

## Integrasi LABIRIN dan STEAM dalam PBL Berbasis Fogarty untuk Pengembangan Keterampilan 6C

Skolastika Subekti<sup>1</sup>, Nancy Susianna<sup>2</sup>, Nerru Pranuta Murnaka<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Magister Pendidikan IPA, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

\*Corresponding Author: [nerru.murnaka@unpar.ac.id](mailto:nerru.murnaka@unpar.ac.id)

Dikirim: 23-05-2026; Direvisi: 17-06-2026; Diterima: 20-06-2026

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan model pembelajaran Layered PBL yang mengintegrasikan pendekatan LABIRIN dan STEAM dalam Problem-Based Learning (PBL) berbasis model integrasi Robin Fogarty untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP pada materi gelombang mekanik. Penelitian menggunakan pendekatan conceptual research yang dipadukan dengan uji implementasi lapangan menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest. Pengembangan model dilakukan melalui studi literatur dari jurnal internasional bereputasi, buku teori, dokumen kebijakan pendidikan global, serta regulasi Kurikulum Merdeka. Analisis data dilakukan melalui content analysis, thematic synthesis, serta analisis statistik deskriptif dan inferensial. Hasil penelitian menghasilkan model pembelajaran Layered PBL, yaitu model pembelajaran berbasis masalah yang diperkaya oleh pendekatan LABIRIN sebagai experiential enrichment dan STEAM sebagai multidisciplinary content integration. Integrasi tersebut menghasilkan pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, reflektif, dan mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa model dan instrumen yang dikembangkan berada pada kategori layak digunakan dalam pembelajaran SMP. Implementasi model dilakukan pada 25 siswa SMP kelas IX pada materi gelombang mekanik. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah penerapan model Layered PBL. Nilai rata-rata pretest sebesar 22.24 meningkat menjadi 57.24 pada posttest. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis berada pada kategori sedang atau lebih tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi PBL, LABIRIN, dan STEAM mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, bermakna, dan efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.

**Kata Kunci:** Problem-Based Learning, LABIRIN, STEAM, Fogarty, berpikir kritis, gelombang mekanik.

**Abstract:** This study aimed to develop and implement the Layered PBL learning model, which integrates the LABIRIN and STEAM approaches within Problem-Based Learning (PBL) based on Robin Fogarty's curriculum integration model to improve junior high school students' critical thinking skills on the topic of mechanical waves. The study employed a conceptual research approach combined with a field implementation using a One-Group Pretest-Posttest design. The model development was conducted through a literature review of reputable international journals, theoretical books, global educational policy documents, and the Indonesian Merdeka Curriculum framework. Data analysis was carried out using content analysis, thematic synthesis, and descriptive and inferential statistical analysis. The findings produced the Layered PBL model, a problem-based learning model enriched by the LABIRIN approach as an experiential enrichment and STEAM as a multidisciplinary content integration. The integration generated a more contextual, interactive, reflective, and student-centered learning process that supports 21st-century skills development. Expert validation results indicated that the developed model and instruments were feasible for implementation

in junior high school learning. The implementation involved 25 ninth-grade junior high school students in learning mechanical waves. The results showed an improvement in students' critical thinking skills after applying the Layered PBL model. The mean pretest score increased from 22.24 to 57.24 in the posttest. Statistical analysis indicated that the improvement was categorized as moderate or higher. These findings suggest that the integration of PBL, LABIRIN, and STEAM creates more active, meaningful, and effective learning in enhancing students' critical thinking skills.

**Keywords:** Problem-Based Learning, LABIRIN, STEAM, Fogarty, critical thinking, mechanical waves.

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan abad ke-21 telah membawa perubahan fundamental dalam paradigma pendidikan, khususnya dalam hal kompetensi yang perlu dimiliki oleh peserta didik. Pendidikan tidak lagi hanya berfokus pada penguasaan konten pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemampuan kolaborasi, komunikasi, kreativitas, serta kesadaran sosial yang kompleks. Kerangka kompetensi global yang dikembangkan oleh OECD (2018, 2019) dan Partnership for 21st Century Learning (2015) menegaskan bahwa keterampilan abad ke-21, yang sering dirumuskan dalam bentuk 6C (critical thinking, creativity, collaboration, communication, citizenship, dan character), merupakan elemen kunci yang harus diintegrasikan dalam proses pembelajaran di sekolah. Dalam konteks ini, pembelajaran di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) menjadi fase krusial dalam membentuk fondasi keterampilan tersebut, karena pada tahap ini siswa mulai mengembangkan kemampuan berpikir abstrak dan reflektif (Dewi & Murnaka, 2018; Suwarno & Murnaka, 2021).

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa praktik pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berorientasi pada transmisi pengetahuan, sehingga kurang memberikan ruang bagi pengembangan keterampilan 6C secara optimal (Arifin et al., 2022; Saputri et al., 2022). Pembelajaran yang bersifat satu arah, minim interaksi, dan kurang kontekstual menyebabkan siswa cenderung pasif serta kurang terlibat secara kognitif maupun emosional dalam proses belajar. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa, serta terbatasnya kemampuan mereka dalam bekerja sama dan berkomunikasi secara efektif (Bell, 2010; Boulden, 2021; Hmelo-Silver, 2004). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada hasil belajar kognitif, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

Salah satu pendekatan yang telah banyak digunakan untuk menjawab tantangan tersebut adalah Problem-Based Learning (PBL) (Rahman et al., 2018; Tan, 2004). Model ini menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran, sehingga mendorong siswa untuk melakukan investigasi, berpikir kritis, dan mengembangkan solusi secara mandiri maupun kolaboratif (Boulden, 2021; Hmelo-Silver, 2004). PBL terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah. Namun demikian, sejumlah studi juga menunjukkan bahwa implementasi PBL sering kali menghadapi kendala dalam hal keterlibatan siswa dan integrasi lintas disiplin. Dalam praktiknya, PBL cenderung masih berfokus pada aspek kognitif, sementara dimensi pengalaman belajar dan integrasi konten



multidisipliner belum dioptimalkan secara sistematis (Bell, 2010; Fonataba et al., 2026; Seva et al., 2025; Simamora et al., 2025)).

Dalam konteks ini, pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) muncul sebagai alternatif yang mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam satu kerangka pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif. Pendekatan STEAM memungkinkan siswa untuk memahami keterkaitan antar konsep serta mengembangkan kreativitas melalui aktivitas desain dan eksplorasi (Bybee, 2013; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Meskipun demikian, STEAM sering kali diimplementasikan sebagai pendekatan yang berdiri sendiri tanpa kerangka pedagogis yang kuat, sehingga berpotensi kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir secara sistematis.

Di sisi lain, pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman seperti LABIRIN (Seru, Interaktif, dan Unik) menawarkan perspektif yang berbeda dengan menekankan pada aspek keterlibatan emosional dan sosial siswa dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini selaras dengan teori flow yang dikemukakan oleh Mihaly Csikszentmihalyi (1999), yang menyatakan bahwa keterlibatan optimal dalam belajar terjadi karena individu mengalami keseimbangan antara tantangan dan kemampuan. Melalui aktivitas yang menyenangkan, interaktif, dan bermakna, LABIRIN (Pembelajaran Seru, Interaktif, dan Unik) berpotensi meningkatkan motivasi intrinsik siswa serta memperkuat interaksi sosial dalam pembelajaran. Namun demikian, pendekatan ini masih jarang diintegrasikan secara sistematis dalam model pembelajaran utama seperti PBL (Rahman et al., 2018).

