



## Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan Pembelajaran Mendalam dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Kalor

Ifan Taopik Abdul Aziz<sup>1\*</sup>, Muslim<sup>1</sup>, Rizki Zakwandi<sup>2,1,3</sup>

<sup>1</sup> Physics Education Study Program, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

<sup>2</sup> Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.

<sup>3</sup> Learning Analytics and Digital Assessment Research Group, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia .

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3347>

### Article Info

Received : August, 12<sup>th</sup> 2026

Revised : August, 31<sup>st</sup> 2026

Accepted: September, 11<sup>th</sup> 2026

### Correspondence:

Ifan Taopik Abdul Aziz

Phone: +62 895389049000

**Abstract:** This study aims to analyze the implementation of a Project-Based Learning (PjBL) model combined with a deep learning approach to improve students' critical thinking skills on the topic of heat. A quasi-experimental method with a Nonequivalent Control Group Design was applied to 36 eleventh-grade students at a Madrasah Aliyah in Tasikmalaya Regency, divided into an experimental class (PjBL with a deep learning approach) and a control class (conventional PjBL). Data were collected using a validated critical thinking test and analyzed using N-Gain, normality and homogeneity tests, an Independent Samples t-Test, and effect size. The results showed that the experimental class achieved an N-Gain of 0.71 (high category), higher than the control class at 0.46 (moderate category). Hypothesis testing revealed a significant difference between the two groups ( $\text{Sig.} = 0.003 < 0.05$ ), with an effect size of 1.07 (high category). These findings indicate that integrating a deep learning approach into the project-based learning model is significantly more effective in improving students' critical thinking skills on the topic of heat than applying PjBL alone.

**Keywords:** Project-Based Learning; Deep Learning; Critical Thinking Skills; Heat Topic; Quasi-Experimental

**Citation:** Aziz, I. T. A., Muslim, M., & Zakwandi, R. (2026). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan Pembelajaran Mendalam dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(4), 6048–6053. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3347>

## Pendahuluan

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena memungkinkan peserta didik menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, memberikan alasan, dan mengambil keputusan secara rasional (Wenno dkk., 2022). Dalam pembelajaran fisika, kemampuan tersebut memiliki peran penting karena peserta didik dituntut tidak hanya menguasai persamaan dan konsep, tetapi juga mampu menggunakan konsep tersebut untuk menjelaskan fenomena dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Salazar dkk., 2023). Ennis (1991)

menjelaskan bahwa berpikir kritis merupakan proses berpikir reflektif dan rasional yang berfokus pada penentuan hal yang harus dipercaya atau dilakukan.

Permasalahan kemampuan berpikir kritis masih ditemukan dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor. Fitriyan, Malik, & Chusni (2022) menganalisis kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi tersebut dan menemukan bahwa kemampuan itu masih perlu dilatih secara berkelanjutan melalui model dan metode pembelajaran yang tepat. Kondisi ini penting untuk diperhatikan karena konsep-

Email: ifantaopik018@upi.edu

konsep kalor berkaitan dengan fenomena yang dapat diamati secara langsung, tetapi membutuhkan pemahaman konseptual yang memadai untuk menjelaskannya secara ilmiah. Temuan terbaru dari Putri & Prahani (2024) memperkuat hal tersebut dengan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kalor umumnya masih berada pada kategori rendah, terutama pada indikator inferensi, sehingga diperlukan model pembelajaran yang lebih inovatif. Sartono, Sunarno, Prayitno, & Indriyanti (2025) turut menegaskan pentingnya instrumen dan strategi pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk mengembangkan berpikir kritis pada materi suhu dan kalor di jenjang pendidikan menengah.

Salah satu model pembelajaran yang berpotensi mengembangkan kemampuan berpikir kritis adalah *Project-Based Learning* (PjBL). Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat dalam penyelesaian proyek melalui tahap perencanaan, penyelidikan, pengembangan produk, presentasi, dan evaluasi, sehingga membuka ruang bagi penggunaan kemampuan berpikir tingkat tinggi selama proses pembelajaran.

