



**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN PENDEKATAN
DEEP LEARNING POKOK BAHASAN FLUIDA DINAMIS PADA
FENOMENA TURBULENSI KAPAL TRADISIONAL**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Pendidikan Fisika*

SKRIPSI

Oleh

**Yanuar Abimanyu
220210102097**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Skripsi saya saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Alm. Bapak Muhrifan dan Ibu Sukarsih terimakasih atas do'a, dukungan dan kasih sayang selama ini, Bibi saya ibu Sutini terimakasih atas do'a, dukungan dan kasih sayang selama ini,
2. Guru-guru saya sejak Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi. Terimakasih telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan kesabaran dan keikhlasan,
3. Almamater Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

MOTTO

“Apabila kamu sudah memutuskan menekuni suatu bidang. Jadilah orang yang konsisten. Itu adalah kunci keberhasilan yang sebenarnya”¹

(B.J Habibie)

¹ <https://smkn1binuang.sch.id/quotes/prof-dr-ing-h-baharuddin-jusuf-habibie-freng/>

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yanuar Abimanyu

NIM : 220210102097

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning* Pokok Bahasan Fluida Dinamis pada Fenomena Turbulensi Kapal Tradisional” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang telah ditunjukkan sumbernya, karya ini belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah dan harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudia hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Mei 2026

Yang menyatakan,

Yanuar Abimanyu

NIM. 220210102097

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning* Pokok Bahasan Fluida Dinamis pada Fenomena Turbulensi Kapal Tradisional” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr.Trapsilo Prihandono, M.Si., M.C.E (.....)

NIP : 196204011987021001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Firdha Kusuma Ayu Anggraeni, S.Si., M.Si., M.C.E (.....)

NIP : 199102112019032016

2. Penguji Anggota 1

Nama : Lailatul Nuraini S.Pd., M.Pd. (.....)

NIP : 198912252023212057

ABSTRACT

Physics instruction is currently still conducted using conventional, teacher-centered methods, which presents a critical problem for each student: low problem-solving skills and conceptual understanding, particularly in the topic of fluid dynamics. The purpose of this study is to develop an e-module using a deep learning approach through a series of validity and practicality tests to ensure that the developed e-module is suitable for use in the physics learning process. For the methods and analysis in the research and development process of the e-module using deep learning, the researcher employed the 4D (four-D Model) development research method, simplified to 3D, comprising the Define, Design, and Develop stages. Based on the assessment of five expert validators, the e-module received an average score of 84% (valid) overall, covering three aspects (content, appearance, graphics, and language), all of which were categorized as valid. A practicality test was conducted on a large scale to obtain more accurate and representative data, involving 30 11th-grade students from Public High School 1 Kencong, and yielded an average score of 81%, classified as “highly practical.” The conclusion of this study discusses the quality of the final product, which was achieved through three minor revisions and one major revision, particularly regarding the illustrations and technical aspects of turbulence phenomena in the traditional jukung boat. Based on the data obtained, the average expert validation score was 84%, and the e-module using a deep learning approach achieved an average practicality score of 81%, falling into the “highly practical” category.

Keywords: E-Module, Deep Learning, local wisdom.

RINGKASAN

Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning* Pokok Bahasan Fluida Dinamis pada Fenomena Turbulensi Kapal Tradisional; Yanuar Abimanyu; 220210102097; 2022; halaman 40; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pembelajaran fisika pada saat ini masih dilakukan dengan metode yang konvensional yang berpusat kepada guru (*teacher-centered learning*), hal ini memunculkan masalah yang krusial pada setiap individu siswa yaitu rendahnya kemampuan pemecahan masalah dan pemahaman konsep siswa terutama pada pokok bahasan fluida dinamis. Kurangnya bahan ajar yang menghubungkan teori dengan kehidupan sehari-hari membuat siswa kesulitan menggambarkan sebuah fenomena fisika secara mendalam. Pendekatan *deep learning* memiliki prinsip pembelajaran bermakna, berkesadaran, dan menyenangkan, sehingga pendekatan ini cocok diintegrasikan kedalam bahan ajar seperti e-modul. Melalui e-modul yang diintegrasikan dengan pendekatan *deep learning* diharapkan mampu menjadi jembatan untuk siswa lebih berperan aktif melalui kegiatan eksplorasi dan diskusi, sehingga pemahaman konsep siswa menjadi lebih efektif. Pendekatan *deep learning* yang dikolaborasikan dengan e-modul mampu mengatasi kesulitan pemahaman siswa dan miskonsepsi terhadap pokok bahasan tertentu. Melalui pengembangan bahan ajar dengan pendekatan *deep learning* menjadikan proses pembelajaran berpusat kepada siswa sehingga siswa akan lebih termotivasi dalam belajar melalui kegiatan eksplorasi, diskusi dan praktik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-modul dengan pendekatan *deep learning* melalui serangkaian uji validitas dan kepraktisan agar e-modul yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran fisika.

Metode dan analisis dalam proses penelitian pengembangan e-modul dengan *deep learning*, peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan 4D (*four-D Model*) yang disederhanakan menjadi 3D, meliputi tahap *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan) dan *Develop* (pengembangan). Pada tahap *define*, difokuskan untuk mengidentifikasi permasalahan dan analisis kebutuhan

melalui observasi, studi literatur, serta wawancara dengan guru dan siswa di SMAN 1 Kencong untuk memahami kurikulum yang berlaku dan karakteristik peserta didik. Tahap *design* difokuskan kepada penyusunan konten dari e-modul yang disesuaikan dengan pokok bahasan fluida dinamis dan perancangan *prototype* e-modul dengan perangkat *canva* dan *heyzine flipbook*. Tahap *develop* difokuskan untuk proses pengujian melalui uji validasi dan kepraktisan, dengan rincian uji validasi dilakukan oleh tiga dosen ahli dan dua guru fisika, serta uji kepraktisan dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan agar tema e-modul sesuai dengan karakteristik siswa. Pengujian ini dilakukan kepada 30 siswa kelas XI untuk mendapatkan data kuantitatif dan kualitatif mengenai isi, visual dan bahasa melalui skor persentase.

Hasil pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi berdasarkan tahapan evaluasi melalui tahap 3D. Berdasarkan penilaian lima validator ahli, e-modul memperoleh skor rata-rata 84% (valid) secara keseluruhan mencakup tiga aspek (isi, tampilan, kegrafikan dan bahasa) dengan kategori valid. Uji kepraktisan dilakukan secara luas untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan representatif, dengan 30 responden siswa kelas XI SMAN 1 Kencong dan mendapatkan skor rata-rata sebesar 81% dengan kategori sangat praktis, serta menunjukkan keunggulan pada aspek kemandirian belajar dan bahasa dengan skor 90% (sangat praktis).

Kesimpulan dari penelitian ini membahas mengenai kualitas produk akhir yang dicapai dengan penyempurnaan melalui tiga kali revisi minor dan satu kali revisi mayor, terutama pada aspek ilustrasi gambar dan teknis fenomena turbulensi pada kapal tradisional jukung. Berdasarkan data yang diperoleh mendapatkan rata-rata skor validasi ahli sebesar 84% dan e-modul dengan pendekatan *deep learning* mendapatkan skor rata-rata kepraktisan sebesar 81% kategori sangat praktis. Skor tertinggi terdapat pada aspek bahasa dan aspek kemudahan penggunaan dengan skor 90% kategori sangat praktis.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta Nabi besar Muhammad SAW sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning* Pokok Bahasan Fluida Dinamis pada Fenomena Turbulensi Kapal Tradisional”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Mohammad Naim, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan surat pengantar izin penelitian, Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menyetujui proses pembuatan skripsi.
2. Prof. Dr. Indrawati, M.Pd., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama perkuliahan;
3. Dr. Trapsilo Prihandono, M.Si., M.C.E., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi;
4. Firdha Kusuma Ayu Anggraeni, S.Si., M.Si., M.C.E., selaku Dosen Penguji Utama dan Lailatul Nuraini S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta perhatiannya untuk memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi;
5. Andri Sulistiyono, S.Pd., M.Pd., selaku kepala SMAN 1 Kencong yang telah memberikan izin penelitian di sekolah;
6. Dian Farida, S.Pd dan Nurbani Rahayuningtiyas, S.Si. selaku guru Mata Pelajaran Fisika SMAN 1 Kencong yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama proses penelitian;

7. Seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 20 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA.....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ixx
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI	5
2.1 E-Modul	5
2.2 Pendekatan <i>Deep Learning</i>	7
2.3 E-modul <i>Deep Learning</i>	8
2.4 Konsep Fisika Aliran Turbulensi dalam Kapal Tradisional.....	9
2.5 Penelitian Relevan.....	13
2.6 Kerangka Berpikir.....	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	15
3.2 Desain Penelitian.....	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.4 Pengumpulan Data Penelitian	17
3.5 Instrumen Penelitian.....	18
3.6 Metode Analisis.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil	21
1. Define (<i>Pendefinisian</i>)	21

2. <i>Design</i> (perancangan/desain)	22
3. <i>Development</i> (pengembangan)	24
4.2 Pembahasan	29
1. Validitas E-Modul dengan Pendekatan <i>Deep Learning</i>	29
2. Kepraktisan E-Modul dengan Pendekatan <i>Deep Learning</i>	31
BAB 5. PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemetaan Prinsip <i>Deep Learning</i> dalam Komponen E-modul	9
Tabel 2.2 Penelitian Relevan.....	13
Tabel 3.1 Kriteria Validitas E-modul.....	19
Tabel 3.2 Kriteria Kepraktisan E-modul.....	20
Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Terhadap E-Modul	25
Tabel 4.2 Revisi dan Perbaikan E-Modul <i>Deep Learning</i>	26
Tabel 4.3 Data Uji Kepraktisan Kepada Pengguna.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Jukung di pantai Puger Kabupaten Jember.....	10
Gambar 2.2 Diagram Stabilitas Kapal	11
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir	14
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	15
Gambar 4.1Tampilan Awal E-Modul dan Tujuan Pembelajaran.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji dan Analisis Validitas	40
Lampiran 2. Hasil Uji dan Analisis Kepraktisan	51
Lampiran 3. Matriks Penelitian.....	55
Lampiran 4. Wawancara Terkait Pembelajaran Fisika	58
Lampiran 5. Observasi dan Wawancara Terkait Bahan Ajar.....	62
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian.....	64
Lampiran 7. Surat Keterangan Sudah Penelitian	65