Permasalahan utama yang muncul dari berbagai pendekatan tersebut adalah belum adanya integrasi yang komprehensif antara model pembelajaran berbasis masalah, pendekatan multidisipliner, dan pengalaman belajar yang bermakna. PBL, STEAM, dan LABIRIN masing-masing memiliki keunggulan, tetapi masih cenderung dikembangkan secara terpisah. Akibatnya, potensi sinergis dari ketiga pendekatan tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan suatu kerangka integrasi yang mampu menggabungkan berbagai pendekatan tersebut secara sistematis dan koheren. Model integrasi kurikulum yang dikembangkan oleh Robin Fogarty (1991) menawarkan solusi melalui berbagai pendekatan integrasi, seperti *integrated* dan *immersed* model, yang memungkinkan penggabungan konten, proses, dan pengalaman belajar dalam satu kesatuan yang utuh. Melalui pendekatan ini, integrasi antara PBL, STEAM, dan LABIRIN dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan bermakna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dalam penelitian ini adalah : 1) Mengembangkan kerangka konseptual integrasi LABIRIN dan STEAM dalam Problem-Based Learning berbasis model Fogarty; 2) Menganalisis jalur kausal pengembangan keterampilan 6C melalui integrasi tersebut; Mengidentifikasi kontribusi masing-masing komponen pembelajaran terhadap salah satu keterampilan 6C (berpikir kritis). Kebaruan penelitian (Novelty) ini terletak pada : 1) integrasi sistematis antara PBL, LABIRIN, dan STEAM; 2) penggunaan model integrasi Fogarty sebagai mekanisme penghubung; 3) pengembangan jalur kausal (causal pathway) menuju 6C.



## KAJIAN TEORI

### 1. Problem-Based Learning (PBL)

Problem-Based Learning (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan masalah autentik sebagai titik awal proses belajar (Rahman et al., 2018; Sorry et al., 2025). Dalam PBL, siswa didorong untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, melakukan analisis, serta mengembangkan solusi secara mandiri maupun kolaboratif (Hmelo-Silver, 2004; Hmelo-Silver et al., 2007). Pendekatan ini berakar pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan interaksi aktif dengan lingkungan belajar.

Secara operasional, PBL memiliki tahapan utama, yaitu: (1) orientasi masalah, (2) pengorganisasian siswa, (3) investigasi, (4) pengembangan dan presentasi solusi, serta (5) evaluasi (Hmelo-Silver, 2004; Hmelo-Silver et al., 2007). Tahapan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya *critical thinking*, karena mereka dihadapkan pada situasi yang menuntut analisis, evaluasi, dan sintesis informasi.

Meskipun demikian, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa PBL memiliki keterbatasan dalam aspek keterlibatan siswa dan integrasi lintas disiplin. Dalam praktiknya, PBL sering kali berfokus pada pemecahan masalah dalam satu domain tertentu, sehingga kurang memberikan ruang bagi pengembangan kreativitas dan integrasi pengetahuan secara holistik (Bell, 2010). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan tambahan yang mampu memperkaya dimensi pengalaman dan konten dalam PBL.

### 2. Pendekatan STEAM dalam Pembelajaran

Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) merupakan pengembangan dari STEM yang menambahkan unsur seni (arts) sebagai elemen penting dalam proses pembelajaran. STEAM menekankan pada integrasi berbagai disiplin ilmu untuk menghasilkan pembelajaran yang kontekstual, kreatif, dan inovatif (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

Dalam konteks pembelajaran, STEAM tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan melalui aktivitas desain, eksperimen, dan pemecahan masalah nyata. Pendekatan ini mendorong penggunaan *design thinking* yang melibatkan proses berpikir divergen (menghasilkan berbagai ide) dan konvergen (memilih solusi terbaik), sehingga berkontribusi pada pengembangan kreativitas dan berpikir kritis (Huda et al., 2026; Yakman & Lee, 2012).

Namun demikian, implementasi STEAM sering kali menghadapi tantangan dalam hal struktur pedagogis. Tanpa kerangka pembelajaran yang jelas, STEAM berpotensi menjadi sekadar integrasi konten tanpa arah yang sistematis. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran seperti PBL untuk memberikan struktur yang mendukung implementasi STEAM secara efektif.

### 3. Pendekatan LABIRIN (Seru, Interaktif, Unik)

Pendekatan pembelajaran LABIRIN merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pengalaman belajar yang seru, interaktif, dan unik. Pendekatan ini pertama kali diperkenalkan oleh FKIP UNPAR pada tahun 2024 sebagai upaya menghadirkan pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan berpusat pada



siswa. LABIRIN bertujuan meningkatkan keterlibatan siswa secara kognitif, emosional, sosial, dan kreatif melalui aktivitas pembelajaran yang aktif dan menyenangkan.

Secara teoretis, LABIRIN berakar pada berbagai teori belajar modern, khususnya konstruktivisme, sosial-konstruktivisme, humanistik, experiential learning, dan kreativitas. Dimensi pertama, yaitu Seru, menekankan pengalaman belajar yang menyenangkan, menantang, dan melibatkan aktivitas berpikir serta bergerak. Dalam perspektif konstruktivisme, Jean Piaget menjelaskan bahwa belajar terjadi melalui proses asimilasi dan akomodasi yang dipicu konflik kognitif. Selanjutnya, Lev Vygotsky (1980) menegaskan pentingnya scaffolding dan interaksi sosial dalam perkembangan berpikir siswa. Selain itu, teori flow dari Mihaly Csikszentmihalyi (1999) menjelaskan bahwa keterlibatan optimal muncul ketika tantangan pembelajaran seimbang dengan kemampuan siswa.

Dimensi kedua, yaitu Interaktif, menekankan hubungan sosial yang harmonis antara siswa dengan sesama, lingkungan, dan proses pembelajaran. Perspektif sosial-konstruktivisme Vygotsky menempatkan interaksi sosial sebagai inti pembentukan pengetahuan. Teori humanistik dari Abraham Maslow (1958) dan Carl Rogers (1986) juga menegaskan bahwa pendidikan harus mendukung aktualisasi diri, empati, dan kesadaran sosial. Selain itu, pendekatan dialogis Paulo Freire memandang pembelajaran sebagai proses dialog untuk membangun kesadaran kritis (Gadotti & Torres, 2009).

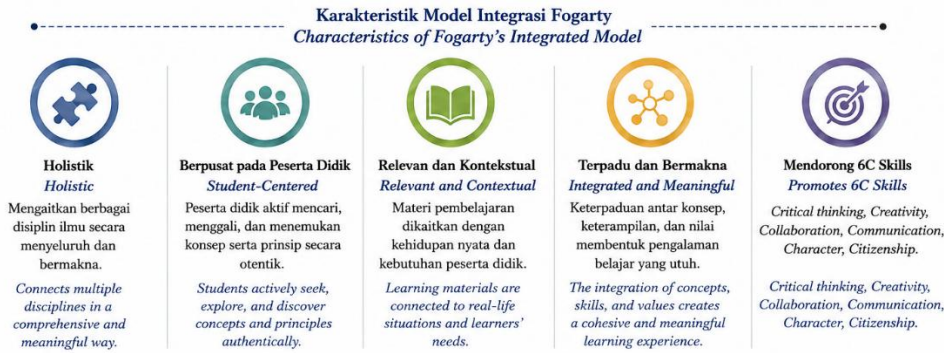
Dimensi ketiga, yaitu Unik, memberikan ruang bagi siswa untuk bermain, bereksplorasi, dan mengekspresikan ide sesuai potensi individualnya. Dalam konteks ini, teori Self-Determination dari Edward Deci (2013) dan Richard Ryan (2000) menekankan pentingnya otonomi dan motivasi intrinsik dalam belajar. Sementara itu, teori kreativitas dari J. P. Guilford (1975) dan Ellis Torrance (1969) menunjukkan bahwa kreativitas berkembang melalui fleksibilitas, orisinalitas, dan kebebasan berekspresi.

