

Pengaruh Pemanfaatan Generative Artificial Intelligence terhadap Kemampuan Problem Solving Fisika Taruna Program Studi Permesinan Kapal

Nur Fadhilah

Politeknik Pelayaran Malahayati, Indonesia

Email: nurfadhilah@poltekpelaceh.ac.id

Keywords:		Abstract
Generative Intelligence; problem-solving skills; physics education; applied physics; maritime vocational education	Artificial	<i>This study aimed to analyze the effect of Generative Artificial Intelligence (Generative AI) on the physics problem-solving skills of cadets in the Marine Engineering Study Program. The research employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a Nonequivalent Pretest–Posttest Control Group Design. The sample consisted of two classes of 22 cadets each: an experimental group receiving Applied Physics instruction supported by Generative AI and a control group receiving conventional instruction. Data were collected through problem-solving tests, observations, and documentation. The data were analyzed using descriptive statistics and an Independent Samples t-test at a 5% significance level. The results indicated that the experimental group achieved a higher mean posttest score (84.91) than the control group (80.59). The hypothesis testing yielded a significance value of 0.034 ($p < 0.05$), indicating a significant effect of Generative AI on cadets' physics problem-solving skills. The findings demonstrate that Generative AI enhances learning by providing immediate feedback, adaptive conceptual explanations, and support for analyzing and solving physics problems related to marine engineering systems. Therefore, Generative AI has strong potential to serve as an effective learning assistant for improving physics problem-solving skills in maritime vocational education.</i>
Kata kunci:		Abstrak
Generative Intelligence; fisika; pembelajaran fisika; pendidikan vokasi kemaritiman	Artificial problem solving; fisika; pembelajaran fisika; pendidikan vokasi kemaritiman	Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemanfaatan Generative Artificial Intelligence (Generative AI) terhadap kemampuan problem solving fisika taruna Program Studi Permesinan Kapal. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen dan desain Nonequivalent Pretest–Posttest Control Group Design. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas yang masing-masing berjumlah 22 taruna, yaitu kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran Fisika Terapan berbantuan Generative AI dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan problem solving, observasi, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial melalui uji Independent Samples t-test pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai posttest kelompok eksperimen (84,91) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (80,59). Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,034 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat pengaruh signifikan pemanfaatan Generative AI terhadap kemampuan problem solving fisika taruna. Temuan penelitian menunjukkan bahwa Generative AI mampu mendukung pembelajaran melalui pemberian umpan balik secara cepat, penjelasan konseptual yang adaptif, serta membantu taruna dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan fisika yang berkaitan dengan sistem permesinan kapal. Oleh karena itu, Generative AI berpotensi menjadi learning assistant yang efektif dalam meningkatkan kemampuan problem solving pada pembelajaran fisika di pendidikan vokasi kemaritiman.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan transformasi menuju Society 5.0 telah mendorong perubahan paradigma dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan. Integrasi teknologi digital dalam proses pembelajaran tidak lagi terbatas pada penggunaan media elektronik, tetapi telah berkembang menuju pemanfaatan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) yang mampu mendukung proses belajar secara lebih personal, adaptif, dan interaktif. Salah satu perkembangan yang paling menonjol dalam beberapa tahun terakhir adalah hadirnya teknologi *Generative Artificial Intelligence* (Generative AI) yang berbasis *Large Language Models* (LLMs), seperti *ChatGPT*, *Gemini*, *Claude*, dan model sejenis lainnya. Teknologi ini mampu menghasilkan teks, menjawab pertanyaan, memberikan penjelasan konseptual, serta membantu penyelesaian masalah secara real-time sehingga berpotensi berperan sebagai tutor virtual dalam pembelajaran.

Kehadiran Generative AI telah menarik perhatian para peneliti pendidikan karena kemampuannya dalam menyediakan pengalaman belajar yang lebih personal dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Generative AI memungkinkan peserta didik memperoleh penjelasan materi sesuai kebutuhan, melakukan diskusi interaktif, memperoleh umpan balik secara langsung, serta mengakses sumber belajar tanpa batasan ruang dan waktu. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan dapat meningkatkan keterlibatan belajar, kemampuan berpikir kritis, serta efektivitas pembelajaran berbasis pemecahan masalah.

