

## PENERAPAN MODEL PBL BERBANTUAN *MIND MAPPING* DIGITAL GERABAH TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Nur Lailatur Rohmah\*, Budi Jatmiko

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

\*Corresponding author: [nurlailatur.21047@mhs.unesa.ac.id](mailto:nurlailatur.21047@mhs.unesa.ac.id)

**Abstrak:** Berpikir kritis menjadi salah satu keterampilan utama pada abad ke-21 karena membantu peserta didik untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan memecahkan masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterlaksanaan, peningkatan keterampilan berpikir kritis, dan respons peserta didik terhadap model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah. Metode penelitian yang digunakan adalah *pre-test post-test control group design* yang terdiri atas tiga kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah berhasil dilaksanakan dengan kategori sangat baik. Terdapat peningkatan skor keterampilan berpikir kritis dari hasil *pre-test* ke hasil *post-test* secara statistik signifikan pada  $\alpha = 0,05$ , rata-rata *N-gain* berkategori tinggi dan tidak berbeda pada kelas eksperimen. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis memiliki respons sangat baik dari peserta didik, sehingga dapat dijadikan suatu inovasi dalam pembelajaran.

**Kata Kunci:** *Problem Based Learning*, *mind mapping* digital, keterampilan berpikir kritis, gerabah

**Abstract:** This study aims to describe the implementation, improvement of critical thinking skills, and student responses to *Problem Based Learning* (PBL) model assisted by digital *mind mapping* of pottery making process. The research method used is a *pre-test post-test control group design* consisting of three classes. The results of the study indicate that the implementation of learning using *Problem Based Learning* (PBL) model assisted by digital *mind mapping* of pottery making process was successfully implemented with a very good category. There was an increase in critical thinking skill scores which was statistically significant at  $\alpha = 0.05$ , the average *N-gain* was in the high category and did not differ in the experimental class. The application of *Problem Based Learning* (PBL) model assisted by digital *mind mapping* of pottery making process had a very good response from students, so it can be used as an innovation in learning.

**Keywords:** *Problem Based Learning*, *Digital Mind Mapping*, *Critical Thinking Skills*, *Pottery*

### PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari fenomena alam dan hukum-hukum dasar yang mengatur interaksi antara materi dan energi. Fisika berperan penting dalam perkembangan teknologi dan pemahaman ilmiah. Konsep-konsep fisika banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam bidang teknik, kedokteran, astronomi, dan lingkungan (Jalal dkk., 2022).

Pendidikan abad ke-21 menuntut lulusan untuk memiliki keterampilan yang dikenal sebagai 4C, yaitu *Critical Thinking* (Berpikir Kritis), *Creativity* (Kreativitas), *Communication* (Komunikasi), dan *Collaboration* (Kolaborasi). Keterampilan ini diperlukan agar peserta didik mampu menghadapi tantangan era globalisasi dan Revolusi Industri 4.0 (Wulansari & Sunarya, 2023).

Berpikir kritis menjadi salah satu keterampilan utama dalam pendidikan abad ke-21, karena membantu peserta didik untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan memecahkan masalah secara logis. Menurut Agustina (2019), berpikir kritis dalam pembelajaran, sangat penting untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan yang berbasis data.

Namun kenyataannya, keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah. Menurut beberapa penelitian terdahulu (Kamsinah dkk., 2020; Sundari & Sarkity, 2021) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran masih tergolong rendah. Berdasarkan pra-penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 7 Surabaya, yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam mata pelajaran fisika masih tergolong rendah berdasarkan enam indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione. Terdapat 68% peserta didik menunjukkan keterampilan rendah pada indikator interpretasi, 75% pada indikator analisis, 61% pada indikator evaluasi, 65% pada indikator referensi, 58% pada indikator penjelasan (*explanation*), dan 67% pada indikator regulasi diri (*self-regulation*). Faktor utama yang menyebabkan rendahnya keterampilan ini adalah kesulitan dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menghubungkan konsep dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, kurangnya keterampilan berpikir kritis berdampak pada kesulitan dalam menyelesaikan masalah secara sistematis (Benyamin dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan pembelajaran yang lebih menekankan pada strategi pembelajaran berbasis pemecahan masalah, diskusi, dan eksplorasi konsep agar keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat berkembang secara optimal.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik adalah model *Problem-Based Learning* (PBL). Model PBL mendorong peserta didik untuk aktif dalam mencari solusi terhadap permasalahan yang diberikan, sehingga melatih peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis (Utami dkk., 2019). Dalam model PBL, peserta didik diberikan masalah yang relevan untuk dianalisis, didiskusikan, dan diselesaikan dengan memanfaatkan pengetahuan serta keterampilan yang telah mereka pelajari sebelumnya (Masrinah dkk., 2019). Penerapan model PBL terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan analitis, dan kolaborasi peserta didik di berbagai jenjang pendidikan (Ayunda dkk., 2023). Selain itu, model PBL memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan mengaitkan teori dengan aplikasi praktis, sehingga peserta didik menjadi lebih termotivasi untuk belajar (Santos dkk., 2023; Rehman dkk., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan model PBL dalam materi fisika dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis peserta didik (Arifah dkk., 2021; Rosmasari & Supardi, 2021).