Efektivitas PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis telah banyak dilaporkan dalam penelitian terdahulu. Febrianti, Asrizal, & Emiliannur (2023), melalui meta-analisis terhadap penelitian PjBL dalam pembelajaran fisika, menemukan bahwa PjBL memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis dengan *effect size* sebesar 0,632. Temuan tersebut diperkuat oleh Cahyani & Lutfiatussolihah (2023) melalui *systematic literature review* yang menunjukkan bahwa PjBL merupakan salah satu model yang banyak digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika, serta oleh Ismayani & Saiva (2023) yang menunjukkan bahwa aktivitas PjBL yang melibatkan identifikasi masalah, perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi dapat memberikan ruang bagi berkembangnya kemampuan berpikir kritis peserta didik. Temuan serupa juga dilaporkan Siregar dkk. (2026) pada mahasiswa Teknik Elektro dalam praktikum fisika teknik, yang menunjukkan bahwa PjBL menghasilkan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, dan motivasi belajar yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional, sehingga memperkuat dasar empiris bahwa efektivitas PjBL konsisten teramati lintas jenjang pendidikan dan konteks pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, penerapan PjBL tidak cukup hanya memperhatikan keberadaan proyek, tetapi juga kualitas proses belajar yang berlangsung selama proyek dilaksanakan. Proyek yang hanya berorientasi pada penyelesaian produk berpotensi membuat peserta didik

lebih berfokus pada hasil akhir daripada proses membangun pemahaman. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang dapat mengarahkan peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih bermakna, mendalam, dan reflektif, salah satunya adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*). Dalam konteks pendidikan, pembelajaran mendalam menekankan proses belajar yang memungkinkan peserta didik membangun pemahaman secara utuh, menghubungkan pengetahuan dengan konteks nyata, melakukan refleksi, dan menggunakan pengetahuan dalam situasi yang relevan.

Perkembangan penelitian terbaru mulai menghubungkan prinsip pembelajaran mendalam dengan model pembelajaran berbasis proyek. Taufik, Nurtamam, Dewanto, & Santosa (2025) secara khusus mengkaji efektivitas *Deep Learning-based PjBL* terhadap kemampuan berpikir ilmiah dan berpikir kritis di Indonesia, serta menempatkan integrasi prinsip pembelajaran mendalam ke dalam PjBL sebagai pendekatan yang mendorong konstruksi pengetahuan melalui proyek nyata, refleksi berkelanjutan, dan kolaborasi. Rampeng, Hamid, Maing, & Sujariati (2025) menunjukkan bahwa integrasi PjBL dengan prinsip pembelajaran mendalam dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui keterlibatan kognitif yang lebih aktif, meskipun penelitian tersebut dilakukan pada konteks pembelajaran bahasa. Nurazizah, Mubarak, Herawan, & Putri (2025) menambahkan bahwa integrasi pembelajaran mendalam dengan model PjBL dapat mendukung perkembangan kompetensi peserta didik dalam kerangka kompetensi abad ke-21.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat dasar teoretis dan empiris yang kuat untuk mengintegrasikan PjBL dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Namun, penelitian yang secara khusus menguji efektivitas kombinasi tersebut terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi kalor masih terbatas, sehingga hal ini menjadi celah penelitian (*research gap*) yang mendasari penelitian ini. Penelitian ini berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya karena tidak hanya menerapkan PjBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi mengintegrasikannya dengan pendekatan pembelajaran mendalam pada materi kalor, serta menganalisis efektivitas perlakuan tidak hanya berdasarkan peningkatan *N-Gain* dan signifikansi statistik, tetapi juga *effect size* untuk mengetahui besarnya efek perlakuan secara praktis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran mendalam dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kalor.

## Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen (*quasi experimental research*) dengan pendekatan kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

| Kelompok   | Pretest | Perlakuan | Posttest |
|------------|---------|-----------|----------|
| Eksperimen | O1      | X         | O2       |
| Kontrol    | O1      | -         | O2       |

(Diadaptasi dari Creswell & Creswell (2018))

Keterangan:

O1 = pretest

X = perlakuan berupa pembelajaran PjBL dengan pendekatan pembelajaran mendalam pada kelompok eksperimen

-. = kelompok kontrol tidak memperoleh pendekatan pembelajaran mendalam, tetapi tetap memperoleh pembelajaran PjBL

O2 = posttest.

Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI pada salah satu Madrasah Aliyah (MA) di Kabupaten Tasikmalaya yang menempuh mata pelajaran Fisika, khususnya materi kalor. Sampel ditentukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan kelas didasarkan pada kesiapan kelas dalam melaksanakan pembelajaran berbasis proyek sesuai Kurikulum Merdeka serta ketersediaan guru untuk bekerja sama. Berdasarkan teknik tersebut, dipilih dua kelas yang sudah terbentuk secara alami (*intact group*), yaitu kelas XI-A sebagai kelompok kontrol dan kelas XI-B sebagai kelompok eksperimen. Total sampel penelitian berjumlah 36 peserta didik dengan instrumen yang digunakan yaitu soal tes keterampilan berpikir kritis dan angket respon peserta didik.