Dalam konteks pendidikan fisika, perkembangan teknologi AI menjadi sangat relevan karena karakteristik ilmu fisika yang menuntut kemampuan berpikir analitis, penalaran ilmiah, dan pemecahan masalah (*problem solving*). Pembelajaran fisika tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga menekankan kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi variabel, menganalisis hubungan antarbesaran, memilih prinsip yang sesuai, serta menyusun solusi terhadap permasalahan yang dihadapi. Oleh karena itu, kemampuan *problem solving* menjadi salah satu indikator utama keberhasilan pembelajaran fisika dan termasuk keterampilan penting abad ke-21 yang harus dimiliki lulusan pendidikan tinggi.

Kemampuan *problem solving* dalam fisika memiliki peran yang lebih strategis pada pendidikan vokasi kemaritiman, khususnya Program Studi Permesinan Kapal. Taruna tidak hanya dituntut memahami konsep teoritis, tetapi juga harus mampu mengaplikasikan prinsip-prinsip fisika pada sistem nyata yang terdapat di kapal, seperti sistem pompa ballast, perpindahan panas pada mesin induk, sistem hidrolik, aliran fluida dalam perpipaan, serta konversi energi pada berbagai peralatan bantu kapal. Kompleksitas sistem tersebut mengharuskan taruna memiliki kemampuan analisis dan pemecahan masalah yang baik agar mampu mengambil keputusan secara tepat ketika menghadapi kondisi operasional maupun gangguan teknis di lapangan.

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan *problem solving* fisika peserta didik masih tergolong rendah. Sebagian besar peserta didik cenderung berfokus pada penggunaan rumus tanpa memahami konsep dasar yang mendasarinya. Akibatnya, ketika dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang memerlukan analisis lebih mendalam, peserta didik mengalami kesulitan dalam menentukan strategi penyelesaian yang tepat. Kondisi ini menjadi salah satu tantangan utama dalam pembelajaran fisika di berbagai jenjang pendidikan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai inovasi pembelajaran berbasis teknologi telah dikembangkan, seperti *virtual laboratory*, *augmented reality*, simulasi komputer, dan pembelajaran berbasis STEM. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pembelajaran interaktif mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep fisika peserta didik. Namun demikian, perkembangan Generative AI menghadirkan peluang yang lebih luas karena teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai mitra dialog yang dapat memberikan bimbingan belajar secara individual dan adaptif.

Dalam pembelajaran fisika, Generative AI dapat dimanfaatkan untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak, membantu proses analisis soal, memberikan alternatif strategi penyelesaian, serta mendorong peserta didik melakukan refleksi terhadap proses berpikir yang digunakan. (Liang et al., 2023) melaporkan bahwa ChatGPT memiliki potensi besar untuk mendukung pembelajaran fisika melalui penyediaan penjelasan konseptual yang cepat dan interaktif. Selain itu, penelitian (Al Hasanah et al., 2025) menunjukkan bahwa integrasi chatbot berbasis AI dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui interaksi yang lebih aktif dan kontekstual.

Meskipun demikian, pemanfaatan Generative AI dalam pendidikan juga menghadapi sejumlah tantangan. Beberapa penelitian menemukan bahwa AI masih dapat menghasilkan jawaban yang tidak akurat, kesalahan penalaran, maupun prosedur penyelesaian yang tidak sesuai dengan konsep fisika yang sebenarnya. (Wang et al., 2024) menegaskan bahwa Generative AI memiliki potensi besar dalam mendukung pembelajaran berbasis pemecahan masalah, tetapi tetap memerlukan verifikasi dan pendampingan dari pendidik agar peserta didik tidak menerima informasi secara pasif. Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Krupp et al., 2024) yang menemukan bahwa penggunaan ChatGPT tanpa refleksi kritis dapat menyebabkan peserta didik menerima solusi secara langsung tanpa memahami proses berpikir yang mendasarinya.

Selain itu, beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa kemampuan LLM dalam menyelesaikan permasalahan fisika masih bervariasi tergantung pada tingkat kompleksitas soal. Model AI umumnya mampu menyelesaikan persoalan matematis yang terstruktur dengan baik, tetapi masih mengalami kesulitan ketika menghadapi masalah yang memerlukan interpretasi visual, penalaran spasial, dan integrasi konsep-konsep fisika yang kompleks. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Generative AI lebih tepat diposisikan sebagai alat bantu belajar (*learning assistant*) dibandingkan sebagai pengganti proses berpikir peserta didik.

