan melalui ranah pendidikan. Oleh karena itu, penerapan pembelajaran berbasis etnosains menjadi salah satu alternatif yang relevan untuk menjembatani kebutuhan tersebut. (Rohmantika & Kurniawan, 2021)

Upaya pelestarian kearifan lokal melalui dunia pendidikan tidak hanya menuntut adanya integrasi nilai-nilai budaya dalam proses pembelajaran, tetapi juga memerlukan dukungan bahan ajar yang dirancang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan pendekatan pembelajaran yang diterapkan. Menurut (Syahiddah et al., 2021; Siregar et al., 2025) bahan ajar Peserta Didik harus disesuaikan berdasarkan situasi Peserta Didik dan strategi pembelajaran yang digunakan oleh pendidik.. Salah satu jenis bahan ajar yang bisa beradaptasi dengan teknologi

adalah E - Modul. Dalam dunia pendidikan saat ini, E-modul merupakan salah satu contoh pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi.

E-modul merupakan bahan ajar yang dapat dipelajari peserta didik secara mandiri dan disusun secara teratur untuk membantu mencapai tujuan pembelajaran (Hidayah et al., 2022). E-modul sebagai bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis dalam unit-unit pembelajaran memiliki potensi untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran secara lebih terarah. E-modul digital ini tidak hanya berisi materi dalam bentuk word atau pdf, tetapi juga dapat menampilkan suatu video dan animasi yang memungkinkan pengguna untuk belajar lebih aktif (Inayah, Riski Aswirna, 2022). Namun, efektivitas penggunaan E-modul tidak hanya ditentukan oleh kualitas materi, melainkan juga oleh ketepatan guru dalam memilih model pembelajaran yang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan peserta didik. (Aswirna, Fahmi, et al., 2022).

Guru perlu memilih model pembelajaran yang berfokus pada perbedaan kemampuan Peserta Didik seperti kemampuan Peserta Didik yang tinggi, sedang, dan rendah untuk menghindari kebosanan atau ketidaktertarikan. Model *Trait Treatment Interaction* (TTI) adalah salah satu model yang dipilih untuk memfasilitasi perbedaan - perbedaan ini. Guru yang tidak memperhatikan perbedaan individu akan membuat Peserta Didik yang berkemampuan tinggi menjadi bosan, karena guru tersebut akan mengulang pelajaran untuk Peserta Didik yang berkemampuan rendah dan tidak mengerti. Sementara itu, Peserta Didik yang berkemampuan sedang dan rendah akan merasa tersisih karena

pembelajaran akan didominasi oleh Peserta Didik yang berkemampuan tinggi. Jadi, guru harus memilih model pembelajaran yang berfokus pada perbedaan individu . Salah satu model tersebut adalah model *Trait Treatment Interaction* (Aswirna, Fahmi, et al., 2022).

Model pembelajaran yang digunakan pada E -Modul *Next Generation Science Standart* yaitu model *Trait Treatment Interaction* telah dikembangkan sebelumnya, tetapi model tersebut berfokus pada dimensi yang berbeda, khususnya *Science and Engineering Practices* dan *Crosscutting Concepts* menggunakan materi fisika yang berbeda. Selain itu, e-modul ini juga akan menyediakan berbagai materi pembelajaran yang menarik dan interaktif. Penggunaan modul elektronik interaktif dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman Peserta Didik terhadap topik sains (Ismaniati et al., 2023).

Penelitian mengenai e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM dan penerapan model *Trait Treatment Interaction* telah dilakukan.(Siregar et al., 2025) mengembangkan e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM pada materi Suhu dan Kalor untuk peserta didik kelas XI. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi Etno-STEM dapat diterapkan dalam pengembangan e-modul fisika. Sementara itu, (Putri, 2025) mengembangkan e-modul fisika berbasis *Trait Treatment Interaction* dan *Next Generation Science Standards* untuk meningkatkan kemampuan *Construct Explanations and Design Solutions* (CEDs). Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif.