Sebelumnya, soal tes keterampilan berpikir kritis divalidasi terlebih dahulu oleh 5 ahli. Didapatkan hasil validasi isi bahwa seluruh butir soal tes layak digunakan. Kemudian dilakukan juga uji validitas konstruk untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda terhadap masing-masing butir soal. Uji validitas konstruk menggunakan analisis terori tes klasik dengan bantuan *software* ANATES. Validitas instrumen diuji dengan korelasi *product moment*. Berdasarkan hasil analisis terhadap 35 butir soal ditemukan bahwa butir soal dinyatakan gugur/tidak valid. Reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan rumus Kuder-Richardson 20 (KR-20) untuk mengukur konsistensi internal instrumen tes

berbentuk pilihan ganda (dikotomi). Dihasilkan koefisien reliabilitas sebesar 0,91 termasuk kategori sangat tinggi.

Kemudian, tingkat kesukaran dihitung berdasarkan proporsi peserta tes yang menjawab benar terhadap keseluruhan peserta tes. Didapatkan hasil dari 35 butir soal terdapat 1 butir soal dalam kategori sangat mudah, 15 butir soal dalam kategori mudah, 15 butir soal dengan kategori sedang, 1 soal dengan kategori sukar dan 3 soal dalam kategori sangat sukar. Selanjutnya daya pembeda dihitung dengan membandingkan proporsi jawaban benar pada kelompok atas dan kelompok bawah. Diperoleh hasil bahwa sebanyak 2 butir item harus dibuang, 5 butir item dengan kategori jelek, 2 butir item dengan kategori cukup, 14 butir item dengan kategori baik dan 12 butir item dengan kategori baik sekali. Lebih lanjut tahap seleksi representatif (kriteria validitas isi), yaitu memilih subset akhir dari kumpulan butir yang layak tersebut dengan kuota tetap pada setiap aspek berpikir kritis, sehingga instrumen akhir tetap merepresentasikan seluruh dimensi konstruk secara proporsional, bukan hanya butir-butir dengan skor statistik keseluruhan tertinggi. Berikut perbandingan butir soal yang valid dan butir soal yang terpilih disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nomor Butir Soal Valid dan terpilih

| Aspek Berpikir Kritis                                | Butir Valid Tersedia   | Jumlah     | Butir Terpilih |
|------------------------------------------------------|------------------------|------------|----------------|
| <i>Elementary Clarification Basic Support</i>        | 2, 3, 5, 6             | 4 dari 7   | 2, 3, 6        |
| <i>Inference</i>                                     | 8, 9, 11, 12, 13       | 5 dari 6   | 8, 11, 13      |
| <i>Advanced Clarification Strategies and Tactics</i> | 15, 16, 17, 18, 19, 20 | 6 dari 7   | 15, 17, 18     |
|                                                      | 22, 23, 24, 25, 26, 27 | 6 dari 7   | 22, 23, 27     |
|                                                      | 28, 29, 30, 31, 34     | 5 dari 8   | 28, 29, 31     |
| Total                                                | —                      | 26 dari 35 | 15             |

Instrumen tes yang di berikan kepada peserta didik berjumlah 15 butir soal pilihan ganda yang mewakili lima aspek keterampilan berpikir kritis yang merujuk kepada (Ennis, 1985) seperti di tampilkan sebelumnya pada Tabel 2. Selanjutnya untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkan model *Project-Based Learning* dengan pendekatan pembelajaran mendalam, dilakukan analisis menggunakan *N-Gain* (Normalized Gain). *N-Gain* dihitung untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis dari *pretest* ke *posttest* dengan menggunakan formula Hake (1999) sebagai berikut.

$$g = \frac{(\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest})}{(\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Pretest})} \quad (1)$$

Interpretasi *N-Gain* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Interpretasi *N-Gain*

| Nilai <i>N-Gain</i>                  | Kategori Peningkatan |
|--------------------------------------|----------------------|
| $\langle g \rangle \geq 0,70$        | Tinggi               |
| $0,30 \leq \langle g \rangle < 0,70$ | Sedang               |
| $\langle g \rangle < 0,30$           | Rendah               |