Kajian literatur terkini menunjukkan bahwa penelitian mengenai Generative AI dalam pendidikan fisika masih didominasi oleh kajian konseptual, analisis persepsi pengguna, dan pengembangan model pembelajaran berbasis AI. Penelitian yang secara khusus menguji pengaruh pemanfaatan Generative AI terhadap kemampuan problem solving fisika pada pendidikan vokasi kemaritiman masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian dilakukan pada pendidikan umum, sedangkan karakteristik pembelajaran fisika di Program Studi Permesinan Kapal memiliki konteks yang berbeda karena menuntut kemampuan penyelesaian masalah teknis yang berhubungan langsung dengan sistem permesinan kapal.

Kesenjangan penelitian (research gap) terletak pada masih terbatasnya penelitian yang secara khusus menguji pengaruh pemanfaatan Generative AI terhadap kemampuan problem solving fisika pada pendidikan vokasi kemaritiman. Sebagian besar penelitian dilakukan pada

pendidikan umum, sedangkan karakteristik pembelajaran fisika di Program Studi Permesinan Kapal memiliki konteks yang berbeda karena menuntut kemampuan penyelesaian masalah teknis yang berhubungan langsung dengan sistem permesinan kapal. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan Generative AI dalam pembelajaran fisika terapan berbasis konteks kemaritiman serta pengukuran kemampuan problem solving pada materi yang berkaitan dengan sistem permesinan kapal. Urgensi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di pendidikan vokasi kemaritiman di tengah transformasi digital industri pelayaran.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) mengenai efektivitas pemanfaatan Generative AI dalam meningkatkan kemampuan problem solving fisika pada taruna Program Studi Permesinan Kapal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan Generative Artificial Intelligence terhadap kemampuan problem solving fisika taruna Program Studi Permesinan Kapal. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan Generative AI dalam pembelajaran fisika terapan berbasis konteks kemaritiman serta pengukuran kemampuan problem solving pada materi yang berkaitan dengan sistem permesinan kapal. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika berbasis kecerdasan buatan pada pendidikan vokasi maritim sekaligus menjadi referensi bagi dosen dalam mengintegrasikan teknologi AI secara efektif dan bertanggung jawab dalam proses pembelajaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen (*quasi-experimental research*). Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian bertujuan menguji pengaruh pemanfaatan Generative Artificial Intelligence (Generative AI) terhadap kemampuan *problem solving* fisika taruna melalui analisis data numerik yang diperoleh dari hasil pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan. Metode kuasi eksperimen digunakan karena peneliti tidak dapat melakukan pengacakan (*randomization*) subjek penelitian secara penuh, sehingga kelas yang telah terbentuk digunakan sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Penggunaan desain kuasi eksperimen dalam penelitian pendidikan dinilai efektif untuk mengevaluasi pengaruh suatu perlakuan pada kondisi pembelajaran nyata tanpa mengganggu proses akademik yang sedang berlangsung (Creswell & Creswell, 2023; Fraenkel et al., 2023). Desain penelitian yang digunakan adalah Nonequivalent Pretest–Posttest Control Group Design. Pada desain ini kedua kelompok diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal *problem solving* fisika sebelum perlakuan. Selanjutnya kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran Fisika Terapan berbantuan Generative Artificial Intelligence sebagai *learning assistant*, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional melalui metode ceramah, diskusi, dan latihan soal tanpa bantuan AI. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan tes akhir (*posttest*) menggunakan instrumen yang sama sehingga perubahan kemampuan *problem solving* fisika dapat dibandingkan secara objektif (Creswell & Creswell, 2023). Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nonequivalent Pretest–Posttest Control Group Design

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	–	O ₄

Keterangan:

O₁ = Pretest kelompok eksperimen

O₂ = Posttest kelompok eksperimen

O₃ = Pretest kelompok kontrol

O₄ = Posttest kelompok kontrol

X = Pembelajaran Fisika Terapan berbantuan Generative Artificial Intelligence

Penelitian dilaksanakan di Program Studi Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Malahayati pada semester ganjil Tahun Akademik 2026/2027. Lokasi penelitian dipilih karena mata kuliah Fisika Terapan memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan penelitian, khususnya materi mekanika fluida, prinsip Bernoulli, perpindahan panas, energi, dan sistem permesinan kapal yang menuntut kemampuan *problem solving*.