Meskipun demikian, kedua penelitian tersebut memiliki fokus yang berbeda. Penelitian (Siregar et al., 2025) menekankan integrasi Etno-STEM, tetapi belum mengintegrasikan model *Trait Treatment Interaction* dan belum secara khusus mengarahkan pengembangan pada kemampuan *Disciplinary Core Ideas*. Sebaliknya, penelitian (Putri, 2025) telah mengintegrasikan *Trait Treatment Interaction* dan *Next Generation Science Standards*, tetapi berfokus pada kemampuan *Construct Explanations and Design Solutions* (CEDs) serta belum mengintegrasikan Etno-STEM. Integrasi Etno-STEM dan *Trait Treatment Interaction* dalam e-modul diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih dekat dengan kehidupan peserta didik, sekaligus menyesuaikan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik yang beragam. Atas dasar kebutuhan tersebut, penelitian ini mengembangkan e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM menggunakan model *Trait Treatment Interaction* dengan fokus pada kemampuan *Disciplinary Core Ideas* peserta didik SMA/MA. E-modul yang dikembangkan mengaitkan konsep fisika dengan konteks budaya dan kehidupan peserta didik serta memberikan pengalaman belajar yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Dengan demikian, produk yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi salah satu bahan ajar yang mendukung peserta didik dalam membangun pemahaman terhadap ide-ide inti fisika secara lebih bermakna.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ **Pengembangan E-Modul Terintegrasi Etno-STEM Menggunakan Model TTI Terhadap Kemampuan Disciplinary Core Ideas Peserta didik SMA/MA**”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemahaman peserta didik terhadap konsep inti fisika (*Disciplinary Core Ideas/DCIs*) masih belum optimal, karena pembelajaran cenderung menekankan penguasaan konsep dan penyelesaian soal tanpa mengembangkan pemahaman konsep secara utuh dan mendalam.
2. Kemampuan peserta didik dalam menghubungkan konsep fisika dengan fenomena dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari masih belum optimal, sehingga konsep yang dipelajari belum sepenuhnya bermakna dan kontekstual bagi peserta didik.
3. Bahan ajar fisika yang digunakan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran digital yang fleksibel, dan mandiri, meskipun telah tersedia berbagai sumber belajar seperti buku cetak, e-book, e-modul, dan video pembelajaran.
4. Bahan ajar dan pembelajaran fisika belum sepenuhnya mengaitkan konsep fisika dengan lingkungan, pengalaman nyata, dan budaya peserta didik, sehingga potensi lingkungan dan kearifan lokal sebagai sumber belajar belum dimanfaatkan secara optimal.
5. Integrasi kearifan lokal Arai Ladu Pinang melalui pendekatan Etno-STEM dalam pembelajaran fisika masih terbatas, padahal proses dan aktivitas

dalam pembuatan Arai Ladu Pinang memiliki potensi untuk dikaitkan dengan konsep-konsep fisika.

6. Pendekatan Etno-STEM dalam pembelajaran fisika belum sepenuhnya mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dengan kearifan lokal secara terpadu, sehingga diperlukan bahan ajar yang dapat menyajikan integrasi tersebut secara sistematis.
7. Perbedaan kemampuan awal peserta didik belum sepenuhnya diakomodasi dalam proses pembelajaran, sehingga peserta didik dengan karakteristik kemampuan yang berbeda cenderung memperoleh perlakuan pembelajaran yang sama.
8. Model pembelajaran yang memberikan perlakuan berbeda sesuai dengan karakteristik kemampuan awal peserta didik, seperti *Trait–Treatment Interaction* (TTI), belum dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran fisika untuk mendukung peningkatan kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dipaparkan diatas, maka peneliti membatasi masalah penelitian pada beberapa aspek yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul fisika untuk peserta didik SMA/MA kelas XI pada materi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika.
2. E-modul yang dikembangkan mengintegrasikan Etno-STEM dengan konteks kearifan lokal Arai Ladu Pinang sebagai konteks pembelajaran untuk

menghubungkan konsep fisika dengan fenomena dan aktivitas dalam kehidupan sehari-hari.

3. Pembelajaran dalam penelitian ini menerapkan model *Trait Treatment Interaction* (TTI) dengan memberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda berdasarkan kemampuan awal peserta didik, yaitu pembelajaran mandiri menggunakan e-modul bagi peserta didik dengan kemampuan awal lebih tinggi dan pembelajaran remedial atau *re-teaching* dan *tutorial* menggunakan e-modul bagi peserta didik dengan kemampuan awal lebih rendah.

4. Kemampuan yang menjadi fokus penelitian adalah *Disciplinary Core Ideas* (DCIs), sehingga penelitian tidak membahas seluruh dimensi *Next Generation Science Standard*, tetapi dibatasi pada pengukuran kemampuan *Disciplinary Core Ideas* peserta didik pada materi yang dikembangkan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pengembangan e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM menggunakan model TTI pada materi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika untuk mendukung kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) peserta didik SMA/MA?
2. Bagaimana validitas, praktikalitas, dan efektivitas e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM menggunakan model TTI pada materi Suhu,

Kalor, dan Hukum I Termodinamika dalam mendukung kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) peserta didik SMA/MA?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pengembangan e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM menggunakan model TTI pada materi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika untuk mendukung kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) peserta didik SMA/MA.
2. Mengetahui validitas, praktikalitas, dan efektivitas e-modul fisika terintegrasi Etno-STEM menggunakan model TTI pada materi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika dalam mendukung kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) peserta didik SMA/MA.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika melalui pemanfaatan bahan ajar digital yang mengintegrasikan Etno-STEM dan model *Trait Treatment Interaction* (TTI) untuk mendukung peningkatan kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) peserta didik.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi peserta didik: E-modul yang dikembangkan diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep fisika melalui konteks yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran, serta melatih kemampuan DCIs.

b. Bagi pendidik: E-modul dapat digunakan sebagai bahan ajar alternatif yang mendukung pembelajaran fisika secara digital dan memberikan alternatif perlakuan pembelajaran sesuai dengan kemampuan awal peserta didik.

c. Bagi sekolah: Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung pemanfaatan bahan ajar digital dan pembelajaran fisika yang kontekstual.

d. Bagi peneliti: penelitian ini menjadi sarana untuk mengembangkan kemampuan dalam merancang bahan ajar fisika berbasis teknologi yang mengintegrasikan kearifan lokal, pendekatan Etno-STEM, dan model TTI..