Sumber: Hake (1999)

Kemudian untuk memperoleh gambaran mengenai pengaruh dari model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik, maka perlu dilakukan terlebih dahulu uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah itu

baru dilakukan uji hipotesis untuk melihat apakah terdapat pengaruh setelah diterapkan model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam yaitu prinsip *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*. *Independent Sample t-Test* dipakai ketika data terdistribusi normal dan uji *Mann Whitney U* ketika data tidak terdistribusi normal dengan bantuan *software IBM SPSS Statistic 27*. Dan terakhir dilakukan uji *effect size* untuk melihat seberapa besar pengaruh dari model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam. Untuk hubungan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran mendalam dan keterampilan berpikir kritis dapat di lihat di Tabel 4.

Tabel 4. Matrik Hubungan Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pembelajaran Mendalam dan Keterampilan Berpikir Kritis

| Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek     | Prinsip Pembelajaran Mendalam |                   |               | Aspek Keterampilan Berpikir Kritis |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------------|
|                                                | <i>Mindful</i>                | <i>Meaningful</i> | <i>Joyful</i> |                                    |
| Tahap 1: Menentukan Pertanyaan Mendasar        | √                             |                   |               | <i>Elementary Clarification</i>    |
| Tahap 2: Menyusun Perencanaan Proyek           |                               | √                 |               | <i>Basic Support</i>               |
| Tahap 3: Menyusun Jadwal Proyek                | √                             | √                 |               | <i>Basic Support</i>               |
| Tahap 4: Monitoring Proses dan Kemajuan Proyek | √                             |                   | √             | <i>Strategies and Tactics</i>      |
| Tahap 5: Menilai Hasil Proyek                  |                               | √                 | √             | <i>Advanced Clarification</i>      |
| Tahap 6: Evaluasi Pengalaman Belajar           | √                             |                   |               | <i>Inference</i>                   |

## Hasil dan Diskusi

### Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

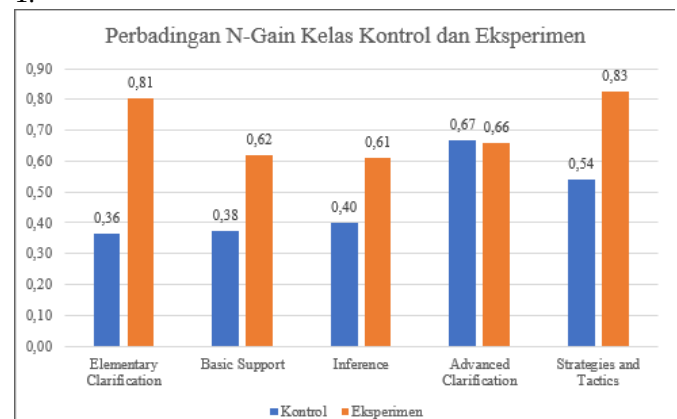
Pada penelitian ini dilakukan analisis *N-Gain* untuk melihat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil *N-Gain* secara keseluruhan pada kelas eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Skor *N-Gain* pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

| Kelas      | Tes             | Skor Rata-Rata | <i>N-Gain</i> | Kategori |
|------------|-----------------|----------------|---------------|----------|
| Eksperimen | <i>Pretest</i>  | 34,81          | 0,71          | Tinggi   |
|            | <i>Posttest</i> | 80,37          |               |          |
| Kontrol    | <i>Pretest</i>  | 65,19          | 0,46          | Sedang   |
|            | <i>Posttest</i> | 81,11          |               |          |

Berdasarkan Tabel 4.1, diketahui bahwa kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah diberikan *treatment*. Pada kelas eksperimen, skor rata-rata meningkat dari 34,81 pada saat *pretest* menjadi 80,37 pada saat *posttest*, dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,71 yang termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, kelas kontrol mengalami peningkatan skor rata-rata dari 65,19 pada saat *pretest* menjadi 81,11 pada saat *posttest*, dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,46 yang termasuk dalam kategori

sedang. Dengan demikian, secara deskriptif peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Grafik perbandingan *N-Gain* pada kelas eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan *N-Gain* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa terjadi peningkatan skor rata-rata dari *pretest* ke *posttest* pada seluruh aspek keterampilan berpikir kritis, kelas eksperimen mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan dengan

kelas kontrol. Peningkatan tersebut terjadi karena pada kelas eksperimen diterapkan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran mendalam yang terintegrasi dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dipakai.