Dengan demikian, LABIRIN tidak hanya mengembangkan aspek kognitif, tetapi juga psikomotorik dan afektif secara simultan. Pendekatan ini selaras dengan konsep pembelajaran bermakna dari David Ausubel (2000) karena menghubungkan pengalaman belajar dengan konteks nyata kehidupan siswa. Oleh karena itu, LABIRIN memiliki potensi kuat dalam mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya critical thinking, collaboration, communication, creativity, dan character.

#### **4. Model Integrasi Pembelajaran Terpadu Fogarty**

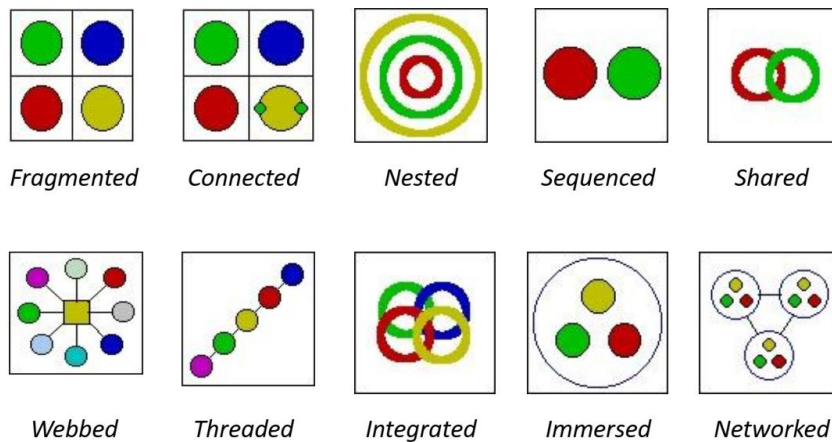
Model integrasi pembelajaran terpadu yang dikembangkan oleh Robin Fogarty (1991) menawarkan berbagai pendekatan untuk mengintegrasikan disiplin ilmu, pengalaman belajar, serta keterampilan peserta didik ke dalam satu kerangka pembelajaran yang utuh dan bermakna. Model ini menekankan keterhubungan antar konsep sehingga proses pembelajaran tidak berlangsung secara terpisah, melainkan saling terintegrasi untuk membangun pemahaman yang lebih komprehensif.





**Gambar 1.** Karakteristik Model Integrasi Pembelajaran Terpadu Fogarty

Pada hakikatnya, pembelajaran terpadu merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik, baik secara individual maupun kelompok, untuk aktif mencari, menggali, dan menemukan konsep serta prinsip-prinsip pembelajaran secara holistik dan otentik (Depdikbud, 2014). Dengan demikian, model integrasi Fogarty tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan kemampuan memecahkan masalah melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan terhubung dengan kehidupan nyata.



**Gambar 2.** Model Integrasi Pembelajaran Terpadu Fogarty (Fogarty, 1991)

Dari sepuluh model integrasi yang dikemukakan, dua model yang paling relevan dalam penelitian ini adalah:

**a. Integrated Model**

Menggabungkan berbagai disiplin ilmu dalam satu tema atau konteks pembelajaran. Model ini sangat sesuai untuk integrasi STEAM.

**b. Immersed Model**

Menekankan pengalaman belajar yang mendalam, di mana siswa terlibat secara penuh dalam proses pembelajaran. Model ini selaras dengan pendekatan LABIRIN.

Melalui kedua model ini, integrasi antara PBL, STEAM, dan LABIRIN dapat dilakukan secara sistematis, sehingga menghasilkan pembelajaran yang koheren dan bermakna.

## 5. Keterampilan 6C dalam Pembelajaran Abad ke-21

Keterampilan 6C merupakan pengembangan dari konsep keterampilan abad ke-21 yang mencakup: *Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication, Citizenship, Character*. Kerangka ini dikembangkan oleh OECD (2019) dan Partnership for 21st Century Learning (2015) sebagai respons terhadap kebutuhan global akan kompetensi yang kompleks. Keterampilan 6C tidak dapat dikembangkan melalui pembelajaran konvensional, tetapi memerlukan pendekatan yang kontekstual, interaktif, berbasis masalah. Oleh karena itu, integrasi PBL, STEAM, dan LABIRIN menjadi sangat relevan dalam mengembangkan keterampilan ini.

## 6. Penelitian Terdahulu yang Relevan

Penelitian mengenai PBL telah banyak dilakukan dan menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Hmelo-Silver, 2004; Hmelo-Silver et al., 2007). Sementara itu, penelitian tentang STEAM menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan kreativitas dan keterampilan desain siswa (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

Namun demikian, sebagian besar penelitian masih mengkaji kedua pendekatan tersebut secara terpisah. Studi yang mengintegrasikan PBL dan STEAM masih terbatas, dan belum banyak yang mengkaji integrasi dengan pendekatan berbasis pengalaman seperti LABIRIN. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian dalam hal integrasi ketiga pendekatan tersebut dalam satu kerangka yang utuh.

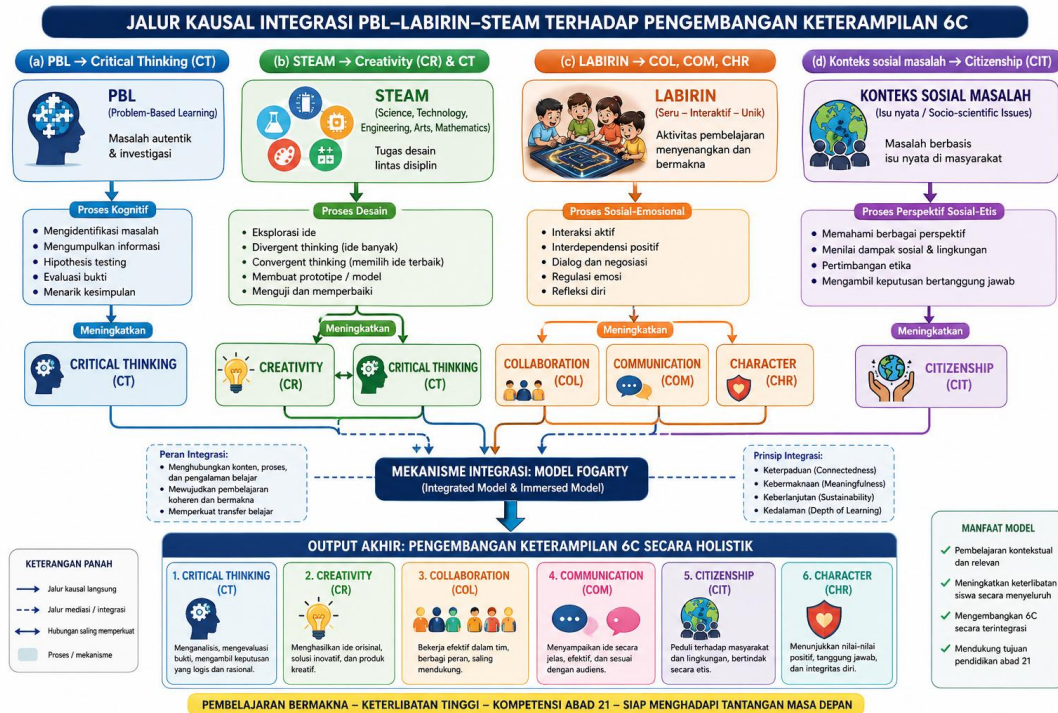
## METODE PENELITIAN

### 1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian konseptual (*conceptual research*) yang bertujuan untuk mengembangkan kerangka teoretis integratif mengenai pembelajaran berbasis Problem-Based Learning (PBL) yang diperkaya dengan pendekatan LABIRIN dan STEAM melalui model integrasi kurikulum menurut Robin Fogarty dan mengujikan ke lapangan dengan menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest.

Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan model integrasi pembelajaran (Layered PBL) yang mampu menjelaskan jalur kausal pengembangan keterampilan 6C dan mengujikan hasil model tersebut ke satu kelas.





**Gambar 3.** Model Konseptual Integrasi Pembelajaran Terpadu Fogarty

## 2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini berupa literatur ilmiah yang relevan dengan topik penelitian dan hasil nilai ujicoba model yang dikembangkan. Adapun kajian literatur ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi:

### 1. Artikel jurnal internasional bereputasi

- Basis data: Scopus, Web of Science, ERIC, dan Google Scholar
- Fokus: PBL, STEAM, pembelajaran abad ke-21, dan integrasi kurikulum

### 2. Buku referensi utama (teori klasik dan kontemporer)

- Teori konstruktivisme (Lev Vygotsky, 1978)
- Teori *flow* (Mihaly Csikszentmihalyi, 1990)
- Model PBL (Howard Barrows)

### 3. Dokumen kebijakan dan kerangka kompetensi global

- OECD (2018)
- Partnership for 21st Century Learning (2019)

### 4. Literatur nasional (sebagai konteks lokal)

- Kurikulum Merdeka (Kemendikbud, 2022)
- Studi terkait implementasi pembelajaran inovatif di Indonesia

Dalam pencarian literatur, peneliti menggunakan kriteria pemilihan literatur yang meliputi: relevansi literatur dengan variabel penelitian (PBL, STEAM, keterampilan 6C, dan berpikir kritis); 2) literatur yang dipublikasi dalam 10–15 tahun terakhir (untuk jurnal) sehingga memiliki kontribusi teoretis yang signifikan.

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur (literature study) dan studi lapangan. Dalam studi literatur (literature study), teknik yang digunakan dalam pencarian sistematis menggunakan kata kunci, antara lain:

- a. “problem-based learning”
- b. “STEAM education”
- c. “21st century skills”
- d. “curriculum integration”
- e. “engagement in learning”

Dalam Proses pencarian literatur dilakukan secara iteratif sehingga dapat diperoleh literatur yang representatif, kredibel, dan relevan dengan pengembangan model konseptual

#### 4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua tahap. Tahap 1, untuk data hasil studi literatur dilakukan melalui content analysis dan thematic synthesis. Sedangkan Tahap 2, untuk data hasil eksperimen dilakukan dengan statistic inferensial.

Berikut ini adalah analisis data yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan content analysis dan thematic synthesis, dengan tahapan sebagai berikut:

##### 1. Kategorisasi konsep

Mengidentifikasi konsep utama dari setiap literatur: 1) PBL; 2) LABIRIN; 3) STEAM; 4) Fogarty; 5) 6C Skills.

##### 2. Analisis hubungan antar konsep

Menentukan relasi konseptual antar variabel, misalnya: antara variabel PBL terhadap critical thinking; variabel STEAM terhadap creativity; LABIRIN terhadap engagement & interaction.

##### 3. Sintesis teoretis

Mengintegrasikan konsep-konsep tersebut ke dalam satu kerangka yang koheren menggunakan model integrasi Fogarty.

##### 4. Pengembangan model konseptual

Untuk menghasilkan: 1) kerangka integrasi (framework); 2) jalur kausal (causal pathway); 3) sintaks pembelajaran; 4) indikator ketercapaian 6C.

#### 5. Validasi Konseptual Model

Untuk memastikan kualitas model yang dikembangkan, dilakukan validasi konseptual melalui expert judgment. Validasi ini bertujuan untuk menilai:

**Tabel 1.** Expert Validation Model dan Instrumen

No.	Aspek	Indikator
1.	Konstruksi model	Koherensi antar komponen
2.	Kesesuaian teori	Kesesuaian dengan literatur
3.	Kejelasan sintaks	Sistematis dan operasional
4.	Relevansi	Sesuai konteks SMP
5.	Kepraktisan	Mudah diterapkan
6.	Potensi efektivitas	Mendukung 6C

Instrumen validasi menggunakan skala Likert (1–5), dengan kategori: 1 = sangat tidak sesuai; 2 = tidak sesuai; 3 = cukup sesuai; 4 = sesuai dan 5 = sangat sesuai.

Dari hasil pengujian dari validator (dua orang ahli dalam pendidikan IPA yang bergelar doctor, yaitu Alvin Stanza Kiswandhi S.Si., M.Sc., Ph.D. dan Dr. William Xaveriano Waresindo S.Pd., M.Si.) dan diperoleh bahwa model dan instrument layak untuk digunakan.



## 6. Output Penelitian

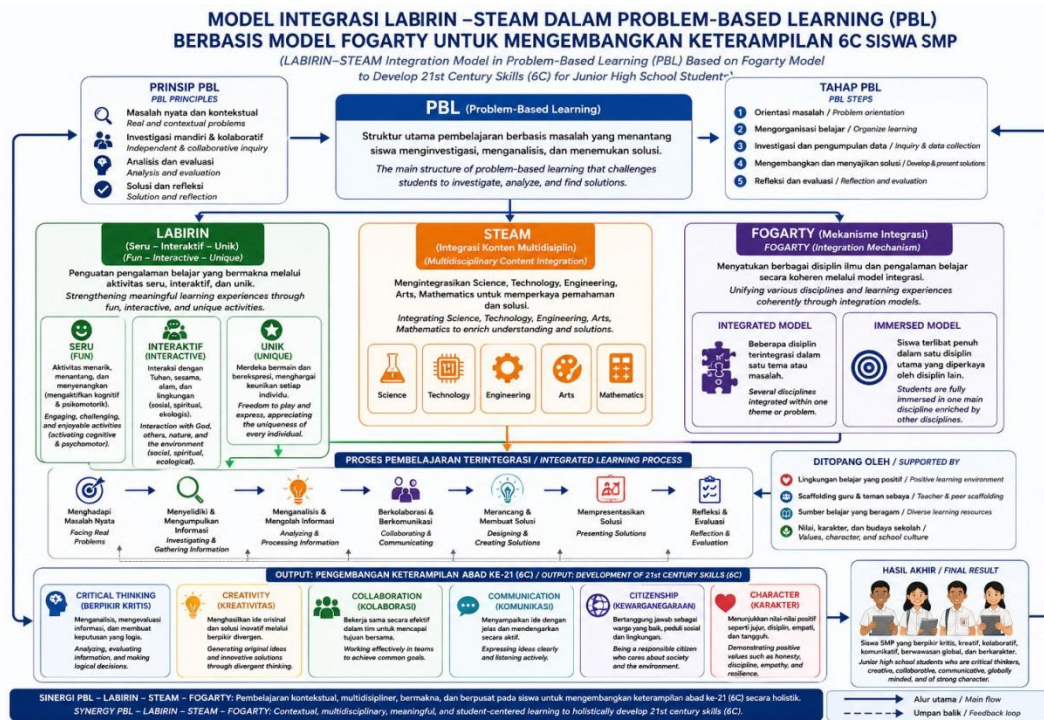
Penelitian ini menghasilkan beberapa produk konseptual utama, yaitu:

1. Model integrasi pembelajaran (Layered PBL)
2. Kerangka konseptual integrasi LABIRIN–STEAM dalam PBL
3. Jalur kausal pengembangan keterampilan 6C
4. Sintaks pembelajaran terintegrasi
5. Indikator ketercapaian 6C

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Produk Konseptual yang Dihasilkan

Hasil utama penelitian ini adalah pengembangan model konseptual Layered PBL, yaitu model pembelajaran berbasis masalah yang mengintegrasikan pendekatan LABIRIN dan STEAM melalui mekanisme integrasi model Robin Fogarty (1991) untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 (6C). Model ini menempatkan Problem-Based Learning (PBL) sebagai struktur inti pembelajaran, sementara LABIRIN berfungsi sebagai experiential enrichment yang memperkuat keterlibatan siswa secara kognitif, emosional, dan sosial. Di sisi lain, STEAM berperan sebagai content integration layer yang memperkaya konteks pembelajaran melalui integrasi multidisiplin.



**Gambar 4.** Model Valid Integrasi Pembelajaran Terpadu Fogarty

Berdasarkan Gambar 4, integrasi tersebut menghasilkan struktur pembelajaran yang lebih sistematis dan koheren. PBL menjadi kerangka utama yang mengatur alur pembelajaran mulai dari orientasi masalah hingga refleksi. LABIRIN memperkuat pengalaman belajar melalui tiga dimensi utama, yaitu seru, interaktif, dan unik, sedangkan STEAM memberikan perspektif multidisiplin dalam proses pemecahan

masalah. Selanjutnya, model Fogarty berperan sebagai mekanisme integrasi yang menghubungkan berbagai disiplin dan pengalaman belajar secara utuh.

Secara konseptual, model ini tidak hanya menghasilkan kerangka integrasi (framework), tetapi juga sintaks pembelajaran hasil integrasi, indikator ketercapaian 6C, serta indikator validasi model. Dengan demikian, model yang dikembangkan tidak bersifat deskriptif semata, melainkan telah memiliki struktur implementatif yang dapat diterapkan dalam pembelajaran SMP.

## 2. Sintaks Pembelajaran Hasil Integrasi

Hasil rekonstruksi sintaks menunjukkan bahwa integrasi LABIRIN dan STEAM ke dalam PBL menghasilkan proses pembelajaran yang lebih dinamis, kontekstual, dan reflektif. Pada tahap orientasi masalah, pendekatan LABIRIN menghadirkan stimulus yang menarik melalui video, permainan, atau kasus kontekstual sehingga meningkatkan rasa ingin tahu siswa. Dalam tahap ini, STEAM menghadirkan fenomena nyata berbasis sains dan teknologi sebagai pemicu investigasi awal.

Selanjutnya, pada tahap organisasi belajar, siswa didorong untuk bekerja dalam kelompok secara aktif dan interaktif. Pendekatan LABIRIN memperkuat interaksi sosial dan komunikasi, sementara STEAM membantu siswa mengidentifikasi berbagai variabel lintas disiplin yang terkait dengan masalah yang dipelajari.

Tahap investigasi menjadi bagian penting dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas. Aktivitas eksploratif yang bersifat unik dan berbasis pengalaman memungkinkan siswa melakukan eksperimen, simulasi, dan desain solusi secara lebih mendalam. Pada tahap pengembangan solusi, siswa tidak hanya menyusun jawaban, tetapi juga menghasilkan produk atau prototipe berbasis STEAM yang dipresentasikan secara kreatif.

Pada tahap evaluasi dan refleksi, siswa melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar dan dampak solusi yang telah dikembangkan. Tahap ini memperkuat aspek *citizenship* dan *character* melalui kesadaran sosial, tanggung jawab, dan kemampuan mengevaluasi dampak solusi terhadap lingkungan sekitar.

Temuan utama menunjukkan bahwa sintaks hasil integrasi tidak lagi bersifat linear, tetapi menjadi lebih iteratif dan reflektif. Keterlibatan siswa tidak hanya muncul pada tahap awal pembelajaran, tetapi berlangsung sepanjang siklus pembelajaran.

**Tabel 2.** Sintaks Layered PBL Berbasis LABIRIN–STEAM

Fase PBL	Integrasi LABIRIN	Integrasi STEAM	Output 6C
Orientasi Masalah	Stimulus menarik (video, game, kasus lokal) → Seru	Masalah berbasis fenomena nyata (sains/teknologi)	Curiosity, Critical Thinking
Organisasi Belajar	Diskusi kelompok → Interaktif	Identifikasi variabel lintas disiplin	Collaboration, Communication
Investigasi	Aktivitas eksploratif → Unik	Eksperimen / desain / simulasi	Critical Thinking, Creativity
Pengembangan Solusi	Presentasi kreatif	Produk STEAM (model/prototipe)	Creativity, Communication
Evaluasi & Refleksi	Refleksi pengalaman belajar	Evaluasi dampak solusi	Citizenship, Character
Fase PBL	Integrasi LABIRIN	Integrasi STEAM	Output 6C



### 3. Analisis Komparatif Model (Before–After Integration)

Hasil analisis komparatif menunjukkan bahwa model Layered PBL memiliki karakteristik yang lebih komprehensif dibandingkan PBL konvensional maupun integrasi PBL–STEAM tanpa LABIRIN. Pada PBL konvensional, fokus utama masih berada pada pemecahan masalah, sedangkan keterlibatan emosional dan pengalaman belajar siswa belum berkembang secara optimal.

Integrasi STEAM ke dalam PBL meningkatkan kreativitas dan integrasi ilmu, namun interaksi sosial dan kebermaknaan pengalaman belajar masih terbatas. Sebaliknya, model Layered PBL menghasilkan pembelajaran yang lebih hidup karena LABIRIN memperkuat dimensi pengalaman belajar melalui aktivitas yang seru, interaktif, dan unik.

Selain itu, model Fogarty memungkinkan integrasi berbagai disiplin ilmu dan pengalaman belajar secara lebih sistematis. Hal ini menyebabkan cakupan keterampilan 6C dalam model Layered PBL menjadi lebih holistik dibandingkan model sebelumnya. LABIRIN menjadi faktor pembeda utama karena mampu meningkatkan engagement, interaksi sosial, dan kebermaknaan pembelajaran.