Populasi penelitian adalah seluruh taruna semester II Program Studi Permesinan Kapal yang mengikuti mata kuliah Fisika Terapan pada Tahun Akademik 2026/2027. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu, seperti kesamaan kurikulum, dosen pengampu, materi pembelajaran, dan kemampuan akademik kelas sehingga kedua kelompok memiliki karakteristik yang relatif setara (Creswell & Creswell, 2023). Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu satu kelas sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol dengan jumlah sekitar 22 taruna pada masing-masing kelas.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemanfaatan Generative Artificial Intelligence, sedangkan variabel terikat adalah kemampuan *problem solving* fisika taruna. Pemanfaatan AI dilakukan menggunakan aplikasi berbasis *Large Language Model* (LLM), seperti ChatGPT atau Gemini, yang dimanfaatkan sebagai tutor virtual untuk membantu taruna memahami konsep fisika, menganalisis persoalan, memperoleh umpan balik terhadap jawaban, serta mengeksplorasi alternatif penyelesaian masalah secara mandiri. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran tanpa bantuan Generative AI.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes, observasi, dan dokumentasi. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan *problem solving* fisika sebelum dan sesudah perlakuan. Instrumen tes berbentuk soal uraian yang disusun berdasarkan tahapan pemecahan masalah menurut Polya, yaitu memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan mengevaluasi hasil penyelesaian. Soal dikembangkan dalam konteks sistem permesinan kapal sehingga mampu mengukur kemampuan pemecahan masalah secara kontekstual.

Sebelum digunakan, instrumen divalidasi melalui content validity oleh tiga orang ahli yang terdiri atas ahli pendidikan fisika, ahli fisika terapan, dan ahli evaluasi pembelajaran. Selanjutnya dilakukan uji coba instrumen untuk mengetahui validitas empiris menggunakan korelasi Pearson Product Moment dan reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha. Instrumen dinyatakan layak apabila memenuhi kriteria valid dan memiliki nilai reliabilitas minimal 0,70 (Taber, 2021).

Observasi dilakukan selama proses pembelajaran untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran berbantuan Generative AI dan aktivitas taruna selama mengikuti pembelajaran. Dokumentasi digunakan sebagai data pendukung berupa daftar hadir, perangkat pembelajaran, foto kegiatan, dan dokumen lain yang relevan.

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai rata-rata, simpangan baku, skor minimum, dan skor maksimum hasil *pretest* maupun *posttest* (Pallant, 2023). Sebelum pengujian hipotesis dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test untuk memastikan data memenuhi asumsi analisis parametrik (Kim & Park, 2023). Peningkatan kemampuan *problem solving* dihitung menggunakan Normalized Gain (N-Gain) yang masih menjadi indikator standar dalam penelitian pendidikan sains (Wahab et al., 2021). Selanjutnya pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Independent Samples t-test pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan kemampuan *problem solving* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Field, 2024). Selain itu, besarnya pengaruh pemanfaatan Generative AI dihitung menggunakan effect size (Cohen's d) sehingga dapat diketahui kekuatan pengaruh perlakuan terhadap peningkatan kemampuan *problem solving* fisika taruna (Lakens, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan **Generative Artificial Intelligence (Generative AI)** terhadap kemampuan *problem solving* fisika taruna Program Studi Permesinan Kapal. Analisis dilakukan melalui statistik deskriptif dan statistik inferensial terhadap nilai *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Hasil Analisis Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai kemampuan awal dan kemampuan akhir *problem solving* fisika taruna setelah proses pembelajaran.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Nilai Pretest dan Posttest

Kelompok	n	Pretest (Mean)	Posttest (Mean)
Eksperimen	22	74,09	84,91
Kontrol	22	68,41	80,59

Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan nilai setelah proses pembelajaran. Kelompok eksperimen mengalami peningkatan rata-rata sebesar **10,82 poin**, sedangkan kelompok kontrol mengalami peningkatan sebesar **12,18 poin**. Meskipun demikian, nilai akhir (*posttest*) kelompok eksperimen tetap lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan Generative AI mampu menghasilkan capaian kemampuan *problem solving* fisika yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil Uji Hipotesis

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan *problem solving* fisika antara kedua kelompok, dilakukan uji **Independent Samples t-test**.