Temuan bahwa kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* sebesar 0,71 (kategori tinggi), lebih unggul dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 0,46 (kategori sedang), sejalan dengan hasil meta-analisis Taufik dkk. (2025) terhadap 17 artikel eksperimen dan kuasi eksperimen yang secara khusus mengkaji pengaruh model *Deep Learning-based* PjBL terhadap keterampilan berpikir ilmiah dan kritis siswa. Meta-analisis tersebut menyimpulkan bahwa integrasi prinsip *deep learning* ke dalam PjBL menghasilkan *effect size* sebesar  $d = 0,88$ , tergolong kategori tinggi, yang menegaskan bahwa PjBL yang diperkuat dengan pendekatan *deep learning* memberikan pengaruh yang jauh lebih besar terhadap berpikir kritis dibandingkan PjBL konvensional. Karena kedua kelas dalam penelitian ini sama-sama menerapkan PjBL, temuan tersebut relevan untuk menjelaskan mengapa selisih *N-Gain* antara kelas eksperimen dan kontrol cukup besar: penguatan *deep learning* pada LKPD kelas eksperimen menjadi faktor pembeda utama, sebagaimana ditegaskan dalam meta-analisis tersebut bahwa model *Deep Learning-based* PjBL "mendorong siswa mengonstruksi pengetahuan melalui proyek nyata, refleksi berkelanjutan, dan kolaborasi" (Taufik dkk. 2025).

Mekanisme di balik penguatan tersebut dijelaskan oleh Ma'sum dkk. (2026) yang menunjukkan bahwa PjBL secara sistematis mampu mendukung tercapainya pembelajaran mendalam mulai dari penentuan pertanyaan mendasar yang kontekstual untuk mendorong siswa berpikir kritis, hingga tahap refleksi pengalaman belajar di akhir proyek yang memperkuat pemahaman siswa secara lebih bermakna. Dengan kata lain, sintaks PjBL pada dasarnya memang dirancang menjadi wahana pembelajaran mendalam, namun kedalaman itu baru benar-benar tercapai secara optimal ketika prinsip *meaningful*, *mindful*, dan *joyful learning* secara eksplisit diintegrasikan ke dalam setiap tahapannya, sebagaimana dilakukan pada LKPD kelas eksperimen dalam penelitian ini. Hal ini dikuatkan oleh temuan Nurazizah dkk. (2025) yang menunjukkan bahwa integrasi PjBL dalam kerangka *deep learning* mendorong siswa untuk tidak sekadar menyelesaikan proyek, tetapi juga memahami proses berpikir yang mereka lalui dan merefleksikan kesalahan untuk memperbaiki gagasan secara kritis suatu proses reflektif yang tidak serta-merta muncul hanya dari penerapan sintaks proyek tanpa penguatan prinsip *mindful learning*.

Perbedaan pola peningkatan pada masing-masing aspek berpikir kritis dalam penelitian ini turut memperkuat argumen di atas. Pada kelas eksperimen, aspek *Strategies and Tactics* (0,83) dan *Elementary Clarification* (0,81) mengalami peningkatan tertinggi, mengindikasikan bahwa penguatan prinsip *mindful* dan *meaningful learning* secara khusus melatih siswa merumuskan strategi dan mengklarifikasi permasalahan sejak tahap awal secara sadar dan sistematis sejalan dengan temuan Taufik dkk. (2025) bahwa efek *deep learning-based* PjBL paling kuat pada proses konstruksi pengetahuan melalui refleksi berkelanjutan. Sebaliknya, pada aspek *Advanced Clarification*, kelas kontrol justru memperoleh *N-Gain* lebih tinggi (0,67) dibandingkan kelas eksperimen (0,66); hal ini terutama disebabkan oleh rendahnya skor *pretest* kelas kontrol pada aspek tersebut, sehingga ruang peningkatan (*gain*) menjadi lebih besar secara matematis meski skor *posttest* belum tentu lebih unggul secara substansi sebuah fenomena umum dalam perhitungan *N-Gain*. Di sisi lain, karena kedua kelas sama-sama menerapkan PjBL, tahap perencanaan dan penyusunan proyek yang dijelaskan (Ma'sum dkk. 2026) pada dasarnya sudah menuntut siswa mengidentifikasi tujuan, langkah kerja, dan sumber belajar secara sistematis, sehingga kemampuan analisis lanjut sempat terlatih pada kedua kelompok, sementara rendahnya *N-Gain* kelas kontrol pada aspek *Elementary Clarification* dan *Basic Support* (masing-masing 0,36 dan 0,38) menegaskan bahwa tanpa penguatan eksplisit *deep learning*, kesadaran reflektif siswa di tahap awal berpikir tetap tertinggal dibandingkan kelas eksperimen.