Meskipun model *Problem-Based Learning* (PBL) terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, namun penerapannya masih menghadapi beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Penelitian oleh Anesa dan Ahda (2021), menyatakan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami dan menafsirkan informasi yang diberikan dalam bentuk permasalahan, sehingga menghambat proses pemecahan masalah. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Niswa dkk. (2022), menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kendala dalam menganalisis informasi, menghubungkan konsep, serta menilai keakuratan solusi yang dikembangkan. Selain itu, Rahmantika dkk. (2024), mengungkapkan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam menarik kesimpulan secara logis berdasarkan data yang tersedia, kurang dalam menjelaskan alasan dari solusi yang mereka gunakan, serta kurang memiliki kesadaran untuk merefleksikan dan mengevaluasi proses berpikir mereka. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang dapat membantu peserta didik mengorganisasi informasi dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara sistematis.

Salah satu strategi untuk mendukung penerapan model PBL adalah penggunaan *mind mapping*. *Mind mapping* secara umum terbagi menjadi dua jenis, yaitu konvensional dan digital. *Mind mapping* konvensional disusun secara manual menggunakan kertas dan alat tulis, sementara *mind mapping* digital dibuat dengan bantuan perangkat lunak atau aplikasi berbasis teknologi seperti Canva, Mindomo, atau XMind (Debbag dkk., 2021). Penggunaan *mind mapping* digital

memungkinkan visualisasi konsep secara lebih fleksibel, interaktif, dan menarik dibandingkan dengan versi konvensional. Hal ini sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada penguasaan teknologi dan literasi digital. *Mind mapping* digital memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan konsep-konsep utama, mengaitkan ide-ide, serta merancang informasi dengan lebih efektif (Karim & Mustapha, 2020). Teknologi ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep abstrak serta mendukung pengembangan kreativitas dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Oktavia dkk., 2021). Dalam pembelajaran fisika, pemanfaatan *mind mapping* digital memberikan keleluasaan dalam menyajikan materi yang sering dianggap sulit oleh peserta didik (Baroroh dkk., 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan *mind mapping* digital dalam pembelajaran dianggap lebih relevan untuk menunjang pemahaman peserta didik terhadap materi yang kompleks serta mendorong keterampilan berpikir kritis.

Salah satu upaya untuk mengaitkan pembelajaran fisika dengan kehidupan nyata adalah melalui integrasi kearifan lokal. Pemilihan proses pembuatan gerabah sebagai konteks pembelajaran ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, proses pembuatan gerabah merupakan bentuk kearifan lokal yang masih dilestarikan oleh masyarakat di beberapa daerah, termasuk di Sidayu, Gresik, yang menjadi lokasi studi pendahuluan. Kedua, tahapan dalam pembuatan gerabah sangat relevan dengan konsep fisika, seperti usaha, energi, perpindahan kalor, dan perubahan sifat benda. Ketiga, mengaitkan materi fisika dengan aktivitas nyata kepada peserta didik dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konseptual mereka.

Peneliti melakukan wawancara langsung dengan salah satu pengrajin gerabah tradisional di Dusun Mbuyungan, Desa Bunderan, Kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik. Berdasarkan hasil wawancara, proses pembuatan gerabah di daerah tersebut terdiri dari beberapa tahap, yaitu: (1) pemilihan dan pengolahan tanah liat, (2) pembentukan gerabah menggunakan teknik manual tanpa mesin, (3) pengeringan alami di bawah sinar matahari, (4) pembakaran menggunakan tungku tradisional, serta (5) proses *finishing* seperti pewarnaan dan pemolesan. Pengrajin menjelaskan bahwa tahap pembakaran membutuhkan energi dengan suhu tinggi dan dilakukan selama beberapa jam secara bertahap untuk menghindari keretakan gerabah. Proses ini menunjukkan adanya penerapan konsep perpindahan panas dan usaha dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pembuatan gerabah tidak hanya mengandung unsur budaya dan estetika, tetapi juga mengandung banyak prinsip sains yang dapat dikaitkan dengan pembelajaran fisika di sekolah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hasanah & Prihatni (2016), proses pembuatan gerabah memanfaatkan konsep usaha dan energi, yang dilihat dalam berbagai tahap seperti penggilingan, pencetakan, penjemuran, pembakaran, hingga pengangkutan hasil produksi. Oleh karena itu, kearifan lokal proses pembuatan gerabah dipilih untuk membantu menjelaskan konsep usaha dan energi. Prinsip usaha dan energi ini dapat divisualisasikan dalam *mind mapping* digital, sehingga membantu peserta didik memahami hubungan antara konsep fisika dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar. Pemanfaatan kearifan lokal dalam pembelajaran tidak hanya memperluas wawasan budaya peserta didik, tetapi juga memberikan konteks nyata, sehingga membuat pembelajaran menjadi lebih relevan dan menarik (Nuraeni dkk., 2024).