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran fisika merupakan pembelajaran yang melibatkan dua proses yaitu proses belajar dan mengajar dengan melibatkan keaktifan peserta didik untuk memaksimalkan penyerapan pengetahuan. Pada pembelajaran fisika kemampuan *problem solving* dan pemahaman konsep siswa masih tergolong rendah, hal ini disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang dipakai oleh guru yang masih didominasi oleh pendekatan *teacher centered learning* (Nurul, 2022). Kurangnya kemampuan guru dalam menerapkan pendekatan pembelajaran yang berpusat kepada siswa juga dipengaruhi oleh minimnya pelatihan dan referensi pengembangan bahan ajar yang mampu menjembatani konsep fisika dengan kehidupan nyata siswa (Gumisirizah *et al.*, 2024). Berdasarkan pernyataan tersebut maka diperlukan sebuah bahan ajar yang mampu menjembatani konsep fisika dan pengalaman nyata serta melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

Bahan ajar yang dapat dioptimalkan dalam proses pembelajaran adalah e-modul. E-modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar menggunakan platform digital yang mampu diakses melalui beberapa perangkat *gadget*. *Deep learning* merupakan istilah dalam pendekatan pembelajaran, yang menekankan pemahaman konsep secara mendalam. *Deep learning* memiliki tiga prinsip dalam proses pembelajaran yaitu bermakna (*meaningful learning*), berkesadaran (*mindful learning*), dan menyenangkan (*joyful learning*) (Diputera *et al.*, 2024). E-modul dapat dikembangkan dan dikolaborasikan dengan pendekatan pembelajaran, salah satunya adalah pendekatan *deep learning*. E-modul yang disusun berdasarkan pendekatan *deep learning* cenderung lebih efektif dalam memacu kemampuan berpikir kritis dan *problem solving* siswa (Anggraini *et al.*, 2025). Pendekatan *deep learning* yang dikolaborasikan dengan e-modul mampu mengatasi kesulitan pemahaman siswa dan miskonsepsi terhadap pokok bahasan tertentu (Katrina *et al.*, 2025). Melalui pengembangan bahan ajar dengan pendekatan *deep learning* menjadikan proses pembelajaran berpusat kepada siswa sehingga siswa akan lebih termotivasi dalam belajar melalui kegiatan eksplorasi, diskusi dan praktik.

Pengembangan perangkat pembelajaran memerlukan sebuah penilaian yang dilakukan secara menyeluruh dan mendalam yang mencakup aspek konseptual dan penerapan dilapangan (Marsithah & Jannah, 2024). Uji validitas dilakukan sebagai tolak ukur kualitas isi dari suatu perangkat pembelajaran dan memastikan bahwa perangkat dapat secara akurat mengukur dan mencapai tujuan pembelajaran. Uji kepraktisan penting dilakukan untuk mengevaluasi perangkat pembelajaran ketika diimplementasikan, efisien dan fungsional untuk digunakan oleh guru dan peserta didik dalam belajar mengajar (Taufik *et al.*, 2024). Melalui penilaian dari ahli diharapkan dapat dijadikan landasan kokoh untuk mendukung proses pembelajaran mendalam.

Pendekatan *deep learning* dapat membantu siswa memahami konsep abstrak dengan lebih bermakna melalui eskplorasi, diskusi dan praktik. Pendekatan *deep learning* efektif untuk meningkatkan pola pikir siswa yang lebih kritis kreatif dan reflektif jika proses pembelajaran dipusatkan kepada siswa dan diterapkan secara kontekstual (Nafi & Faruq, 2025). Pendekatan ini menjadi solusi yang baik dan relevan untuk diterapkan pada kondisi pendidikan di Indonesia sehingga mampu memperbaiki kualitas pendidikan.

Konsep fluida dinamis dan fenomena turbulensi merupakan salah satu materi fisika yang menuntut kemampuan pemahaman konseptual yang kuat dari siswa. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis indikator pemahaman konsep (C2) menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menjelaskan dan menyimpulkan konsep fluida dinamis masih tergolong rendah (Suherly *et al.*, 2023). Faktor yang mempengaruhi hal ini adalah pembelajaran yang cenderung menggunakan metode *teacher centered learning* sehingga siswa hanya pasif ketika belajar di kelas (Banjarnahor *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil wawancara dan observasi dengan guru mata pelajaran fisika di salah satu SMA negeri wilayah Jember didapati bahwa siswa mengalami kebingungan dalam memahami konsep fisika secara berjenjang dari konsep sederhana sampai konsep yang lebih kompleks. Penggunaan bahan ajar digital masih digunakan namun sudah jarang, dikarenakan persiapan penggunaan terlalu memakan waktu sehingga pembelajaran tidak efisien. Sehingga diperlukan bahan ajar dengan akses yang mudah, agar mampu menciptakan pembelajaran yang

berpusat kepada siswa. Agar inovasi bahan ajar dapat memecah keabstrakan materi, pendekatan berbasis kearifan lokal perlu diintegrasikan dalam bahan ajar. Kearifan lokal sering dijadikan sebagai penghubung antara konsep sains dengan pengalaman nyata siswa sehingga pengetahuan yang didapatkan oleh siswa menjadi relevan dengan kebiasaan yang mereka lakukan (Septina *et al.*, 2025). kearifan lokal mampu menjembatani antara konsep sains yang abstrak dan pengalaman konkret di kehidupan sehari-hari pada suatu kelompok masyarakat.

Kearifan lokal yang sejalan dengan konsep fisika fluida dinamis adalah pada fenomena turbulensi kapal jukung pantai Puger kabupaten Jember. Kapal jukung di wilayah Puger dibuat dengan desain lambung yang besar untuk menghadapi hambatan air yang besar, pada kapal jukung juga memiliki fitur penggunaan cadik sebagai penyeimbang kapal agar tidak terbalik (Malik *et al.*, 2025). Melalui fenomena turbulensi kapal siswa mampu mengamati langsung adanya konsep fisika yang terlibat dalam fluida dinamis, seperti hukum Bernouli dan aliran turbulen.

Pengembangan e-modul pembelajaran fisika masih didominasi dengan penyajian materi (isi) tanpa mengintegrasikan pendekatan pembelajaran tertentu, sehingga kurang mampu membangun konsep secara mendalam. Pembelajaran fisika di sekolah masih menggunakan konsep *teacher centered learning* sehingga akan berpengaruh pada pemahaman konsep fisika siswa (Ubaidilah, 2025). Pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* dengan pokok bahasan fluida dinamis, dikembangkan menggunakan *software canva* dan *heyzine flipbook*, Sehingga “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning* Pokok Bahasan Fluida Dinamis pada Fenomena Turbulensi Kapal Tradisional” perlu dilakukan sebagai solusi dari permasalahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada penjelasan latar belakang tersebut, maka terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana validitas e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena aliran turbulensi kapal tradisional?

- b. Bagaimana kepraktisan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena aliran turbulensi kapal tradisional?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, terdapat batasan masalah sebagai berikut:

- a. Konsep fisika yang digunakan berfokus kepada konsep aliran turbulensi pada kapal tradisional jenis Jukung yang terdapat pada wilayah pantai Puger kabupaten Jember provinsi Jawa Timur.
- b. Penelitian dilakukan dengan model pengembangan 4D yang disederhanakan menjadi 3D dan masih dilakukan sampai langkah *development*. Karena peneliti hanya ingin melihat kelayakan dan kepraktisan e-modul saja.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian proposal penelitian ini dengan berdasar pada rumusan masalah diatas sebagai berikut:

- a. Menganalisis validitas e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena aliran turbulensi kapal tradisional
- b. Menganalisis kepraktisan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena aliran turbulensi kapal tradisional

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diperoleh bagi peneliti dan pembaca berdasar tujuan penelitian yang telah dijabarkan sebagai berikut:

- a. Bagi guru, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam integrasi budaya dalam proses pembelajaran sehingga mendukung pembelajaran mendalam
- b. Bagi siswa, hasil penelitian ini dapat dijadikan media untuk memahami konsep fluida dinamis secara utuh melalui pengalaman belajar nyata.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 E-Modul

E-Modul merupakan bahan ajar berbasis platform digital yang berisi materi pelajaran, tugas dan asesmen yang dapat diakses melalui perangkat digital seperti laptop/komputer maupun ponsel (Ramadhan & Maulidah, 2023). E-modul memiliki kelebihan dibandingkan dengan modul konvensional yaitu kemudahan akses, praktis dan fleksibel (Maharani, 2025). E-modul memiliki beberapa bagian yang menjadi pondasi yaitu ada cover, kata pengantar, daftar isi, teknis cara penggunaan, tujuan pembelajaran, pokok bahasan (materi), pertanyaan pemantik, asesmen dan umpan balik, kegiatan pembelajaran, daftar pustaka, glosarium dan lampiran (Direktorat Pembinaan SMA, 2017). Semua komponen tersebut harus diintegrasikan secara sistematis agar e-modul yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

E-modul tidak hanya berfungsi sebagai perangkat perencanaan pembelajaran. Namun e-modul merupakan rencana yang akan menentukan arah proses pembelajaran. Pengembangan e-modul harus memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan agar layak digunakan dalam proses pembelajaran (Kardiman *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian Anisah & Rahayu (2024), sebuah perangkat pembelajaran yang valid dan praktis dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa, sehingga mampu mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik. Perangkat pembelajaran terutama pada bahan ajar digital perlu diselaraskan dengan kurikulum modern dengan cara uji validitas dan uji kepraktisan (Nasihah & Utami, 2024). Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan bahan ajar digital seperti e-modul harus diuji kevalidan dan kepraktisan agar layak digunakan dalam proses pembelajaran dan selaras dengan kurikulum yang berlaku.