### **Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan Mendalam dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis**

Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara peserta didik yang memperoleh pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran mendalam dan peserta didik memperoleh pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis proyek saja. Tahapan analisis statistik meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis dan perhitungan *effect size* dengan bantuan *software* SPSS.

#### **Uji Normalitas**

Data *N-Gain* kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dengan bantuan *software* SPSS didasarkan pada jumlah sampel kurang dari 50. Data dikatakan terdistribusi normal jika nilai signifikansi yang di dapat lebih dari 0,05 (Sig. > 0,05). Hasil uji normalitas data *N-Gain* kedua kelas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

| Sumber Data              | Uji       |    |       | Keterangan           |
|--------------------------|-----------|----|-------|----------------------|
|                          | Statistic | df | Sig.  |                      |
| <i>N-Gain</i> Eksperimen | 0,919     | 18 | 0,125 | Terdistribusi Normal |
| <i>N-Gain</i> Kontrol    | 0,951     | 18 | 0,441 |                      |

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data *N-Gain* kelas eksperimen memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,125, sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,441. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), sehingga data *N-Gain* pada kedua kelas dapat dinyatakan berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi normalitas terpenuhi dan analisis dapat dilanjutkan pada uji homogenitas.

### Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data *N-Gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki karakteristik yang homogen. Uji homogenitas dalam penelitian ini menggunakan uji Levene dengan bantuan *software* SPSS. Data dapat dikatakan dari varian yang sama atau dianggap homogen jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05. Hasil uji homogenitas data *N-Gain* kedua kelas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Homogenitas Levene

| Sumber Data                          | Uji Levene |      |      |      | Keterangan |
|--------------------------------------|------------|------|------|------|------------|
|                                      | Statistic  | df 1 | df 2 | Sig. |            |
| <i>N-Gain</i> Eksperimen dan Kontrol | 2,28       | 1    | 34   | 0,14 | Homogen    |

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji Levene memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,14. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data *N-Gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah homogen. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas, data *N-Gain* memenuhi persyaratan untuk dianalisis menggunakan uji statistik parametrik, yaitu *Independent Samples t-Test*.

### Uji Hipotesis

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, data *N-Gain* pada kedua kelas memenuhi asumsi untuk menggunakan statistik parametrik. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Samples t-Test* dengan bantuan *software* SPSS. Hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

- $H_0$  = Tidak ada perbedaan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diterapkan model Pembelajaran Berbasis Proyek

dengan pendekatan *Deep Learning* dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diterapkan model Pembelajaran Berbasis Proyek konvensional.

- $H_1$  = Ada perbedaan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diterapkan model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan *Deep Learning* dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diterapkan model Pembelajaran Berbasis Proyek konvensional.

Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Hipotesis *Independent Sample t Test*

| Sumber Data                          | Sig.(2 tailed) |
|--------------------------------------|----------------|
| <i>N-Gain</i> Eksperimen dan Kontrol | 0,003          |

Berdasarkan Tabel 8, hasil *Independent Samples t-Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003. Nilai tersebut lebih kecil daripada 0,05 (Sig. < 0,05), sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan pada peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam dan kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran menggunakan model Pembelajaran Berbasis Proyek saja.

### Effect Size

Perhitungan *effect size* dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh penerapan model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Uji signifikansi sebelumnya hanya menunjukkan ada atau tidaknya perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara kedua kelas, sedangkan *effect size* memberikan informasi mengenai besarnya perbedaan atau dampak perlakuan yang diberikan. Perhitungan *effect size* dilakukan dengan bantuan *software* SPSS dan hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil *Effect Size*

| Poin Estimate | Kategori |
|---------------|----------|
| 1,07          | Tinggi   |

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh nilai *effect size* sebesar 1,07 yang termasuk dalam kategori tinggi berdasarkan klasifikasi Cohen (1988). Nilai tersebut menunjukkan bahwa perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen

dan kelas kontrol memiliki besaran efek yang tinggi. Hasil ini memperkuat temuan uji hipotesis bahwa perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara kedua kelas tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki besaran perbedaan yang relatif kuat.

Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data *N-Gain* kedua kelompok berdistribusi normal dan homogen, sehingga pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan *Independent Samples t-Test* yang menghasilkan nilai signifikansi 0,003 ( $< 0,05$ ). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang belajar dengan model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) yang dipadukan pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) berbeda secara signifikan dibandingkan peserta didik yang hanya menerima PjBL konvensional. Hasil ini sejalan dengan Yuliana, Solihat, & Srigustini (2026) yang menemukan bahwa model pembelajaran berbasis proyek maupun problem yang dipadukan pendekatan *deep learning* terbukti lebih efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan pembelajaran konvensional, dengan perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Senada dengan itu, Widiawati, Suriansyah, & Cinantya (2024) juga melaporkan bahwa penerapan PjBL secara konsisten mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar, sementara integrasi pendekatan mendalam pada pembelajaran berbasis proyek memberikan penguatan lebih jauh karena mengarahkan siswa untuk memaknai proses belajarnya secara reflektif, bukan sekadar menyelesaikan proyek secara prosedural.

Nilai effect size sebesar 1,07 yang tergolong kategori tinggi memperkuat bukti bahwa perbedaan tersebut bukan hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki dampak praktis yang besar. Temuan ini konsisten dengan hasil meta-analisis Taufik dkk. (2025) terhadap 17 artikel eksperimen dan kuasi-eksperimen, yang melaporkan bahwa model PjBL berbasis *deep learning* memiliki effect size gabungan sebesar  $d = 0,88$  (kategori tinggi) terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir ilmiah peserta didik, karena model ini mendorong siswa membangun pengetahuan melalui proyek nyata, refleksi berkelanjutan, dan kolaborasi. Besaran efek yang tinggi pada penelitian ini juga dapat dijelaskan melalui prinsip *deep learning* berupa *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning* sebagaimana diuraikan oleh Feriyanto & Anjariyah (2024), yang menekankan bahwa pembelajaran mendalam mengarahkan siswa untuk terlibat penuh secara kognitif dan emosional, memaknai konsep secara utuh, serta menikmati proses belajar, sehingga proses berpikir kritis berkembang lebih optimal dibandingkan PjBL yang diterapkan tanpa penekanan pada kedalaman proses belajar tersebut.

Secara teoretis, kombinasi uji hipotesis yang signifikan dan effect size yang tinggi memberikan bukti yang saling menguatkan bahwa integrasi pendekatan *deep learning* ke dalam PjBL bukan sekadar variasi metode, melainkan strategi yang secara substansial meningkatkan kualitas proses berpikir peserta didik. Hal ini diperkuat oleh Hidayah & Hulyana (2025) yang menemukan bahwa strategi *deep learning* meningkatkan pemahaman bermakna, keterlibatan aktif, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama ketika diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis proyek, diskusi kolaboratif, dan media digital. Selaras dengan hal tersebut, Ardhana, Fajrina, Syamsurizal, & Fitri (2025) juga melaporkan bahwa penerapan model berbasis proyek atau masalah yang dipadukan pendekatan *deep learning* secara konsisten memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap keterampilan berpikir kritis dibandingkan model yang sama tanpa pendekatan tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat argumen bahwa integrasi pendekatan pembelajaran mendalam ke dalam model pembelajaran berbasis proyek merupakan strategi yang relevan dan berdampak besar untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di era pendidikan abad ke-21.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran mendalam mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kalor. Hasil analisis data menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek yang di padukan dengan pendekatan pembelajaran mendalam mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis yang lebih baik di bandingkan dengan model pembelajaran berbasis proyek saja. Hal ini dibuktikan dengan skor *N-Gain* yang diperoleh untuk kelas eksperimen sebesar 0,71 sedangkan untuk kelas kontrol sebesar 0,46. Hal ini didukung oleh uji hipotesis yang menggunakan *Independent Sample T-Test* dimana nilai *Significance two sided-p* yang didapatkan  $< 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwasannya terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis yang signifikan antara peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada dosen pembimbing atas segala arahan dan bimbingannya. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada pimpinan sekolah dan dewan guru yang

telah memberikan izin serta memfasilitasi pelaksanaan riset. Penghargaan yang sama juga disampaikan kepada seluruh peserta didik, baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol, atas partisipasi aktif mereka di sepanjang kegiatan pembelajaran.