G. Definisi Operasional

1. E-Modul: Bahan ajar mandiri berbasis teknologi yang bisa diakses secara digital, mudah dinavigasi, mencakup materi terstruktur, aktivitas, latihan, dan penilaian formatif/kuis yang memberikan umpan balik otomatis, serta dapat menampilkan grafik, audio, dan video
2. Etno-Stem: Pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan bidang Sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) yang didasarkan pada

budaya dan pengetahuan masyarakat sekitar (Etnosains) sebagai konteks pemecahan masalah dunia nyata.

3. Model TTI: Model pembelajaran yang berfokus pada perbedaan individu Peserta Didik untuk mengakomodasi Peserta Didik berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah, sehingga dapat mengatasi masalah kebosanan atau keterasingan dalam pembelajaran.
4. *Disciplinary Core Ideas* (DCIs): Salah satu dimensi utama dalam kerangka, yang merupakan serangkaian gagasan inti spesifik yang penting bagi cabang-cabang ilmu pengetahuan, yang membekali Peserta Didik dengan pengetahuan dasar yang memadai untuk menemukan pengetahuan sendiri dan menerapkan pemahaman mereka pada situasi masa depan.

H. Spesifikasi Produk

1. E-modul ditujukan untuk peserta didik SMA/MA kelas XI.
2. Materi yang disajikan meliputi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika.
3. E-modul dikembangkan dalam bentuk digital sehingga dapat digunakan melalui laptop, komputer, maupun smartphone.
4. E-modul memuat komponen pembelajaran berupa tujuan pembelajaran, materi, contoh fenomena, gambar atau video, aktivitas pembelajaran, LKPD, latihan, refleksi, evaluasi, dan penilaian diri.
5. Materi pembelajaran diintegrasikan dengan Etno-STEM melalui konteks Arai Ladu Pinang, sehingga kearifan lokal tidak hanya digunakan sebagai ilustrasi, tetapi dikaitkan dengan konsep dan aktivitas fisika yang relevan.

6. E-modul menerapkan model TTI dengan memberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda berdasarkan kemampuan awal peserta didik.
7. E-modul dirancang untuk mendukung peningkatan kemampuan Disciplinary Core Ideas (DCIs) peserta didik melalui aktivitas yang mengarahkan peserta didik untuk memahami, menghubungkan, menerapkan, dan menganalisis konsep fisika.
8. E-modul dikembangkan menggunakan Canva, kemudian disajikan dalam format digital yang dapat diakses melalui FlippingBook.

I. Asumsi Penelitian

1. E-modul fisika yang dikembangkan dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar digital yang mendukung pembelajaran fisika secara mandiri dan kontekstual.
2. Integrasi Etno-STEM melalui konteks Arai Ladu Pinang dapat membantu peserta didik menghubungkan konsep fisika dengan fenomena dan aktivitas yang dekat dengan kehidupan mereka.
3. Pemberian perlakuan pembelajaran yang disesuaikan dengan kemampuan awal peserta didik melalui model TTI berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih sesuai dengan karakteristik peserta didik.
4. Aktivitas pembelajaran dalam e-modul yang dirancang untuk menghubungkan konsep, fenomena, dan penerapan diharapkan dapat mendukung peningkatan kemampuan DCIs peserta didik.

J. Keterbatasan penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. Keterbatasan materi

E-modul yang dikembangkan hanya mencakup materi Suhu, Kalor, dan Hukum I Termodinamika pada pembelajaran fisika kelas XI SMA/MA, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada materi fisika lainnya.

2. Keterbatasan konteks kearifan lokal

Integrasi Etno-STEM dalam e-modul menggunakan konteks Arai Ladu Pinang, sehingga penerapannya sangat berkaitan dengan konteks kearifan lokal yang digunakan dalam penelitian.

3. Keterbatasan subjek dan pelaksanaan penelitian

Uji coba produk dilaksanakan pada peserta didik kelas XI.F1 MAN 3 Padang Pariaman dengan jumlah subjek penelitian yang terbatas

4. Keterbatasan aspek yang diukur

Penelitian difokuskan pada kemampuan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) dan tidak mengukur seluruh dimensi *Next Generation Science Standard*, secara menyeluruh, seperti *Science and Engineering Practices* (SEPs) dan *Crosscutting Concepts* (CCCs).