2.1.1 Aspek validitas / kelayakan e-modul

Proses pengembangan perangkat pembelajaran, khususnya e-modul diperlukan penilaian kelayakan untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan siswa. Berdasarkan PP Nomor 19 Tahun 2005 tentang standar nasional pendidikan, pasal 43 ayat (5) menyebutkan bahwa kelayakan buku teks sebagai media pembelajaran dinilai oleh

BSNP dengan kriteria yang diatur dalam peraturan pemerintah nomor 19 tahun 2005 yang meliputi kelayakan isi, bahasa dan kegrafikan. Demikian penjelasannya

- a. Kelayakan isi e-modul dilihat dari aspek penyajian materi dengan urutan yang tepat serta setiap materi memiliki hubungan satu sama lain. Materi yang urut membantu siswa dalam memahami materi yang akan diajarkan oleh guru. Materi yang disajikan harus ditentukan ruang lingkup serta kedalamannya serta diurutkan melalui dua pendekatan yaitu (1) pendekatan prosedural yaitu metode langkah demi langkah secara jelas dan terstruktur, (2) hierarki, yaitu penyajian materi secara bejenjang. Materi harus sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Materi yang disajikan harus mampu mendukung tercapainya capaian dan tujuan pembelajaran dengan baik. Materi yang disajikan mulai dari pengenalan konsep, definisi, prosedur, contoh, studi kasus, latihan, sampai dengan interaksi antar konsep disusun secara sistematis dan sesuai dengan perkembangan peserta didik.
- b. Kelayakan penyajian/tampilan dilihat dari beberapa aspek yaitu e-modul yang disajikan harus konsisten dalam penyajian setiap bab (misalnya setiap bab diawali dengan pendahuluan, isi dan penutup), konsep yang disajikan harus runtut mulai dari materi yang sederhana ke kompleks, tampilan dalam e-modul juga harus menjadi pembangkit motivasi belajar siswa, contoh-contoh soal dan ilustrasi yang disajikan harus dapat membantu pemahaman konsep siswa, penyajian pembelajaran dalam e-modul harus bersifat interaktif dan partisipatif, penyajian juga harus memperhatikan koherensi dan keruntutan antar materi.
- c. Kelayakan bahasa dilihat dari tata bahasa yang lugas, ketepatan struktur kalimat, keefektifan kalimat, kebakuan istilah, komunikatif, dialogis dan interaktif serta sesuai dengan perkembangan peserta didik.
- d. Kelayakan kegrafikan akan dilihat dari desain bagian isi e-modul, desain sampul dan ukuran format modul (teks, spasi dan sebagainya).

2.1.2 Aspek kepraktisan e-modul

E-Modul yang dikembangkan harus memenuhi unsur kepraktisan agar dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Uji kepraktisan penting

dilakukan untuk menentukan apakah e-modul mudah di implementasikan saat pembelajaran. Menurut Utami *et al.*, (2023), e-modul dikatakan praktis jika memenuhi tiga aspek sebagai berikut.

- a. Kemudahan penggunaan, aspek ini akan menunjukkan sejauh mana e-modul dapat digunakan oleh siswa tanpa kesulitan teknis, dalam indikator ini akan diuji bagaimana kemudahan mengakses e-modul, kejelasan petunjuk pengguna, tombol navigasi yang jelas, serta kemudahan pengoperasian secara mandiri.
- b. Kejelasan materi/konsep, aspek ini akan berkaitan dengan pemahaman konsep siswa dan materi yang disajikan dalam e-modul. Pengujian aspek ini meliputi indikator kejelasan bahasa dan istilah, dan sistematika penyajian materi.
- c. Daya tarik/kenyamanan pengguna, aspek ini meliputi beberapa indikator penilaian, yaitu mengenai tampilan visual e-modul serta kenyamanan belajar dalam jangka waktu tertentu serta penggunaan media pendukung.

2.2 Pendekatan *Deep Learning*

Pendekatan *Deep learning* (pembelajaran mendalam) merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan proses penghayatan, keterkaitan konteks, dan refleksi diri. Hakikatnya *Deep learning* bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas melalui proses memahami pengetahuan esensial, mengaplikasi pengetahuan baru, serta merefleksi melalui regulasi diri (Kallick, 2000). Melalui dukungan teknologi digital, *deep learning* dengan mudah diterapkan sehingga mampu melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran (Fatmawati, 2025). Pendekatan *deep learning* memiliki tiga prinsip yang harus diperhatikan pada saat proses pembelajaran yaitu berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan sehingga pendekatan ini mampu meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa.

Sejalan dengan konsep pendekatan *deep learning* yang menjadi fondasi dalam penyusunan perangkat ajar, termasuk e-modul (Fitriani & Santiani, 2025). *Deep learning* harus mampu mengarahkan pembelajaran agar pengalaman dalam e-modul tidak sekedar memberikan wawasan baru kepada siswa, namun dapat memberi kesempatan kepada siswa untuk mampu memahami, mengaplikasi dan

merefleksi pengetahuan baru dalam konteks nyata (Rosyidah *et al.*, 2025). Integrasi pendekatan *deep learning* dalam e-modul akan efektif jika memperhatikan proses yang mampu menumbuhkan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Pengembangan e-modul harus memperhatikan setiap komponen dengan pengalaman belajar siswa, hal ini bertujuan agar e-modul yang dikembangkan mampu melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

2.3 E-modul *Deep Learning*

E-modul dengan *deep learning* merupakan suatu bahan ajar berbasis platform digital yang mampu menjembatani peran aktif siswa dalam proses pembelajaran (Anggrayni *et al.*, 2025). E-modul *deep learning* memiliki perbedaan dengan bahan ajar digital pada umumnya, hal ini dikarenakan dalam pengembangan e-modul *deep learning* akan memperhatikan praktik pedagogis selama proses pembelajaran berlangsung. Hal ini bertujuan agar bahan ajar yang dikembangkan tidak sekedar pemindahan teks dalam format digital melainkan bahan ajar dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang mampu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi pengetahuan dalam konteks nyata (Tarigan *et al.*, 2021). Proses pengintegrasian *deep learning* ke dalam e-modul dapat dilakukan melalui empat kerangka kerja yaitu dimensi profil lulusan (kompetensi yang harus dicapai siswa), prinsip pembelajaran (berkesadaran, bermakna dan menggembirakan), pengalaman belajar (memahami, mengaplikasi, merefleksi), dan kerangka pembelajaran (praktik pedagogik, lingkungan belajar, kemitraan, dan teknologi digital). Melalui integrasi kerja yang telah ada, e-modul yang dikembangkan mampu memfasilitasi pengalaman belajar siswa terhadap suatu pengetahuan baru. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap komponen digital dalam e-modul dirancang untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan mendorong kemandirian belajar secara sistematis.

Alur pengalaman belajar dalam e-modul yang dibuat secara sistematis untuk memenuhi prinsip dari pendekatan *deep learning* yaitu memahami yang akan difokuskan dengan penguasaan konsep esensial dari fluida dinamis melalui pengamatan fenomena turbulensi pada kapal tradisional. Proses mengaplikasi siswa diarahkan untuk menggunakan pengetahuan baru yang diperoleh untuk

menyelesaikan studi kasus yang disediakan di e-modul yang telah dikaitkan dengan kearifan lokal kapal tradisional. Proses merefleksi memberikan siswa kesempatan untuk meregulasi diri serta mengevaluasi apa saja yang mereka dapatkan selama proses pembelajaran. Peran teknologi dalam pengembangan e-modul sangat diperlukan sebagai jembatan antara bahan ajar yang dikembangkan dan pendekatan *deep learning* (Utami *et al.*, 2025). Penggunaan platform digital memungkinkan pokok bahasan, tugas dan asesmen dapat dikelola dan diakses secara praktis, fleksibel serta mudah (Yan & Pourdavood, 2024). E-modul *deep learning* yang dikembangkan dengan bantuan teknologi digital mampu menjadi solusi yang praktis dan fleksibel untuk menjembatani pengetahuan baru siswa. Tabel pemetaan prinsip *deep learning* dalam komponen e-modul ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemetaan Prinsip *Deep Learning* dalam Komponen E-modul

Prinsip	Komponen dalam E-modul
<i>Mindful learning</i> (Berkesadaran)	Disajikan tujuan pembelajaran yang jelas agar siswa sadar akan proses pembelajaran yang akan dilakukan. Lalu akan disajikan pertanyaan pemantik seputar fluida dinamis yang berperan sebagai membangun kesadaran diri terhadap pengetahuan awal
<i>Meaningful learning</i> (Bermakna)	Disajikan materi fenomena kapal jukung akan disajikan untuk menghubungkan konsep sains dengan pengalaman nyata siswa. Menu kegiatan praktikum mengenai konsep debit aliran dan kontinuitas akan menjadikan siswa mengetahui konsep lebih mendalam. Menu kegiatan eksplorasi melalui video tentang aliran turbulensi akan memperdalam pemahaman konsep.
<i>Joyful learning</i> (Menyenangkan)	Disajikan quiz dan media diskusi interaktif untuk mengukur pemahaman siswa. Serta disajikan literasi fakta unik yang menambah pengetahuan baru siswa.

(Sumber : Fatihah *et al.*, 2025)

2.4 Konsep Fisika Aliran Turbulensi dalam Kapal Tradisional

Fenomena turbulensi pada kapal jukung pantai Puger kabupaten Jember merupakan fenomena yang disebabkan oleh interaksi antara lambung kapal dengan aliran air laut. Pada kapal jukung pantai Puger masih menggunakan bentuk lambung sederhana tanpa desain hidrodinamis yang modern, pola turbulensi cenderung lebih tidak teratur dan hal ini mengakibatkan hambatan pada kapal lebih besar (Mohammadpour *et al.*, 2024). Dampak dari fenomena turbulensi kapal meliputi guncangan yang dirasakan oleh penumpang dan dapat menyebabkan kerusakan

struktural pada kapal (Mursid *et al.*, 2025). Dari pernyataan tersebut didapatkan bahwa kapal tradisional cenderung memiliki pola turbulensi yang tidak teratur.