## Referensi

- Ardhana, D., Fajrina, S., Syamsurizal, & Fitri, R. (2025). Implementasi problem based learning berbasis deep learning untuk meningkatkan berpikir kritis siswa pada materi sistem ekskresi di SMA. *EDUBIOPRENA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi, & Bioentrepreneurship*, 2(2), 50–58. <https://doi.org/10.26877/h7xvzr38>
- Cahyani, A., & Lutfiatussolihah, L. (2023). The effectiveness of the PjBL model on students' critical thinking skills in physics learning: A bibliometric analysis and systematic literature review. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44–48.
- Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5–25. <https://doi.org/10.5840/teachphil19911412>
- Febrianti, F., Asrizal, A., & Emiliannur, E. (2023). Influence of project-based learning models on students' physics knowledge and critical thinking skills: Meta analysis. *Pillar of Physics Education*, 16(4), 275–283.
- Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep learning approach through meaningful, mindful, and joyful learning: A library research. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(2), 208–212. <https://doi.org/10.33122/ejeset.v5i2.321>
- Fitriyan, D., Malik, A., & Chusni, M. M. (2022). Analysis of students' critical thinking ability in temperature and heat. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 9(2), 48–52.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Bloomington, IN: Indiana University, Department of Physics.
- Hidayah, B., & Hulyana, I. (2025). Strategi pendekatan pembelajaran deep learning dalam meningkatkan kompetensi berpikir kritis dan kreatif di era digital. *Manajeria: Jurnal Ilmu Manajemen Pendidikan*, 4(2), 113–121. <https://doi.org/10.52431/manajeria.v4i02.4004>
- Ismayani, Y., & Saiva, T. D. (2023). A multimodal approach in project based learning to enhance critical thinking skills in physics instruction: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*.
- Ma'sum, A., Paryanti, Sumarni, Suwardi, Sholikhin, M., & Hidayati, D. E. (2026). Penerapan pembelajaran mendalam melalui project based learning. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 3(4), 1586–1601. <https://doi.org/10.61722/jmia.v3i4.11844>
- Nurazizah, Z., Mubarak, A. S., Herawan, E., & Putri, D. P. (2025). Deep learning with project-based learning (PjBL) model for student creativity. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 14(2), 239–252. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v14i2.1957>
- Putri, S. J., & Prahani, B. K. (2024). Enhancing students' critical thinking skills through mobile technology: An analysis of problem-based learning implementation in heat material instruction. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 5(1), 1242–1253. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2025.01.001>
- Rampeng, R., Hamid, R. J., Maing, R. A., & Sujariati, S. (2025). Integrating project-based learning and deep learning principles to foster speaking fluency and critical thinking in EFL. *Jo-ELT (Journal of English Language Teaching)*, 12(2), 510–520. <https://doi.org/10.33394/jo-elt.v12i2.17578>
- Salazar, L. M., Díaz, M. H. R., & Slisko, J. (2023). Critical thinking development in physics courses by PBL in virtual collaboration environments. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 31(4), 27–39. <https://doi.org/10.30722/IJISME.31.04.003>
- Sartono, B., Sunarno, W., Prayitno, B. A., & Indriyanti, N. Y. (2025). Development and validation of a critical thinking assessment on temperature and heat for secondary physics education. *Educational Process: International Journal*, 16, e2025264. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.16.264>
- Siregar, W. L., Tishana, A., Janwardi, T. I., Yasmiri, Isma, T. W., & Khairunnisa, N. A. (2026). Efektivitas PjBL terhadap hasil belajar, berpikir kritis, dan motivasi mahasiswa Teknik Elektro pada praktikum fisika. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 10(1), 21–30. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v10i1.5187>
- Taufik, T., Nurtamam, M. E., Dewanto, D., & Santosa, T. A. (2025). The effectiveness of deep learning based PjBL on student's scientific and critical thinking skills at Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(9). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i9.12857>
- Wenno, I. H., Limba, A., & Silahoy, Y. G. M. (2022). The development of physics learning tools to improve critical thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(2), 863–869. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21621>
- Widiawati, O., Suriansyah, A., & Cinantya, C. (2024). Model pembelajaran project based learning dalam

- meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa sekolah dasar. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(4), 2062–2070. <https://doi.org/10.60126/maras.v2i4.555>
- Yuliana, M., Solihat, A. N., & Srigustini, A. (2026). Model pembelajaran problem based learning dengan pendekatan deep learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Basicedu*, 10(4), 1648–1662. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v10i4.12840>