**Tabel 3.** Perbandingan Model Pembelajaran

Aspek	PBL Konvensional	PBL + STEAM	Layered PBL (LABIRIN + STEAM + Fogarty)
Fokus	Problem solving	Problem + disiplin	Problem + pengalaman + disiplin
Engagement	Sedang	Sedang–tinggi	Tinggi (berbasis LABIRIN)
Interaksi	Terbatas	Cukup	Tinggi (interaktif)
Integrasi ilmu	Rendah	Tinggi	Sangat tinggi (Fogarty)
Kreativitas	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
6C Coverage	Parsial	Sebagian	Holistik
Aspek	PBL Konvensional	PBL + STEAM	Layered PBL (LABIRIN + STEAM + Fogarty)

Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa model integratif Layered PBL memiliki cakupan pengembangan keterampilan 6C yang lebih lengkap dibandingkan model pembelajaran lainnya. Integrasi PBL, STEAM, dan LABIRIN tidak hanya memperkuat aspek berpikir kritis dan kreativitas, tetapi juga mengembangkan kemampuan kolaborasi, komunikasi, dan karakter siswa secara simultan. Dalam hal ini, pendekatan LABIRIN menjadi pembeda utama karena mampu meningkatkan engagement siswa melalui aktivitas pembelajaran yang seru, interaktif, dan unik. Selain itu, LABIRIN memperkuat interaksi sosial dan menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, sehingga siswa lebih aktif menghubungkan konsep pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata.

### 4. Validasi Model

Hasil penyusunan indikator validasi menunjukkan bahwa model Layered PBL memiliki komponen yang koheren dan relevan secara teoritis. Integrasi antara PBL, LABIRIN, STEAM, dan Fogarty membentuk struktur pembelajaran yang saling mendukung. Dari sisi sintaks, model dinilai sistematis dan implementatif karena mengikuti tahapan PBL yang jelas namun diperkaya oleh pengalaman belajar dan integrasi multidisiplin.

Selain itu, model dinilai relevan dengan konteks SMP dan sejalan dengan Kurikulum Merdeka serta pengembangan keterampilan abad ke-21. Dari sisi kepraktisan, model memungkinkan diterapkan oleh guru melalui aktivitas



pembelajaran berbasis masalah yang kontekstual. Hasil validasi ahli yang dilakukan oleh dua pakar Pendidikan IPA, yaitu Alvin Stanza Kiswandhi, S.Si., M.Sc., Ph.D. dan William Xaveriano Waresindo, S.Pd., M.Si., menunjukkan bahwa model dan instrumen yang dikembangkan berada pada kategori layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Validasi tersebut memperlihatkan bahwa model memiliki kesesuaian teoritis, kejelasan sintaks, serta potensi implementasi yang baik dalam mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa SMP.

**Tabel 4.** Indikator Kinerja Keterampilan 6C

Aspek Validasi	Indikator	Deskripsi
Konstruksi Model	Koherensi antar komponen	PBL–LABIRIN–STEAM terintegrasi
Kesesuaian Teori	Landasan teoretis	Mengacu pada teori PBL, STEAM, konstruktivisme
Kejelasan Sintaks	Alur pembelajaran	Sistematis dan implementatif
Relevansi	Kesesuaian dengan SMP	Kontekstual dan aplikatif
Kepraktisan	Kemudahan implementasi	Dapat diterapkan guru
Potensi Efektivitas	Dampak ke 6C	Mendukung keterampilan abad 21

##### 5. Indikator Ketercapaian 6C (Model Output)

Hasil pengembangan indikator menunjukkan bahwa model Layered PBL memungkinkan pengukuran keterampilan 6C secara lebih operasional. Keterampilan berpikir kritis ditunjukkan melalui kemampuan siswa dalam menganalisis masalah dan mengevaluasi informasi. Kreativitas tercermin dari kemampuan menghasilkan solusi alternatif dan inovatif.

Selain itu, kolaborasi dan komunikasi berkembang melalui aktivitas kerja kelompok dan presentasi solusi. Aspek citizenship terlihat pada kemampuan siswa memahami dampak sosial dari solusi yang dikembangkan, sedangkan character tercermin melalui tanggung jawab, disiplin, dan konsistensi dalam proses pembelajaran. Indikator-indikator tersebut memungkinkan pengembangan instrumen berbasis rubrik, baik untuk analisis deskriptif maupun inferensial pada penelitian lanjutan.

**Tabel 5.** Indikator Kinerja Keterampilan 6C

Dimensi	Indikator Spesifik	Level Rendah	Level Sedang	Level Tinggi
Critical Thinking	Analisis masalah	Mengulang informasi	Mengidentifikasi sebagian	Analisis mendalam & evaluatif
Creativity	Ide solusi	1 solusi umum	Beberapa alternatif	Solusi inovatif
Collaboration	Kerja tim	Pasif	Berpartisipasi	Aktif & memimpin
Communication	Penyampaian ide	Tidak jelas	Cukup jelas	Sistematis & persuasif
Citizenship	Kesadaran sosial	Tidak relevan	Sebagian relevan	Kontekstual & reflektif
Character	Tanggung jawab	Rendah	Cukup	Tinggi & konsisten

##### 6. Efektivitas Model (Theoretical Effectiveness Projection)

Berdasarkan sintesis literatur dan hasil implementasi di lapangan, model Layered PBL menunjukkan potensi efektivitas yang baik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Secara teoretis, Problem-Based Learning (PBL) berkontribusi terhadap kemampuan berpikir kritis melalui proses investigasi, analisis masalah, dan evaluasi bukti (Hmelo-Silver, 2004). Integrasi STEAM memperkuat kemampuan pemecahan masalah dan analisis melalui aktivitas desain lintas disiplin (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Sementara itu, pendekatan LABIRIN



meningkatkan keterlibatan dan pengalaman belajar siswa melalui aktivitas yang seru, interaktif, dan bermakna, selaras dengan teori flow dari Mihaly Csikszentmihalyi (Cziksentmihalyi, 1999).

Untuk menguji efektivitas model, penelitian ini menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest terhadap 25 siswa SMP kelas IX pada materi gelombang mekanik. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah implementasi pembelajaran menggunakan instrumen keterampilan berpikir kritis. Hasil implementasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model Layered PBL. Peningkatan tersebut terlihat dari kemampuan siswa dalam menganalisis masalah, mengevaluasi informasi, menghubungkan konsep, dan menyusun solusi secara lebih logis dibandingkan sebelum pembelajaran dilakukan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi PBL, LABIRIN, dan STEAM mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, reflektif, dan mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

**Tabel 6.** Desain Pre Eksperimen One-Group Pretest-Posttest

O	X	O
Pretest	Treatment	Posttest

Berikut ini adalah hasil implemenytasi di lapangan terkait model yang dikembangkan.

**Tabel 7.** Hasil Uji Deskriptif kelas Eksperimen

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest	25	0	55	22.24	14.667
Posttest	25	3	100	57.24	31.631
Valid N (listwise)	25				

Berdasarkan hasil uji deskriptif pada tabel 7, diperoleh jumlah sampel (N) sebanyak 25 siswa. Pada nilai pretest, skor minimum sebesar 0 dan skor maksimal sebesar 55 dengan rata-rata (mean) sebesar 22.24 serta standar deviasi sebesar 14.667. Setelah dilakukan pembelajaran, nilai posttest mengalami peningkatan dengan dengan skor minimum sebesar 3 dan skor maksimum sebesar 100. Nilai rata-rata posttest meningkat menjadi 57.24 dengan standar sebesar 31.631. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan setelah proses pembelajaran dilakukan. Setelah analisis diskriptif, dilanjutkan uji normalitas dengan menggunakan Shapiro-Wilk. Berikut ini adalah hasil uji normalitas dengan

**Tabel 8.** Hasil Uji Normalitas N-Gain Berpikir Kritis Kelas Eksperimen Shapiro Wilk

Kelompok		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ngain_Persen	Eksperimen	.137	25	.200*	.934	25	.106

\*. This is a lower bound of the true significance.  
a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil uji normalitas pada tabel 8, diperoleh nilai signifikan (Sig) Shapiro-Wilk sebesar 0,106. Karena signifikan tersebut lebih besar dari 0,05 ( $0,106 >$



0,05), maka data N-Gain berpikir kritis kelas eksperimen berdistribusi normal. Dengan demikian, data memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke uji statistik parametrik pada tahap analisis. Untuk mengetahui apakah besar peningkatan keterampilan berpikir kritis minimal sedang ( $> 0,4$ ) sehingga dilakukan uji One-Sample Test. Adapun hipotesis penelitiannya dan statistiknya adalah sebagai berikut :

Hipotesis Nol Penelitian ( $H_0$ )

Tidak terdapat peningkatan hasil belajar siswa dengan kategori sedang, yaitu nilai rata-rata N-Gain tidak lebih besar dari 0,40.