Karakteristik kapal jukung pantai Puger berbeda dengan kapal tradisional daerah lain, kapal ini memiliki dua cadik sejajar di kiri dan kanan bagian kapal serta desain lambung kapal jukung Puger memiliki bentuk yang besar dan lebar, untuk mengantisipasi ombak yang besar. Cadik pada kapal ini dirancang dari bahan yang ringan untuk menstabilkan perahu pada perairan ombak yang besar. Aliran yang berada disekitar cadik akan bertemu dengan aliran disekitar lambung utama, sehingga interaksi ini akan menimbulkan hambatan yang mempengaruhi pola aliran dan turbulensi total yang dialami oleh kapal jukung. Kapal jukung di pantai puger ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kapal Jukung di pantai Puger Kabupaten Jember

Kapal jukung memiliki aspek kestabilan yang merupakan faktor penting ketika berlayar kelaut. Kestabilan kapal merupakan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan akibat gaya eksternal seperti gelombang air yang tidak teratur (Rahman *et al.*, 2025). Penggunaan cadik pada kapal jukung penting untuk menjaga kestabilan kapal agar mencapai kondisi *stable equilibrium* (dimana titik metasenter berada diatas pusat gravitasi) (Novita *et al.*, 2024). Gambar diagram stabilitas kapal dapat dilihat pada Gambar 2.2. Diagram ini menjelaskan bahwa cadik pada kapal jukung meberikan stabilitas tambahan yang memperlebar penampang melintang saat kapal miring. Hal ini menyebabkan pusat gaya apung bergeser jauh ke sisi rendah yang menyebabkan momen pemulih semakin kuat sehingga membuat nelayan selamat dari kecelakaan ketika berlayar.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \rho gh = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2 + \rho gh \quad (2.5)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2 \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m^3/s)

A = luas permukaan (m^2)

P = tekanan statis fluida di suatu titik (N/m^2)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

v = kecepatan aliran (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = ketinggian fluida (m)

V = Volume (m^3)

Peningkatan kecepatan fluida akan menyebabkan penurunan tekanan statis. Selain itu perbedaan tekanan juga dapat menghasilkan gradien tekanan disepanjang lambung kapal jukung (Newman, 2018). Bagian depan kapal akan mengalami tekanan statis yang tinggi karena benturan air laut, sedangkan bagian lambung kapal akan mengalami penurunan tekanan statis. Ketika kapal melaju, perbedaan ketinggian sangat kecil, sehingga pengaruh ketinggian terhadap tekanan dapat diabaikan. Aliran dari bagian depan kapal akan menuju bagian lambung kapal sehingga, dari permukaan depan yang sempit aliran akan berubah dan menyesuaikan kecepatan untuk bagian lambung yang lebar, setelah dari bagian lambung kapal maka aliran akan menyesuaikan kecepatan kembali ketika mengenai bagian belakang kapal. bagian lambung akan mengalami tekanan dinamis yang besar, sedangkan bagian belakang kapal akan mengalami tekanan statis yang besar (Bertram, 2012). Perbedaan distribusi tekanan juga mampu menimbulkan gaya dorong dan gaya angkat yang mempengaruhi kestabilan gerak kapal jukung saat melaju pada permukaan air.

Fenomena turbulensi pada kapal jukung juga berkaitan dengan konsep separasi aliran (*Flow Separation*). Ketika air melewati lambung kapal jukung akan mengalami perubahan tekanan (Muchlis *et al.*, 2025). Sesuai dengan hukum Bernoulli ketika aliran air bergerak dari bagian depan menuju bagian lambung

kapal maka area aliran akan melebar, sehingga kecepatan aliran meningkat dan tekanan statis menurun, ketika air bergerak dari bagian lambung menuju bagian belakang maka area aliran akan kembali menyempit dan tekanan statis meningkat sehingga menciptakan gradien tekanan (Ye *et al.*, 2024). Dalam kondisi ini fluida harus bergerak melawan tekanan yang besar akibat adanya viskositas, partikel fluida yang kehilangan energi kinetik karena gesekan dengan lambung kapal. Ketika energi kinetik tidak sanggup melawan gradien tekanan, maka aliran akan terlepas dari permukaan lambung. Titik lepas aliran ini yang disebut dengan titik separasi yang menyebabkan aliran menjadi kacau (turbulen) dan tekanan turun drastis, dan menciptakan perbedaan tekanan yang besar antara bagian depan, lambung dan bagian belakang kapal.

Viskositas memiliki peran penting dalam terjadinya pemisahan aliran, karena gesekan yang dialami oleh permukaan benda terhadap fluida menyebabkan aliran pada lapisan kapal kehilangan energi kinetik (Li *et al.*, 2022). Pada awalnya aliran ini masih mampu mengikuti kontur kapal, namun ketika viskositas menyebabkan energi aliran berkurang dan gradien tekanan semakin tinggi, maka fluida tidak mampu melawan tekanan balik tersebut (Mallor *et al.*, 2025). Semakin tinggi efek viskositas dalam mengurangi energi aliran maka aliran semakin sulit terseparasi dan aliran cenderung stabil (laminer), ketika viskositas rendah maka aliran mudah terseparasi dan memicu timbulnya turbulensi. Dalam konteks pembelajaran fisika, fenomena turbulensi pada kapal tradisional dapat dijadikan sebuah contoh nyata untuk memahamkan siswa mengenai konsep aliran fluida dan hukum Bernoulli.

2.5 Penelitian Relevan

Sebagai pendukung dalam penelitian pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional, demikian penelitian relevan ditunjukkan pada Tabel 2.2

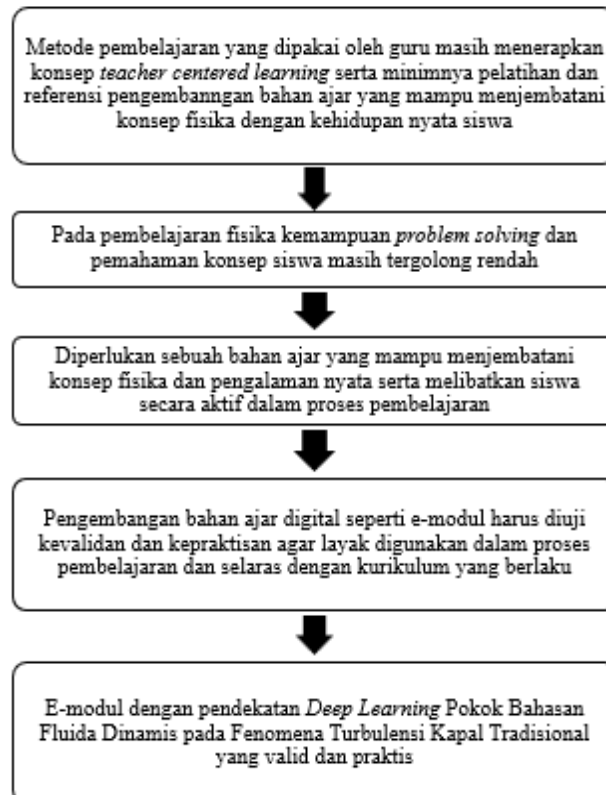
Tabel 2.2 Penelitian Relevan

Penulis	Hasil
Ramadhan & Maulidah, (2023)	Dalam pengembangan E-modul harus dilakukan penilaian secara menyeluruh dengan cara uji validitas dan kepraktisan. Uji validitas bisa dinilai oleh ahli materi, media, dan bahasa.

Penulis	Hasil
Husni <i>et al.</i> , (2023)	Evaluasi hasil pengembangan modul pembelajaran bisa dilihat dari hasil revisi setelah dilakukannya implementasi dilapangan sehingga modul yang dikembangkan sesuai dengan konteks materi dan kebutuhan siswa.
Ningsih <i>et al.</i> , (2024)	Analisis dan identifikasi awal sangat penting dilakukan dalam mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran, hal ini bertujuan agar perangkat yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa.
Juniati <i>et al.</i> , (2023)	Bahan ajar digital yang dikolaborasikan dengan kearifan lokal dan desain yang menarik mampu meningkatkan hasil belajar siswa.
Fauziah <i>et al.</i> , (2024)	Bahan ajar yang valid dan praktis mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan meningkatkan literasi sains.

2.6 Kerangka Berpikir

Sebagai pendukung dalam penelitian pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional, kerangka berpikir ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

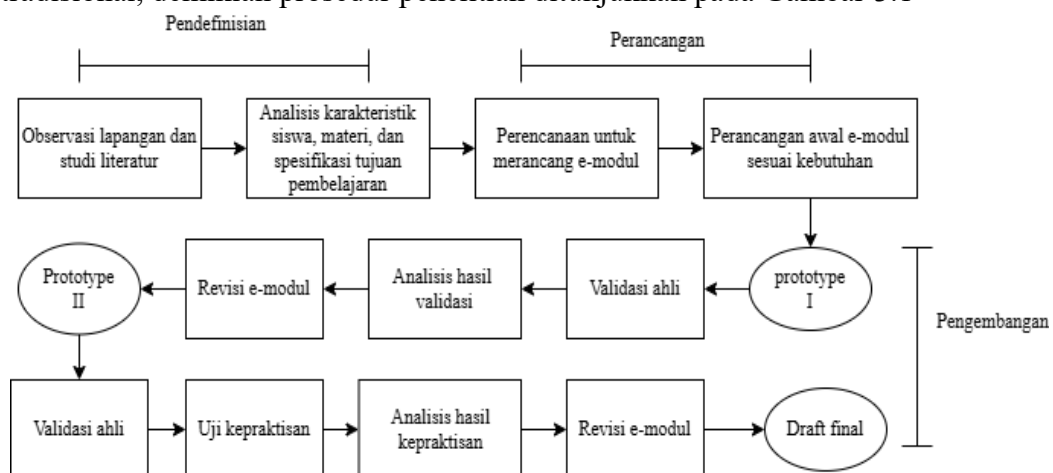
Penelitian ini dilakukan di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Penelitian juga dilakukan di SMAN Kencong yang dekat dengan pesisir pantai, karena siswa di wilayah tersebut masih kesulitan dalam memahami konsep fisika pokok bahasan fluida dinamis secara bertahap meskipun dikelilingi oleh fenomena yang berkaitan erat dengan materi tersebut. Penelitian dilakukan pada semester genap tahun 2025/2026.

3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan desain penelitian model pengembangan 4 D (*Four-D Model*) yang disederhanakan menjadi 3D. Model ini memiliki tiga tahapan pengembangan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) karena peneliti hanya ingin melihat kelayakan dan kepraktisan e-modul saja. Proses pendefinisian ditujukan untuk mengidentifikasi masalah pembelajaran, karakteristik peserta didik, tahap perancangan akan difokuskan kepada merancang skenario atau *prototype* produk, proses pengembangan akan dilakukan dengan cara validasi ahli dan uji kepraktisan secara terbatas kepada siswa.

3.3 Prosedur Penelitian

Sebagai pendukung dalam pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional, demikian prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

Penyusunan e-modul pada penelitian ini menggunakan tahapan model pengembangan 4D yang disederhanakan menjadi 3D dengan tahap penelitian secara rinci sebagai berikut.