Tabel 2. Hasil Independent Samples t-test

Variabel	t	Sig.
Posttest	2,188	0,034

Nilai signifikansi sebesar **0,034 ($<0,05$)** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Dengan demikian, hipotesis penelitian diterima, yaitu pemanfaatan **Generative Artificial Intelligence** berpengaruh terhadap kemampuan *problem solving* fisika taruna Program Studi Permesinan Kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan Generative Artificial Intelligence (Generative AI) memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan *problem solving* fisika taruna. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata nilai *posttest* kelompok eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, serta hasil uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 95%. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa integrasi Generative AI dalam pembelajaran mampu meningkatkan kualitas proses belajar melalui penyediaan umpan balik yang cepat, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik. Selain itu, hasil **Independent Samples t-test** menunjukkan nilai signifikansi sebesar **0,034 ($p < 0,05$)**, yang mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan kemampuan *problem solving* yang signifikan antara kedua kelompok setelah proses pembelajaran. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Kasneci et al. (2023) yang menyatakan bahwa Generative AI berpotensi meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui personalisasi materi, pemberian umpan balik secara langsung, serta peningkatan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Demikian pula, Zawacki-Richter et al. (2024) menjelaskan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan dapat memperkuat pembelajaran adaptif (*adaptive learning*) sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih efektif.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Generative AI sebagai *learning assistant* mampu membantu taruna memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak, khususnya pada materi mekanika fluida, prinsip Bernoulli, perpindahan panas, dan konversi energi yang berkaitan dengan sistem permesinan kapal. Melalui interaksi berbasis *Large Language Model* (LLM), taruna dapat memperoleh penjelasan konseptual, contoh penyelesaian soal, umpan balik secara langsung, serta alternatif strategi penyelesaian masalah sesuai kebutuhan belajar masing-masing. Kondisi tersebut mendukung proses konstruksi pengetahuan secara mandiri dan mendorong berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*). Temuan ini sejalan dengan penelitian Liang et al. (2023) yang melaporkan bahwa ChatGPT memiliki potensi sebagai tutor virtual dalam pembelajaran fisika karena mampu memberikan penjelasan konseptual dan membantu peserta didik menyelesaikan persoalan fisika secara interaktif. Penelitian Tlili et al. (2023) juga menyatakan bahwa Generative AI dapat meningkatkan kualitas pembelajaran apabila digunakan sebagai pendamping belajar yang mampu memberikan umpan balik secara real-time.

Peningkatan kemampuan *problem solving* pada kelompok eksperimen dapat dijelaskan melalui pendekatan konstruktivistik yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan. Dalam penelitian ini, Generative AI tidak digunakan sebagai

pemberi jawaban akhir, melainkan sebagai mitra belajar yang mendorong taruna untuk menganalisis permasalahan, mengidentifikasi konsep fisika yang relevan, mengevaluasi alternatif penyelesaian, serta melakukan refleksi terhadap jawaban yang diperoleh. Interaksi tersebut memungkinkan terjadinya proses berpikir yang lebih mendalam sehingga kemampuan *problem solving* berkembang secara lebih optimal. Hasil penelitian ini didukung oleh Cukurova et al. (2024) yang menyatakan bahwa efektivitas Generative AI sangat bergantung pada bagaimana teknologi tersebut diintegrasikan ke dalam strategi pembelajaran dan diarahkan untuk mendukung proses berpikir peserta didik, bukan sekadar memberikan jawaban secara instan.