$H_0 : \mu \leq 0.30$

Hipotesis Penelitian ( $H_a$ )

Terdapat peningkatan hasil belajar siswa dengan kategori sedang atau lebih tinggi, yaitu nilai rata-rata N-Gain lebih besar dari 0,40.

$H_a : \mu > 0.30$

Berikut ini adalah hasil uji Uji Independent Sample T-Test N-Gain Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

**Tabel 9.** Hasil Uji Independent Sample T-Test N-Gain Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

One-Sample Test						
Test Value = 0.3						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Data N-GAIN	1.776	25	.088	.147308	-.02352	.31813

Berdasarkan hasil uji one Sample T-Test pada tabel 9 diperoleh nilai signifikan (Sig-2 tailed) sebesar 0,088. Oleh karena itu, nilai  $\text{Sig.}(1\text{-tailed}) = \frac{0.088}{2} = 0.044$  lebih kecil dari 0,05 ( $0,044 < 0,05$ ), maka peningkatan berpikir kritis gelombang mekanik kelas eksperimen dalam kategori sedang atau lebih tinggi ( $> 0.3$ ).

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Problem-Based Learning yang mengintegrasikan pendekatan LABIRIN dan STEAM melalui model integrasi Robin Fogarty mampu menghasilkan pengalaman pembelajaran yang komprehensif. Dalam model ini, PBL berfungsi sebagai kerangka utama pembelajaran berbasis masalah, sedangkan LABIRIN berperan sebagai pengayaan pengalaman belajar (experiential enrichment) dan STEAM berfungsi sebagai integrasi konten multidisiplin (*multidisciplinary content integration*). Struktur tersebut memungkinkan siswa tidak hanya terlibat dalam pemecahan masalah, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual, menarik, dan bermakna.

Secara teoritis, hasil ini mendukung model integrasi kurikulum Fogarty (1991) yang menekankan pentingnya keterhubungan antarbidang ilmu untuk menghasilkan pembelajaran yang holistik. Melalui integrasi tersebut, konsep gelombang mekanik tidak dipelajari secara terpisah sebagai konsep fisika semata, tetapi dikaitkan dengan fenomena teknologi, desain rekayasa sederhana, representasi visual, dan pemecahan masalah matematis. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran STEAM yang menekankan keterkaitan lintas disiplin dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa pendekatan STEAM



mampu meningkatkan keterlibatan siswa, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis karena siswa didorong untuk menghubungkan berbagai disiplin ilmu dalam proses investigasi dan penciptaan solusi.

Selain itu, keberadaan pendekatan LABIRIN (pembelajaran Seru, Interaktif, dan Unik) menjadi pembeda utama model yang dikembangkan. Pendekatan ini menghadirkan aktivitas pembelajaran yang seru, interaktif, dan unik sehingga mampu meningkatkan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran. Tingginya keterlibatan siswa merupakan faktor penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena keterampilan berpikir tingkat tinggi tidak akan berkembang secara optimal apabila siswa hanya berperan sebagai penerima informasi (Murnaka et al., 2019; Rahman et al., 2018). Dengan adanya aktivitas eksploratif, simulasi, permainan edukatif, dan diskusi interaktif, siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih kaya sehingga proses konstruksi pengetahuan berlangsung secara lebih mendalam.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa model Layered PBL memiliki potensi yang kuat dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 atau 6C, yaitu *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, *citizenship*, dan *character*. Hal ini terlihat dari sintaks pembelajaran yang dirancang untuk melibatkan siswa secara aktif dalam setiap tahapan pembelajaran mulai dari identifikasi masalah, investigasi, pengembangan solusi, hingga refleksi.

Keterampilan berpikir kritis berkembang ketika siswa menganalisis fenomena gelombang mekanik, mengidentifikasi penyebab masalah, mengevaluasi informasi yang diperoleh, dan menyusun solusi berdasarkan bukti yang ditemukan. Kreativitas berkembang melalui aktivitas perancangan solusi, eksperimen, dan pengembangan produk sederhana berbasis STEAM. Sementara itu, keterampilan kolaborasi dan komunikasi tumbuh melalui aktivitas diskusi kelompok, presentasi hasil investigasi, dan argumentasi ilmiah selama proses pembelajaran berlangsung.

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terkini yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dan STEAM secara signifikan mampu meningkatkan keterampilan 6C siswa. Khotimah et al. (2024) menjelaskan bahwa pembelajaran yang dirancang untuk mengembangkan 6C mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, kreativitas, *citizenship*, dan *character* secara simultan. Demikian pula, Bulkis et al. (2025) menegaskan bahwa implementasi pembelajaran abad ke-21 harus mengintegrasikan keenam kompetensi tersebut karena saling berkaitan dalam membentuk profil pelajar yang adaptif terhadap tantangan masa depan.

Dari perspektif pendidikan abad ke-21, pengembangan 6C menjadi kebutuhan yang semakin penting karena peserta didik tidak lagi cukup hanya menguasai pengetahuan konseptual. Mereka juga harus mampu berpikir kritis, bekerja sama, berkomunikasi secara efektif, berkreasi, menunjukkan karakter positif, dan memiliki kesadaran sebagai warga negara global. Oleh karena itu, model Layered PBL memberikan kontribusi yang relevan terhadap kebutuhan pendidikan masa kini karena mengintegrasikan pengembangan aspek kognitif, sosial, dan karakter dalam satu proses pembelajaran.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis siswa meningkat dari 22,24 pada pretest menjadi 57,24 pada posttest. Selain itu, hasil uji statistik menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis berada pada kategori sedang atau lebih tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa



model Layered PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik.

Peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik sintaks Layered PBL yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama dalam proses pembelajaran. Pada tahap orientasi masalah, siswa dihadapkan pada fenomena nyata yang menuntut mereka untuk mengajukan pertanyaan dan merumuskan masalah. Pada tahap investigasi, siswa melakukan eksplorasi informasi, pengujian ide, dan analisis data. Selanjutnya, pada tahap pengembangan solusi dan refleksi, siswa mengevaluasi hasil pemikiran mereka serta mempertimbangkan alternatif solusi yang paling tepat. Rangkaian aktivitas tersebut secara langsung melatih indikator berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan penarikan kesimpulan.