1. *Define* (Pendefinisian)

Pada tahapan ini dilakukan proses pengumpulan data awal dengan analisis kebutuhan awal yang diperlukan. Tahap pendefinisian dilakukan dengan cara analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik dan analisis kurikulum.

a. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui permasalahan dasar dalam pembelajaran fisika di SMA baik yang dialami oleh guru dan siswa. Hasil dari analisis ini akan membantu peneliti untuk mengetahui proses pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan. Instrumen penelitian yang digunakan untuk analisis kebutuhan meliputi lembar observasi dan wawancara yang ditujukan kepada guru mapel fisika.

b. Analisis karakteristik peserta didik

Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui latar belakang peserta didik dan karakter peserta didik. Dalam analisis ini instrumen yang digunakan adalah lembar wawancara yang ditujukan kepada guru mapel fisika dan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

c. Analisis kurikulum

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui standar materi berdasarkan kurikulum yang berlaku agar sesuai dengan pengembangan e-modul untuk pembelajaran fisika. Analisis ini untuk menentukan bagian utama dari materi agar tersusun sistematis dan dapat dijadikan dasar dalam penyusunan tujuan pembelajaran. Teknik pengumpulan data dalam tahap ini dilakukan dengan cara studi literatur. Melalui analisis ini diperoleh informasi terkait standar materi yang sesuai dengan kurikulum terbaru dan relevan untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

2. *Design* (Perancangan)

Pada penelitian ini produk dikembangkan sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan pada tahapan awal. Terdapat beberapa proses pada tahap ini, yaitu

menentukan tujuan pembelajaran berdasarkan hasil analisis kurikulum, menyusun draf materi pembelajaran dan mendesain cover dan fitur dalam e-modul. Tahap desain tampilan dan fitur e-modul dilakukan dengan *software canva* dan *hyzne flipbook*, yang meliputi cover, prakata, daftar isi, isi, daftar pustaka, dan glosarium. Sedangkan fitur dalam e-modul meliputi, *voice over*, lembar diskusi interaktif, dan *quiz*.

Tahap penyusunan draf materi dilakukan dengan menentukan tujuan pembelajaran mengenai fluida dinamis melalui analisis kurikulum. Setelah ditentukan tujuan pembelajaran dilanjutkan dengan penyusunan materi e-modul yang berkaitan dengan fluida dinamis dan konsep fisika pada fenomena turbulensi kapal tradisional, melalui studi literatur. Penyusunan sub materi dalam e-modul meliputi, konsep dasar, aktivitas, pemantapan dan latihan soal.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap dimana e-modul yang telah dirancang pada tahapan sebelumnya dinilai oleh para ahli dan pengguna melalui uji validitas dan kepraktisan. Uji kelayakan/validitas e-modul divalidasi oleh lima validator yang terdiri dari tiga orang dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember dan dua orang guru mata pelajaran fisika SMA. Tujuan dari uji kelayakan ini untuk memperoleh hasil penilaian berupa kritik, saran dari validator. Uji kepraktisan dilakukan oleh siswa SMA kelas XI SMAN 1 Kencong berjumlah 30 orang siswa pemilihan siswa ini telah dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Tujuan uji kepraktisan ini untuk memperoleh hasil penilaian dari pengguna apakah produk yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran fisika. Hasil penilaian kelayakan dan kepraktisan akan digunakan pada tahap revisi e-modul.

3.4 Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian akan dilakukan melalui teknik yang meliputi :

1. Angket

Angket digunakan sebagai alat pengumpul data berupa daftar pertanyaan tertulis kepada responden untuk mendapatkan sebuah informasi mengenai pendapat, evaluasi produk dan survei. Penelitian pengembangan yang dilakukan oleh peneliti akan menggunakan angket validasi dan angket kepraktisan.

a. Angket validasi

Angket validasi digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai evaluasi yang dilakukan oleh validator mengenai produk yang dikembangkan oleh peneliti. Indikator validasi mencakup kriteria isi, tampilan, bahasa dan kegrafikan. Validasi digunakan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan e-modul yang telah dibuat.

b. Angket kepraktisan

Angket kepraktisan digunakan untuk mengumpulkan informasi data penilaian mengenai e-modul yang telah dibuat dari aspek kemudahan penggunaan, kejelasan materi/konsep dan daya tarik saat digunakan dalam proses pembelajaran.

2. Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui fenomena secara cermat dan langsung untuk mengumpulkan data informasi yang akurat dan faktual, sebagai dugaan awal.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan percakapan dua pihak atau lebih untuk menggali informasi atau data secara lisan yang dilakukan dengan tanya jawab yang sistematis.

4. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari buku ajar fisika SMA dan jurnal yang relevan untuk menyusun komponen dalam e-modul.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan instrumen lembar angket validasi. Lembar angket validasi akan diberikan pada saat uji validasi kepada dosen ahli dan guru fisika. Lembar angket kepraktisan diberikan saat e-modul digunakan oleh siswa. Lembar validasi dan kepraktisan disusun berdasarkan skala Likert skor 1-5. Lembar observasi digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kondisi pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika. Wawancara digunakan untuk menggali informasi secara lisan

mengenai kondisi pembelajaran dan bahan ajar serta saat uji kepraktisan e-modul kepada siswa.

3.6 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Analisis validasi ahli dilakukan dengan cara :

a. Menghitung skor validitas dari validasi ahli

E-modul dikatakan layak jika memiliki hasil validasi valid dari dosen ahli dan guru fisika dengan persentase $\geq 76\%$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung skor validitas dari validasi ahli ditunjukkan pada persamaan 3.1.

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.1)$$

(Riduwan, 2017)

b. Hasil skor validitas dapat dicocokkan dengan kriteria validitas seperti yang disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kriteria Validitas E-modul

Skor %	Kriteria Validitas
$P1 \geq 90$	Sangat Valid
$90 > P1 \geq 76$	Valid
$76 > P1 \geq 60$	Cukup Valid
$60 > P1 \geq 55$	Kurang Valid
$P1 < 55$	Tidak Valid

(Riduwan, 2017)

2. Analisis Kepraktisan dilakukan dengan cara :

Menghitung skor kepraktisan dari hasil respon siswa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung skor kepraktisan dari siswa ditunjukkan pada persamaan 3.2.

$$\text{Kepraktisan} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.2)$$

(Riduwan, 2017)

Hasil skor kepraktisan dapat dicocokkan dengan kriteria kepraktisan seperti yang disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Kriteria Kepraktisan E-modul

Penilaian %	Kategori
$80 < N \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < N \leq 80$	Praktis
$40 < N \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < N \leq 40$	Lemah
$0 < N \leq 20$	Tidak Praktis

(Riduwan, 2017)

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penelitian ini merupakan penelitian dengan model pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan produk dari hasil pengembangan yang dilakukan secara sistematis dari proses analisis awal sampai uji coba produk hasil pengembangan. Produk pada penelitian ini berupa e-modul fisika yang dikembangkan dengan pendekatan pembelajaran *deep learning*, dalam bahasan fluida dinamis untuk pembelajaran fisika SMA dengan mengkaitkan pokok bahasan dengan kearifan lokal fenomena turbulensi pada kapal tradisional. Produk ini dapat dijalankan menggunakan *smartphone*, komputer atau laptop dengan koneksi internet yang stabil. E-modul ini dikembangkan untuk memudahkan siswa dalam memahami pokok bahasan fluida dinamis melalui pengalaman belajar nyata.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan desain 4D yang disederhanakan menjadi 3D. dikarenakan peneliti hanya ingin mengetahui kelayakan dan kepraktisan e-modul. Tahapan desain penelitian 3D terdiri dari tiga tahap, yaitu 1) *define* (pendefinisian); 2) *design* (perancangan/desain); dan 3) *development* (pengembangan).

1. Define (*Pendefinisian*)

Tahapan pendefinisian merupakan tahapan untuk mengidentifikasi suatu permasalahan dan kebutuhan untuk mengembangkan suatu produk. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan dan analisis kebutuhan melalui observasi, studi literatur dan wawancara. Data hasil observasi, studi literatur dan wawancara akan dikaji oleh peneliti agar mendapatkan informasi awal yang valid untuk tahapan selanjutnya. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan dengan guru mata pelajaran fisika di SMAN 1 Kencong, didapatkan bahwa dalam proses pembelajaran fisika sumber belajar yang digunakan adalah buku LKS dan buku paket yang telah tersedia di sekolah. Buku yang digunakan dalam proses pembelajaran masih memiliki kekurangan yaitu: sebagian besar pokok bahasan masih belum terstruktur dengan baik dan runtut. Hal ini dikarenakan buku yang digunakan selalu menyesuaikan dengan pergantian kurikulum yang terus berganti.

Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa proses pembelajaran fisika masih mengalami kendala yaitu, siswa masih kesulitan untuk memahami konsep berjenjang dari konsep sederhana sampai konsep yang lebih kompleks. Hal ini memicu siswa kurang semangat dan merasa terbebani dalam mempelajari fisika secara mendalam. Hasil wawancara yang lain menunjukkan bahwa siswa cenderung lebih menyukai penjelasan konsep fisika disertai gambar visual yang menarik dan langsung praktek secara langsung.

Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis kurikulum didapatkan bahwa kurikulum yang digunakan sekolah adalah kurikulum merdeka dengan pendekatan *deep learning*. Pada tahapan studi literatur peneliti mendapatkan beberapa referensi yang terkait dengan e-modul dan pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional. Hasil kajian literatur didapatkan bahwa pembelajaran kontekstual yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap pokok bahasan fluida dinamis, sub materi persamaan kontinuitas (Hidayat *et al.*, 2022). Dari kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam pembuatan bahan ajar harus mengkaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari siswa agar bahan ajar bisa diterapkan dengan baik dalam proses pembelajaran.

2. *Design* (perancangan/desain)

Tahap *design* difokuskan untuk proses perencanaan dan perancangan awal dari e-modul. Penjelasan terkait tahapan *design* produk akan dideskripsikan sebagai berikut.

a. Perencanaan Produk

Pada tahap ini, peneliti akan merencanakan perancangan e-modul sesuai kebutuhan berdasarkan hasil dari analisis pada tahap awal. Dalam proses perencanaan didapatkan beberapa hal yaitu: materi fisika yang sesuai dengan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka pokok bahasan fluida dinamis. Sub bab yang digunakan dalam e-modul antara lain: 1) fluida ideal, 2) debit aliran, 3) persamaan kontinuitas dan 4) hukum bernoulli, sub bab ini bersumber dari beberapa buku fisika karangan Douglas C. Giancoli, Abdullah dari buku fisika dasar ITB. Pada tahapan perencanaan peneliti juga memetakan kerangka yang akan dimasukkan dalam e-modul, berdasarkan direktorat pembinaan SMA (panduan penyusunan e-

modul), e-modul yang disusun harus memiliki bagian cover, kata pengantar, daftar isi, teknis cara penggunaan, tujuan pembelajaran, pokok bahasan (materi), pertanyaan pemantik, asesmen dan umpan balik, kegiatan pembelajaran, daftar pustaka, glosarium dan lampiran.