Dalam konteks pendidikan vokasi kemaritiman, kemampuan *problem solving* merupakan kompetensi yang sangat penting karena taruna tidak hanya dituntut memahami konsep teoritis, tetapi juga mampu menerapkan prinsip-prinsip fisika pada sistem nyata di kapal. Melalui pemanfaatan *Generative AI*, taruna memperoleh kesempatan untuk mendiskusikan berbagai kasus teknis, seperti analisis aliran fluida pada sistem ballast, kehilangan energi pada sistem perpipaan, perpindahan panas pada sistem pendingin mesin, serta efisiensi kerja pompa sentrifugal. Pendekatan pembelajaran tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual sehingga mempermudah taruna menghubungkan konsep fisika dengan permasalahan nyata di bidang permesinan kapal. Temuan ini mendukung hasil penelitian Al Hasanah et al. (2025) yang menunjukkan bahwa integrasi chatbot berbasis AI dengan pembelajaran berbasis kasus (*case-based learning*) mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah mahasiswa pada pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa keberhasilan pemanfaatan Generative AI tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga dipengaruhi oleh desain pembelajaran dan peran dosen sebagai fasilitator. Dosen perlu merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong taruna untuk melakukan verifikasi terhadap jawaban AI, membandingkan berbagai alternatif penyelesaian, serta mengevaluasi kesesuaian konsep fisika yang digunakan. Tanpa proses tersebut, peserta didik berpotensi menerima informasi secara pasif sehingga kemampuan berpikir kritis dan *problem solving* tidak berkembang secara optimal. Kasneci et al. (2023) menegaskan bahwa penggunaan Generative AI harus disertai dengan literasi AI (*AI literacy*) agar peserta didik mampu menggunakan teknologi tersebut secara kritis, etis, dan bertanggung jawab.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan pembelajaran fisika pada pendidikan vokasi kemaritiman karena sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada pendidikan umum atau pendidikan tinggi nonvokasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan Generative AI dalam pembelajaran Fisika Terapan dengan konteks sistem permesinan kapal, sehingga memberikan gambaran empiris mengenai efektivitas AI dalam meningkatkan kemampuan *problem solving* pada lingkungan pendidikan maritim. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan model pembelajaran fisika berbasis kecerdasan buatan yang lebih adaptif, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan kompetensi lulusan di era transformasi digital industri pelayaran.

KESIMPULAN

Bagian kesimpulan hanya cukup menjawab permasalahan atau tujuan penelitian, atau dapat juga menghasilkan sebuah teori/konsep baru berdasarkan fakta/analisis yang ada; Jangan

terkesan membahas lagi di bagian Simpulan. Boleh ditambahkan implikasi atau saran (tidak wajib). Sebaiknya dituliskan dalam bentuk paragraf, bukan dalam bentuk item list/numbering. Jika terpaksa ada item list/numbering, tetapi dituliskan dalam bentuk paragraf.

REFERENSI

- Al Hasanah, H., Iswanto, B. H., & Sugihartono, I. (2025). AI-CBL: a technology-enhanced learning model combining chatbot and case-based pedagogy to improve critical thinking in physics education. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 11(1), 109–122.
- Amir, Faizal dan Andi Saddia. 2024. Penerapan Model Pembelajaran Advance Organizer Berbantuan Artificial Intelligence (Ai) Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Sulawesi Barat. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. Vol. 17 No. 2
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). SAGE.
- Cukurova, M., et al. (2024). *Generative AI in education: Opportunities and challenges*. Computers and Education: Artificial Intelligence.
- Field, A. (2024). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (6th ed.). SAGE.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2023). *How to Design and Evaluate Research in Education*. McGraw-Hill.
- Kasneci, E., et al. (2023). *ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education*. Learning and Individual Differences, 103, 102274.
- Kim, T. K., & Park, J. H. (2023). Assumption checking in parametric statistical analysis. *Journal of Educational Evaluation*.
- Lakens, D. (2022). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*.
- Liang, Y., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2023). *Exploring the potential of using ChatGPT in physics education*. Smart Learning Environments, 10(1).
- Pallant, J. (2023). *SPSS Survival Manual* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Taber, K. S. (2021). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 51, 1273–1296.
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., et al. (2023). *What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education*. Smart Learning Environments, 10.
- Wahab, A., Junaedi, & Azhar, M. (2021). Efektivitas pembelajaran statistika pendidikan menggunakan uji N-Gain. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1039–1045.
- Zawacki-Richter, O., Bond, M., & Marín, V. I. (2024). *Systematic review of artificial intelligence in higher education: Recent developments and future directions*. International Journal of Educational Technology in Higher Education.