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian Pangaribuan (2026) yang menunjukkan bahwa implementasi STEAM berbasis PBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan melalui aktivitas investigatif dan kolaboratif. Penelitian Herlita et al. (2023) juga menemukan bahwa model PjBL-STEM menghasilkan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan model pembelajaran biasa dengan nilai N-Gain kategori sedang. Selain itu, penelitian etnoekologi-STEM berbasis proyek yang dilakukan pada pendidikan sains menunjukkan bahwa integrasi pendekatan multidisiplin secara signifikan meningkatkan penguasaan konsep, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa keberhasilan model Layered PBL tidak hanya disebabkan oleh penggunaan PBL semata, tetapi juga oleh sinergi antara PBL, STEAM, dan LABIRIN. PBL menyediakan struktur pemecahan masalah, STEAM memperkaya proses berpikir melalui integrasi multidisiplin, sedangkan LABIRIN meningkatkan keterlibatan dan pengalaman belajar siswa. Kombinasi ketiga komponen tersebut menghasilkan lingkungan belajar yang lebih aktif, reflektif, dan menantang sehingga mampu mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kritis secara lebih optimal.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model pembelajaran Layered PBL yang mengintegrasikan pendekatan LABIRIN dan STEAM dalam Problem-Based Learning (PBL) berbasis model integrasi Fogarty untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP pada materi gelombang mekanik. Model yang dikembangkan menghasilkan struktur pembelajaran yang sistematis, kontekstual, dan multidisipliner melalui penguatan pengalaman belajar yang seru, interaktif, dan unik.

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa model dan instrumen yang dikembangkan berada pada kategori layak digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, hasil implementasi menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model Layered PBL. Peningkatan tersebut terlihat dari kenaikan nilai rata-rata posttest dibandingkan pretest serta hasil uji statistik yang menunjukkan peningkatan berada pada kategori sedang atau lebih tinggi.

Dengan demikian, integrasi PBL, LABIRIN, STEAM, dan Fogarty mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, reflektif, dan bermakna sehingga efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., Murnaka, N. P., Yuliawati, E. I., Pesulima, M. V. F., & Ohyver, M. (2022). Higher order thinking skills competencies of junior high school teachers in Bogor Regency. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2479, No. 1, p. 020017)*. [https://www.researchgate.net/profile/Samsul-Arifin-2/publication/361429811\\_Higher\\_order\\_thinking\\_skills\\_competencies\\_of\\_junior\\_high\\_school\\_teachers\\_in\\_Bogor\\_Regency/links/62e020fc9d410c5ff363b32f/Higher-order-thinking-skills-competencies-of-junior-high-sc](https://www.researchgate.net/profile/Samsul-Arifin-2/publication/361429811_Higher_order_thinking_skills_competencies_of_junior_high_school_teachers_in_Bogor_Regency/links/62e020fc9d410c5ff363b32f/Higher-order-thinking-skills-competencies-of-junior-high-sc)
- Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7>
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Boulden, R. (2021). Developing 21st-Century Skills through Restorative Practices. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 94(5), 205–215. <https://doi.org/10.1080/00098655.2021.1915740>
- Bulkis, I., Tahir, M., & Sakkir, G. (2025). The EFL Teachers' Implementation of 6C Skills (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication, Citizenship, and Character) of 21st Century Skills. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 5(2), 262–273.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Cziksentmihalyi, M. (1999). *Flow-The Psychology of optimal experience*. Harper Perennial Modern Classics.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.
- Depdikbud. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama dan Madrasah Tsanawiyah*. Berita Negara Republik Indonesia. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Dewi, S. R., & Murnaka, N. P. (2018). Penerapan Metode Pembelajaran Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(2), 163–171.
- Fogarty, R. (1991). *How to integrate the curricula. Palatine: IRI*.
- Fonataba, H. A., Susianna, N., & Murnaka, N. P. (2026). Hubungan Berpikir Kritis dengan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Serui. *JIMAD: Jurnal Ilmiah Mutiara Pendidikan*, 4(2), 68–84. <https://doi.org/10.61404/jimad.v4i2.499>
- Gadotti, M., & Torres, C. A. (2009). Paulo Freire: education for development. *Development and Change*, 40(6), 1255–1267.



- Guilford, J. P. (1975). Factors and factors of personality. *Psychological Bulletin*, 82(5), 802.
- Herlita, F., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2023). The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 192–202.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Huda, M., Lutog, M. J. P., & Murnaka, N. P. (2026). Authoritarian Leadership Style of Principals at the Elementary Education Level: A Review of the Literature. *Kelola: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 13(1), 16–35.
- Khotimah, S., Bambang, B., Purwati, A. S., & Aysi, S. A. H. (2024). Enhancing The 6Cs as 21st Century Skills Among Higher Education Students Through An Entrepreneurial Project Learning. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran, Dan Pembelajaran*, 10(4), 1528–1536.
- Maslow, A. H. (1958). *A Dynamic Theory of Human Motivation*.
- Murnaka, N. P., Almaisurie, Q., & Arifin, S. (2019). Method on guided inquiry learning to improve students' critical thinking abilities in facing the industrial revolution 4.0. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(9).
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Pangaribuan, L. R., Panjaitan, S. M., & Sihite, M. S. R. (2026). Implementation Of Steam-Based Problem Based Learning (Pbl) Learning Model To Improve Students'critical Thinking Abilities. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(1), 1772–1784.
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). *Framework for 21st Century Learning*.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Rahman, I. S., Murnaka, N. P., & Wiyanti, W. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Laps (Logan Avenue Problem Solving)- Heuristik Terhadap



- Kemampuan Pemecahan Masalah. *Wacana Akademika*, 2(1), 48–60.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.30738/wa.v2i1.2556>
- Rogers, C. R. (1986). Carl Rogers on the development of the person-centered approach. *Person-Centered Review*.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.
- Saputri, S. A., Sulistiawati, Murnaka, N. P., Arifin, S., & Permai, S. D. (2022). Application of the Model-Eliciting Activities (MEAs) approach on mathematics problem solving capabilities. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2479, No. 1, p. 020015)*.
- Seva, K., Simanjuntak, M. B. B., & Sirait, A. (2025). Development Of Games And Teaching Media For Catholic Religion Primary School Teachers. *Jurnal Ilmu Sosial Mamangan*, 12(3), 324–331.  
<https://doi.org/10.22202/mamangan.v12i3.7963>
- Simamora, I. I., Susianna, N., Pranuta Murnaka, N., Kiswandhi, A. S., Pendidikan, M., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2025). *Peningkatan Kemampuan Guru Dalam Pengembangan Modul Ajar Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Untuk Guru Ipa Di Smp Negeri 1 Baktiraja* (Vol. 8, Number 1).  
<https://ejournal.ummuba.ac.id/index.php/pgsd/login>
- Skills, P. for 21st C., & Education, T. A. A. of C. of. (2010). *21st Century Knowledge and Skills in Educator Preparation*. Pearson Education.
- Sorry, Y., Susianna, N., Kiswandhi, A. S., & Muraka, N. P. (2025). Model Pbl Dengan Pendekatan Seru, Interaktif Dan Unik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Rangkaian Listrik. *Jurnal Tunas Pendidikan*, 8(1), 197–203. <https://ejournal.ummuba.ac.id/index.php/pgsd/article/view/3428>
- Suwarno, & Murnaka, N. P. (2021). Implementation of Mathematica-Assisted Learning to Improve Understanding and Problem-Solving Skills for Prospective Teachers. *Solid State Technology*, 64(2), 1143–1150.  
<http://www.solidstatetechnology.us/index.php/JSST/article/view/9081>
- Tan, O. S. (2004). *Enhancing Thinking Through Problem-Based Learning Approaches*. Singapore. Publisher Cengage Learning.
- Torrance, E. P. (1969). *Creativity* (Vol. 13). Dimensions Publishing Company Sioux Falls, SD.
- Vygotsky, L. S. (1980). Biographical Note on. In *Mind in Society* (pp. 15–16). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4.5>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.