Pada proses perencanaan peneliti akan memetakan prinsip yang terdapat dalam pendekatan *deep learning* ke dalam e-modul yang dikembangkan. Pertama prinsip *mindful learning* diletakkan pada bagian tujuan pembelajaran agar siswa sadar akan proses pembelajaran yang akan dilakukan, lalu disajikan pertanyaan pemantik pada e-modul seputar fluida dinamis yang berperan sebagai membangun kesadaran diri terhadap pengetahuan awal. Kedua prinsip *meaningful learning* diletakkan pada bagian materi yang fokus membahas fenomena turbulensi kapal tradisional jukung Puger untuk menghubungkan konsep sains dengan pengalaman nyata siswa, disajikan menu kegiatan praktikum dan eksplorasi video agar membantu pemahaman siswa terhadap materi fluida dinamis. Ketiga prinsip *joyful learning* disajikan quiz dan media diskusi interaktif untuk mengukur pemahaman siswa serta disajikan literasi fakta unik untuk menambah pengetahuan baru siswa.

b. Perancangan Produk

Tahap ini akan menghasilkan sebuah draft awal (*prototype 1*) dari hasil proses perencanaan awal. Perancangan e-modul disusun berdasarkan kerangka penyusunan e-modul dan sub bab materi pada bab fluida dinamis. Perancangan ini akan diawali dengan penyusunan tujuan pembelajaran berdasarkan analisis kurikulum. Selanjutnya penyusunan materi dibuat dari konsep yang sederhana sampai yang kompleks, bertujuan agar siswa bisa memahami konsep dasar dari fluida dinamis secara utuh melalui pengalaman belajar nyata dan materi disesuaikan dengan prinsip pendekatan *deep learning* yang mengkaitkan fenomena turbulensi kapal tradisional jukung Puger. Perancangan selanjutnya difokuskan untuk merancang komponen isi e-modul, dalam isi e-modul setiap satu sub bab terdapat lembar aktivitas, video pemantapan dan latihan soal yang bisa diakses oleh siswa secara online dan interaktif. Komponen ini telah disesuaikan dengan indikator dan tujuan pembelajaran yang telah disusun. Demikian pada Gambar 4.1 adalah tampilan awal dari e-modul beserta tujuan pembelajaran yang telah disusun.



Gambar 4.1 Tampilan Awal E-Modul dan Tujuan Pembelajaran

3. *Development* (pengembangan)

Tahapan pengembangan di fokuskan untuk proses uji validasi, uji kepraktisan dan revisi dari pengembangan e-modul. Penjelasan terkait tahapan *development* produk akan dideskripsikan sebagai berikut.

a. Hasil uji validasi

Tahapan uji validasi dilakukan untuk memastikan kelayakan e-modul yang telah dibuat oleh peneliti. Proses validasi dilakukan oleh lima validator dengan dua orang guru mapel fisika SMA dan tiga dosen ahli. Hal ini bertujuan agar memastikan e-modul dapat dinilai secara objektif sehingga data penilaian tidak bersifat subjektif. Data hasil validasi ahli diperoleh menggunakan lembar validasi dengan skala 1-5 dengan kriteria penilaian yang meliputi : (1) sangat tidak valid; (2) tidak valid; (3) cukup valid; (4) valid; (5) sangat valid. Sebelum dilakukan proses validasi terhadap e-modul, peneliti melakukan sebuah proses pengecekan instrumen kepada validator e-modul guna menjamin validitas isi. Berdasarkan hasil

koreksi dari validator, terdapat masukan terkait butir instrumen keluasan materi. Validator menyarankan perubahan pada butir yang berbunyi “materi yang disajikan mendukung tercapainya capaian pembelajaran dengan baik” menjadi “materi yang disajikan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran dengan baik”. Setelah pengecekan dan revisi instrumen selesai peneliti melakukan validasi ulang terkait e-modul. Hasil uji validasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Terhadap E-Modul

No.	Aspek	Validasi	Persentase	Kategori
		Ahli Rata-Rata		
1	Isi	4,1	82%	Valid
2	Tampilan dan kegrafikan	4,1	82%	Valid
3	Bahasa	4,5	90%	Sangat Valid
Total rata-rata		4,2	84%	Valid

Hasil validasi yang diperoleh akan dianalisis untuk perbaikan dan penyempurnaan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis sebelum dilakukannya proses revisi dan uji coba secara luas. Berdasarkan Tabel 4.1 hasil validasi oleh lima validator menunjukkan skor rata-rata 4,2 dengan persentase sebesar 84% yang bila diinterpretasikan pada Tabel 3.1 mengenai kriteria validasi e-modul maka e-modul yang dikembangkan oleh peneliti termasuk dalam kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran fisika.

b. Hasil Revisi

Tahapan revisi dilakukan untuk memperbaiki e-modul yang sudah dinilai oleh validator. Tahapan ini akan memperlihatkan hasil e-modul sebelum penilaian dan perbaikan setelah penilaian, dengan tujuan setelah proses revisi e-modul dapat diuji kepraktisan kepada pengguna secara luas. Pada proses revisi peneliti mendapatkan beberapa masukan terkait perbaikan e-modul, beberapa validator memberikan untuk melakukan revisi minor dan revisi major. Revisi minor bertujuan untuk memperbaiki kesalahan kecil pada produk, sedangkan revisi major bertujuan untuk memperbaiki kesalahan fatal pada produk. Hasil revisi e-modul sesuai dengan arahan validator dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Revisi dan Perbaikan E-Modul *Deep Learning*

No.	Komponen yang Direvisi	Hasil Revisi
1.	Menambahkan keterangan tombol pada petunjuk penggunaan	Keterangan tombol telah ditambahkan pada petunjuk penggunaan
		
2.	<p>a. Menyelaraskan warna dan bentuk tombol sesuai dengan tombol pada petunjuk penggunaan.</p> <p>b. Pemetaan pendekatan <i>deep learning</i> pada komponen e-modul belum muncul</p> <p>c. Visualisasi pada materi debit aliran masih belum menunjukkan fenomena turbulensi pada kapal jukung</p>	<p>a. Tombol telah diselaraskan dengan petunjuk penggunaan.</p> <p>b. Pemetaan pendekatan <i>deep learning</i> telah disesuaikan dengan komponen e-modul</p> <p>c. Visualisasi sudah disesuaikan dengan fenomena turbulensi pada kapal jukung</p>
		
3.	Memperbaiki akses soal dari yang awal harus masuk web disarankan agar langsung menuju soalnya saja	Akses soal sudah diperbaiki bisa diakses dan menuju soal langsung
		

No.	Komponen yang Direvisi	Hasil Revisi
4.	<p>Komponen setiap e-modul terkait konten masih belum seimbang (misal di sub fluida ideal tidak ada fitur latihan soal, di sub hukum bernoulli ada)</p>	<p>Komponen setiap e-modul sudah seimbang terutama pada komponen isi</p>
		
5.	<p>Visualisasi mengenai fenomena turbulensi masih belum jelas</p>	<p>Menambahkan visualisasi yang lebih jelas melalui video animasi.</p>
		
6.	<p>Video pemantapan lebih baik memakai video sendiri</p>	<p>Video telah diubah dari yang awalnya mengambil dari video youtube menjadi video rekaman sendiri.</p>
		

c. Hasil uji kepraktisan

Tahapan uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui respon peserta didik dan mengetahui tingkat kemudahan, kejelasan materi dan daya tarik pengguna dalam proses pembelajaran. Hasil uji kepraktisan e-modul dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data Uji Kepraktisan Kepada Pengguna

No	Indikator	Uji Luas	
		Indeks (%)	Kriteria
1. Kemudahan Penggunaan		88%	Sangat Praktis
1.1.	Saya dapat mengakses e-modul dengan mudah menggunakan perangkat yang saya miliki.		
1.2.	Saya memahami petunjuk penggunaan e-modul dengan jelas.	87%	Sangat Praktis
1.3.	Saya dapat berpindah halaman atau menu dalam e-modul tanpa kesulitan.	88%	Sangat Praktis
1.4.	Tombol navigasi pada e-modul mudah dipahami dan digunakan.	80%	Praktis
1.5.	Saya dapat menggunakan e-modul secara mandiri tanpa bantuan guru atau orang lain.	90%	Sangat Praktis
2. Manfaat		82%	Sangat Praktis
2.1.	Saya merasa e-modul ini membantu saya lebih fokus dalam memahami materi pembelajaran.		
2.2.	Saya merasa e-modul ini membantu saya belajar mandiri secara terarah dan berkesadaran akan kecepatan belajar saya sendiri	87%	Sangat Praktis
2.3.	Saya dapat merefleksikan dan mengkaji materi pembelajaran dengan mudah menggunakan e-modul.	88%	Sangat Praktis
2.4.	Saya dapat memanfaatkan e-modul ini sebagai sumber menstimulasi fokus saya dalam belajar selain buku cetak.	90%	Sangat Praktis
2.5.	Saya merasa e-modul ini bermanfaat untuk digunakan dalam kegiatan belajar sehari-hari yang penuh kesadaran.	82%	Sangat Praktis
3. Kejelasan Materi/Konsep		87%	Sangat Praktis
3.1.	Saya dapat memahami makna dan esensi yang disajikan dalam e-modul dengan mudah.		
3.2.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul jelas sehingga membantu dalam memahami makna dalam materi	90%	Sangat Praktis
3.3.	Istilah dalam e-modul disajikan dengan konteks yang jelas sehingga maknanya mudah dipahami.	87%	Sangat Praktis
3.4.	Urutan penyajian materi dalam e-modul tersusun secara sistematis.	88%	Sangat Praktis
4. Daya Tarik dan Kenyamanan Pengguna		80%	Praktis
4.1.	Saya tertarik menggunakan e-modul karena tampilan visualnya menarik sehingga tidak membosankan		
4.2.	Kombinasi warna, teks, dan gambar pada e-modul membuat saya nyaman belajar.	82%	Sangat Praktis

No	Indikator	Indeks (%)	Kriteria
4.3.	Media pendukung (gambar, video, animasi) membantu saya memahami materi menjadi lebih menyenangkan.	87%	Sangat Praktis
Rata-Rata		81%	Sangat Praktis

Data kuantitatif Tabel 4.2 diperoleh dari perhitungan hasil analisis uji kepraktisan. Data tersebut kemudian disesuaikan kembali menjadi data kualitatif dengan interpretasi pada Tabel 3.3. berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa e-modul dengan pendekatan *deep learning* mendapatkan skor 81% yang mengindikasikan bahwa e-modul sangat praktis jika digunakan dalam pembelajaran fisika pokok bahasan fluida dinamis.

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada penelitian ini akan merincikan hasil pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional yang telah diuji kelayakan dan kepraktisan. Berdasarkan hasil pengembangan yang telah dilakukan mengenai validitas dan kepraktisan terhadap e-modul, maka pada subbab ini membahas sebagai berikut :

1. Validitas E-Modul dengan Pendekatan *Deep Learning*

E-modul yang dikembangkan oleh peneliti merupakan perangkat pembelajaran dalam bentuk elektronik yaitu e-modul dengan pendekatan *deep learning*. Validasi e-modul dilakukan oleh lima validator ahli, dengan perolehan skor rata-rata 84% dengan kategori valid. Dalam proses validasi ahli meliputi empat aspek yaitu : isi, tampilan, kegrafikan dan bahasa. Aspek isi meliputi indikator : (1) kelengkapan materi; (2) keluasan materi; (3) kedalaman materi; (4) keakuratan konsep dan definisi; (5) keakuratan contoh dan kasus; (6) keakuratan istilah. Rata-rata skor dari validasi ahli pada aspek isi sebesar 82% hal ini mengindikasikan bahwa aspek ini mendapatkan penilaian kategori valid. Aspek tampilan dan kegrafikan meliputi indikator: (1) sistematika konsep; (2) gambar dan ilustrasi dapat membantu siswa menguatkan konsep fluida dinamis; (3) penyajian pembelajaran yang bersifat interaktif; (4) gambar dan ilustrasi pada setiap pokok bahasan dapat membantu siswa untuk memahami konsep fluida dinamis; (5) koherensi antar sub materi. Rata-rata skor dari validasi ahli pada aspek isi sebesar

82% hal ini mengindikasikan bahwa aspek ini mendapatkan penilaian kategori valid. Aspek bahasa meliputi : (1) ketepatan tata bahasa dan ejaan; (2) struktur dan kebakuan kalimat; (3) kesesuaian bahasa dengan perkembangan peserta didik. Rata-rata skor dari validasi ahli pada aspek isi sebesar 90% hal ini mengindikasikan bahwa aspek ini mendapatkan penilaian kategori sangat valid.

E-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis telah diperbaiki sesuai dengan saran yang diberikan oleh validator. Saran yang diberikan oleh validator meliputi instrumen penelitian dan produk yang telah dibuat oleh peneliti. Proses validasi akan menunjukkan kualitas atau kelayakan dari produk bahan ajar yang dikembangkan, dari segi materi dan visual (Hariyati & Rachmadyanti, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa proses uji validasi penting bagi bahan ajar yang telah dikembangkan sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Selama proses validasi, terdapat beberapa revisi terkait instrumen yang digunakan oleh peneliti dan e-modul yang dikembangkan oleh peneliti. Proses ini dilakukan sebanyak empat kali dengan rincian tiga kali revisi minor dan satu kali revisi major.

Proses revisi minor dilakukan untuk perbaikan kecil pada setiap komponen e-modul, contohnya seperti perbaikan pada identitas sumber bacaan atau video, dan latihan soal yang sebaiknya dibuat agar lebih mudah aksesnya. Proses revisi major dilakukan untuk perbaikan besar dan fatal pada e-modul, contohnya perbaikan pada gambar dan ilustrasi masih belum bisa menggambarkan pokok bahasan dan tema yang diambil, dalam kasus ini gambar dan ilustrasi fenomena turbulensi pada kapal tradisional masih belum jelas pada e-modul. Namun, peneliti sudah melakukan revisi major dan minor untuk memperbaiki kualitas e-modul agar layak digunakan dalam proses pembelajaran.

E-modul yang telah dikembangkan dengan pendekatan *deep learning* dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran dengan skor validasi rata-rata sebesar 84% (kategori valid) berdasarkan lima ahli. Penilaian mencakup aspek isi 82% (kategori valid), tampilan dan kegrafikan 82% (kategori valid), dan bahasa 90% (kategori valid). Setelah dilakukan uji kelayakan, bahan ajar telah dilakukan perbaikan sebanyak empat kali yang terdiri dari tiga revisi minor dan satu revisi

mayor. Melalui rangkaian uji validasi dan perbaikan secara komprehensif, e-modul telah disesuaikan dengan saran validator sehingga memenuhi kelayakan untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

2. Kepraktisan E-modul dengan Pendekatan *Deep Learning*

Setelah proses validasi dan perbaikan e-modul selesai, peneliti memberikan angket kepraktisan kepada pengguna e-modul (siswa) untuk mengetahui kepraktisan dan respon siswa terhadap e-modul yang telah dikembangkan. Angket kepraktisan diisi melalui lembaran yang berisi pernyataan terkait aspek yang ada dalam e-modul. Berdasarkan tabel 4.3 yaitu data angket kepraktisan, siswa secara umum memberikan respon praktis dan sebagian merespon e-modul tidak praktis. Angket kepraktisan memiliki 17 pernyataan yang memuat aspek kemudahan penggunaan, manfaat, kejelasan materi/konsep, daya tarik dan kenyamanan pengguna. Angket kepraktisan diberikan kepada siswa pada uji coba skala luas dengan responden sebanyak 30 siswa. Uji kepraktisan pada e-modul skala luas memiliki keunggulan untuk menghasilkan data yang lebih akurat dan representatif sesuai dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya (Aulia & Rudyatmi, 2023). Data yang akurat dan representatif akan membantu peneliti untuk mendeteksi dini mengenai hambatan teknis dalam e-modul yang telah dikembangkan sehingga produk menjadi lebih baik dan unggul.

Analisis data hasil uji kepraktisan terhadap 30 pengguna menunjukkan bahwa e-modul yang telah dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi, jika ditinjau dari skor rata-rata responden mendapatkan kriteria sangat praktis dengan skor 87% (sangat praktis), jika dilihat dari skor rata-rata per indikator mendapatkan skor 81% (sangat praktis) yang mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat praktis. Kategori sangat praktis menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat mudah digunakan dan diakses oleh siswa (tombol navigasi, menu quiz, petunjuk penggunaan, fitur video animasi dan lembar kerja). Hal ini juga menunjukkan bahwa e-modul dapat mendukung pembelajaran mandiri secara optimal, sehingga siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran.

Skor tertinggi terdapat pada aspek 1.5 yaitu “Saya dapat menggunakan e-modul secara mandiri tanpa bantuan guru atau orang lain” dan 3.2 yaitu “Bahasa

yang digunakan dalam e-modul jelas sehingga membantu dalam memahami makna dalam materi”, yang memperoleh skor 90% (sangat praktis) ini menunjukkan bahwa siswa dapat menggunakan modul secara mandiri dan bahasa yang terdapat dalam e-modul mudah dipahami. Skor terendah terdapat pada aspek 1.4 “Tombol navigasi pada e-modul mudah dipahami dan digunakan” dan 4.1 “Saya tertarik menggunakan e-modul karena tampilan visualnya menarik sehingga tidak membosankan” yang memperoleh skor 80% (praktis) hal ini menunjukkan bahwa tombol navigasi dan tampilan visual mempermudah siswa dalam memahami konsep fluida dinamis pada kapal jukung.

Berdasarkan hasil uji kepraktisan skala luas terhadap 30 responden (siswa), dapat disimpulkan bahwa e-modul yang telah dikembangkan memiliki tingkat fungsionalitas yang tinggi dengan perolehan indeks rata-rata per indikator sebesar 81% (sangat praktis) dan indeks rata-rata pengguna sebesar 87% (kategori sangat praktis). Keunggulan utama terletak pada aspek kemandirian siswa dalam mengakses e-modul dengan indeks 90% (sangat praktis) pada aspek 1.5 yaitu “Saya dapat menggunakan e-modul secara mandiri tanpa bantuan guru atau orang lain” dan 3.2 yaitu “Bahasa yang digunakan dalam e-modul jelas dan mudah dimengerti”, yang mengindikasikan bahwa e-modul mampu memfasilitasi kegiatan belajar siswa dengan baik. Hal ini juga mengindikasikan bahwa e-modul yang memiliki keunggulan pada aspek bahasa dan aspek kemudahan penggunaan, dapat menjembatani pembelajaran yang lebih aktif melalui pengalaman belajar nyata (Abdurrahman et.al., 2025). Pernyataan tersebut selaras dengan konsep pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang menekankan siswa untuk terlibat aktif melalui pengalaman belajar nyata.

Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu penelitian pengembangan masih terbatas dalam tahapan *development* dikarenakan penelitian pengembangan memerlukan waktu yang lama untuk melakukan semua tahap dengan baik. Kendala dalam proses penelitian terletak pada, proses analisis dan pencarian literatur terkait integrasi pendekatan *deep learning* dalam e-modul yang masih jarang dibahas. Pencarian literatur mengenai konsep turbulensi pada kapal tradisional yang spesifik jenis kapal jukung Puger juga menjadi kendala dalam penelitian dikarenakan

konsep tersebut masih jarang dibahas oleh peneliti lain, peneliti lain terlalu berfokus kepada desain kapal sedangkan untuk penelitian ini difokuskan pada fenomena turbulensi pada kapal tradisional jukung Puger kabupaten Jember. Jarak lokasi penelitian yang jauh juga menjadi kendala yang menghambat peneliti untuk memaksimalkan proses penelitian pengembangan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil dan pembahasan mengenai pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. E-modul dengan pendekatan *deep learning* mendapatkan rata-rata skor validasi ahli sebesar 84% dengan kategori valid yang meliputi aspek isi mendapatkan skor 82% kategori valid, aspek tampilan dan kegrafikan mendapatkan skor 82% kategori valid dan aspek bahasa 90% kategori sangat valid.
- b. E-modul dengan pendekatan *deep learning* mendapatkan skor rata-rata kepraktisan sebesar 81% kategori sangat praktis. Skor tertinggi terdapat pada aspek bahasa dan aspek kemudahan penggunaan dengan skor 90% kategori sangat praktis. Hal ini mengindikasikan bahwa e-modul memiliki keunggulan pada aspek bahasa dan aspek kemudahan penggunaan, dapat menjembatani pembelajaran yang lebih aktif melalui pengalaman belajar nyata.

5.2 Saran

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil dan pembahasan mengenai pengembangan e-modul dengan pendekatan *deep learning* pokok bahasan fluida dinamis pada fenomena turbulensi kapal tradisional yang telah diuraikan, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

- a. Melakukan proses *Define* atau studi pendahuluan lebih intensif mengenai integrasi pendekatan *deep learning* dalam bahan ajar digital, kolaborasikan proses studi pendahuluan dengan wawancara dengan beberapa narasumber seperti praktisi pendidikan (dosen/guru) yang ahli terkait pendekatan *deep learning*.
- b. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk dapat melaksanakan penelitian pengembangan sampai proses *deseminate* agar e-modul dengan pendekatan *deep learning* lebih bermanfaat bagi pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, N., Soeprijanto., & Muksin. (2025). Measuring the usability and appeal of an e-module using the user experience questionnaire. *Journal of Educational Sciences*, 9(6), 5002–5013.
- Anggraini, R., Sadieda, L., & Hidayati, N. (2025). Pengembangan modul ajar *deep learning* untuk meningkatkan hasil belajar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1839–1850.
- Anggrayni, Asmaryadi, W. O., & Susilawati. (2025). Development of a deep learning-based instructional module for enhancing critical thinking in pancasila learning. *Jurnal Kependidikan*, 11(3), 1005–1018.
- Anisah, F. N., & Rahayu, Y. S. (2024). Validitas dan kepraktisan e-lkpd berbasis learning cycle 7e untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada sub materi transpor membran. *BioEdu*, 13(3), 725–731.
- Aulia, P. I., & Rudyatmi, E. (2023). Development of e-module materials on plants structure and tissue function based on discovery learning for high school students. *Journal of Biology Education*, 12(1), 53–60.
- Banjarnahor, Putri., & Asima, J. (2024). Analisis pemahaman konsep di SMA materi fluida dinamis pada pelajaran fisika. *Journal of Physics and Science Learning*, 8(2), 66–77.
- Bertram, V. (2012). *Practical ship hydrodynamics* (2nd ed.).Oxford : Elsevier.
- Diputera, A. M., Zulpan., & Eza, G. N. (2024). Memahami konsep pendekatan deep learning dalam pembelajaran anak usia dini yang meaningful, mindful, dan joyful: kajian melalui filsafat pendidikan. *Jurnal Bunga Rampai Usia Emas*, 10(2), 108–120.
- Direktorat Pembinaan SMA. (2017). *Panduan praktis penyusunan e-modul pembelajaran*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Draheim, L., & Kornev, N. (2024). Influence of the free surface on turbulent kinetic energy in the wake of a full ship. *Ocean Engineering*, 313(3), 1–26.
- Fatihah, Izzah., & Nugraha, C. M. (2025). Pendekatan pembelajaran deep learning: sebuah kajian literatur pembelajaran meaningful, joyful dan mindful. *SOSIO RELIGI: Jurnal Kajian Pendidikan Umum*, 23(2), 17–24.
- Fatmawati, I. (2025). Transformasi pembelajaran sejarah dengan deep learning

- berbasis digital untuk gen z. *Revorma: Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran*, 5(1), 25-39.
- Fauziah, F., Suyanti, R. D., & Silaban, R. (2024). Pengembangan bahan ajar (e-book) kimia berbasis CTL-PBL untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 162–171.
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis literatur: pendekatan pembelajaran deep learning dalam pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50–57.
- Giancoli, D. C. (2016). *Physics: Principles with applications* (7th ed., Global ed.). Pearson Education.
- Gumisrizah, N., Muwonge, C. M., & Nzabahimana, J. (2024). Effect of problem-based learning on students' problem-solving ability to learn physics. *Physics Education*, 3(61), 1-12.
- Hariyati, D, P., & Rachmadyantim, P.(2022). pengembangan bahan ajar berbasis liveworksheet untuk siswa sekolah dasar kelas V. *JPGSD*, 10(7), 1473–1483.
- Hidayat, R., Prihandono, T., & History, A. (2022). Inovasi bahan pembelajaran fisika materi fluida berbasis kontekstual menggunakan kajian aliran air. *JINOTEP (Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran)*, 9(1), 80–89.
- Husni, M., Abdullah, A., Ulfiaturruhi, S., & Hadi, Y. A. (2023). Pengembangan modul pembelajaran tematik berbasis pendidikan karakter pada fase new normal covid-19. *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 36–48.
- Juniati, I.B. Putrayasa., & Margunayasa. (2023). Pengembangan bahan ajar digital berorientasi wana kerthi loka bali pada pembelajaran ipas kelas iv sekolah dasar. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 94–106.
- Kallick, A. L. C. & B. (2000). *Habits of mind a developmental series association for supervision and curriculum development* (Vol. 17). Alexandria : Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)
- Kardiman, K., Pangestika, R. R., & Nurhidayati, N. (2022). Pengembangan rpp revisi 2019 dengan model pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, efektif dan menyenangkan. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(2), 774–779.
- Katrina, Rizka, Iwan., & Rafael (2025). Pengaruh pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan e-modul interaktif berbasis desmos terhadap pemahaman konsep turunan agnes. *Jurnal Pendidikan*, 15(3), 723–731.
- Li, R., Soper, D., Xu, J., Jia, Y., Niu, J., & Hemida, H. (2022). A Separated-Flow Model for 2-D Viscous Flows around Bluff Bodies Using the Panel Method.

Applied Sciences (Switzerland), 12(19), 1-19

- Maharani, A. (2025). Pemanfaatan pengembangan e-modul ipa interaktif berbasis android untuk siswa SMP. *Journal Sains and Education*, 3(1), 24–30.
- Malik, F. R., Novita, Y., Iskandar, B. H., Puspito, G., & Sukoraharjo, S. S. (2025). A review on the fishing boat outrigger design and construction development in indonesia. *Engineering, Technology and Applied Science*, 15(4), 1-7
- Mallor, F., Örlü, R., & Schlatter, P. (2025). Spatial averaging effects in adverse pressure gradient turbulent boundary layers. *Flow, Turbulence and Combustion*, 115(1), 127–140.
- Marsithah, I., & Jannah, M. (2024). Pengembangan modul project ipas berbasis lingkungan dalam kurikulum merdeka pada fase e. *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran: JPPP*, 5(1), 50–63.
- Mohammadpour, J., Salehi, F., Garaniya, V., Baalisampang, T., Arzaghi, E., Roberts, R., Cervella, G., Newport, J., Hughes, P., & Abbassi, R. (2024). Computational analysis of air bubble-induced frictional drag reduction on ship hulls. *Journal of Marine Science and Technology (Japan)*, 29(3), 696–710.
- Muchlis, Y., Husaini, Ali, N., Akhyar, & Tamlicha, A. (2025). Computational analysis of pressure distribution of traditional aceh boat hull attributed to speed variations. *Journal of Maritime Research*, 22(1), 232–239.
- Mursid, O., Oterkus, E., & Oterkus, S. (2025). Coupled ship simulation in hydrodynamics and structural dynamics induced by wave loads: a systematic literature review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(3), 1–28.
- Nafi, J., & Faruq, D. J. (2025). Conceptualizing deep learning approach in primary education: integrating mindful , meaningful , and joyful. *Journal of educational research and practice*, 3(2). 226-237
- Nasihah, S. A., & Utami, R. P. (2024). Validitas dan kepraktisan hasil pengembangan media pembelajaran google sites berbasis TEM-PJBL pada materi invertebrata di kelas x sma dengan kurikulum merdeka. *jurnal inkridibel*, 1(2), 116–123.
- Newman, J. N. (2018). *Marine hydrodynamics* (40th anniversary ed.). Cambridge: The MIT Press.
- Ningsih, S., Rahmi, U., Anugrah, S., & Masnur, A. (2024). Pengembangan e-modul pada mata pelajaran informatika kelas X SMK. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3 SE-Articles of Research), 42309–42322.
- Novita, Y., Nugraha, Y., Wahyuningrum, P. I., Bangun, T. N. C., & Yuwandana,

- D. P. (2024). Arah pergerakan kapal dengan sudut kedatangan gelombang yang menghasilkan amplitudo rolling minimum. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 14(1), 11-27.
- Nurul, D. (2022). Analisis kesulitan kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 20–30.
- Republik Indonesia. (2005). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*.
- Rahman, M. Z., Srientini, A., & Listriyawati, N. A. (2025). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas kapal di mv. Sumatera leader. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 9(1), 84-92.
- Ramadhan, G., & Maulidah, R. (2023). Pengembangan e-modul berbasis model pembelajaran discovery learning menggunakan powerpoint dan flip pdf corporate pada materi alat optik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 11(1), 41–47.
- Riduwan, (2017). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Rosyidah, W. M., Suprayitno, E., & Naf'an, M. (2025). Pengembangan modul ajar materi peradaban pra islam dengan pendekatan deep learning. *AJER: Advanced Journal of Education and Religion*, 2(2), 94–101.
- Septina, E. A., Widianingrum, O. L., & Cahyaningrum, D. (2025). Korelasi budaya, potensi lokal dan kearifan lokal pada pembelajaran ipa berbasis etnosains. *Journal of Science Education Research and Innovation (JOSERI)*, 1(1), 25–32.
- Suherly, T., Azizahwati, A., & Rahmad, M. (2023). Kemampuan pemahaman konsep awal siswa dalam pembelajaran fisika: analisis tingkat pemahaman pada materi fluida dinamis. *Jurnal Paedagogy*, 10(2), 494–503.
- Tarigan, W. P. L., Sipahutar, H., & Harahap, F. (2021). The effect of interactive digital learning module on student's learning activity and autonomy. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(2), 196.
- Taufik, A., Prayitno, A. T., Nurhayati, N., & Sintia, N. (2024). E-modul interaktif untuk memfasilitasi pemahaman konsep peserta didik. *Majamath: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(2), 129–138.
- Ubaidilah, A. (2025). Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa SMA Negeri 1 Gunungsari.

Journal of Science and Mathematics Education, 1(2), 26–31.

- Utami, R. A., Ernawati, Nelmira, W., & Hafidza, H. (2025). Digital learning modules: perspectives on usability, content quality, and effectiveness. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran, 10(4)*, 639–646.
- Utami, R., Aini, M. N., & Supriyadi. (2023). Digital learning modules: perspectives on usability, content quality, and effectiveness. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 8(2)*, 123–134.
- Yan, M., & Pourdavood, R. G. (2024). Faculty and Student Perspectives on Online Learning in Higher Education. *Education Sciences, 14(8)*. 1-12
- Ye, Z., Su, S., Wu, Y., Guo, F., Liu, H., & Cheng, Q. (2024). Research on Hull Form Design and Numerical Simulation of Sinkage and Trim for a New Shallow-Water Seismic Survey Vessel. *Journal of Marine Science and Engineering, 12(7)*, 1-17.

LAMPIRAN

1. Hasil Uji dan Analisis Validitas
2. Hasil Uji dan Analisis Kepraktisan
3. Matriks Penelitian
4. Wawancara Terkait Pembelajaran Fisika
5. Observasi dan Wawancara Terkait Bahan Ajar
6. Surat Izin Penelitian
7. Surat Keterangan Sudah Penelitian