Dengan menggunakan bantuan media pembelajaran seperti *mind mapping* digital, pelaksanaan pembelajaran menggunakan model inovatif seperti model *Problem-Based Learning* (PBL) diharapkan akan berlangsung lebih efektif dan interaktif. Peserta didik akan lebih aktif dalam berpartisipasi, menganalisis permasalahan kontekstual yang diberikan oleh guru, serta menghubungkan konsep-konsep fisika melalui visualisasi yang lebih terstruktur. Kegiatan pemecahan masalah yang terintegrasi dengan kearifan lokal gerabah akan memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna, sehingga melatih peserta didik untuk berpikir kritis dalam memahami konsep. Dengan demikian, pendekatan ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan rendahnya tingkat keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA melalui penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital dalam proses pembuatan gerabah berdasarkan data yang diperoleh dalam bentuk angka. Populasi dalam penelitian ini melibatkan tiga kelas X SMA Negeri 7 Surabaya. Subjek penelitian ini adalah pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah.

Penelitian ini menggunakan *pre-test post-test control group design*, dimana peserta didik dibagi menjadi dua kelompok yang mendapatkan perlakuan berbeda. Sebelum pembelajaran dimulai, seluruh peserta didik kelas X-1, X-5, dan X-6 diberikan *pre-test* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis awal mereka. Kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 diberi perlakuan model PBL dengan bantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah, sedangkan kelas kontrol menerapkan model PBL tanpa *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah. Setelah proses pembelajaran selesai, peserta didik diberikan *post-test* untuk mengevaluasi peningkatan keterampilan berpikir kritis mereka setelah mengikuti pembelajaran sesuai perlakuan yang diberikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil penelitian dan pembahasan data yang telah dilakukan di SMA Negeri 7 Surabaya. Hasil dan pembahasan meliputi, analisis keterlaksanaan pembelajaran dengan model PBL, analisis keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan model PBL, dan analisis respons peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan.

### Analisis Keterlaksanaan Model PBL Berbantuan Mind Mapping Digital Proses Pembuatan Gerabah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Analisis keterlaksanaan proses pembelajaran dilakukan melalui observasi yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana proses pembelajaran terlaksana sesuai dengan langkah-langkah model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah. Pembelajaran dilaksanakan dalam tiga kali pertemuan. Instrumen yang digunakan adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh dua pengamat, yaitu salah satu guru fisika di SMA Negeri 7 Surabaya dan rekan mahasiswa pendidikan fisika. Data keterlaksanaan diperoleh dari skor rata-rata hasil observasi pada setiap pertemuan. Rata-rata skor tersebut kemudian dikategorikan ke dalam empat tingkatan, yaitu: skor 3,50 - 4,00 dikategorikan sebagai sangat baik dan berhasil, skor 2,50 – 3,49 dikategorikan baik dan berhasil, skor 1,50 – 2,49 dikategorikan cukup dan tidak berhasil, dan skor 0,00 – 1,49 dikategorikan kurang dan tidak berhasil.

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan sebagai pedoman dalam mengamati aspek-aspek pelaksanaan pembelajaran di kelas. Aspek-aspek tersebut mencakup kemampuan peneliti yang bertindak sebagai guru dalam mengelola kelas sesuai dengan setiap fase sintaks model pembelajaran yang telah direncanakan, yaitu pendahuluan, pelaksanaan sintaks model PBL, dan penutup. Hal ini sejalan dengan penelitian Firdyan dkk. (2023) yang menyatakan bahwa observasi terhadap keterlaksanaan pembelajaran sangat penting untuk menilai keefektifan penerapan sintaks model PBL berbantuan media, termasuk *mind mapping* digital dalam proses pembelajaran. Hasil rekapitulasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Pada Setiap Fase

Aspek	Eks 1	Eks 2	Kontrol	Rata-Rata	Kategori
Pendahuluan	4,00	4,00	4,00	4,00	Sangat Baik
Fase 1	4,00	4,00	4,00	4,00	Sangat Baik
Fase 2	4,00	4,00	4,00	4,00	Sangat Baik
Fase 3	3,90	3,90	3,90	3,90	Sangat Baik
Fase 4	4,00	4,00	4,00	4,00	Sangat Baik
Fase 5	3,92	4,00	3,83	3,92	Sangat Baik
Penutup	4,00	4,00	4,00	4,00	Sangat Baik

Aspek	Eks 1	Eks 2	Kontrol	Rata-Rata	Kategori
Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran				3,97	Sangat Baik

Tabel 1. menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran dengan diterapkannya model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah pada setiap fase di ketiga kelas eksperimen memperoleh skor rata-rata pencapaian sebesar 3,97. Dengan demikian, keterlaksanaan pembelajaran termasuk dalam kategori sangat baik. Meskipun demikian, terdapat beberapa fase yang masih perlu ditingkatkan, seperti pada fase 3 (membimbing penyelidikan individu dan kelompok) dengan skor 3,90, serta fase 5 (menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah) dengan skor 3,92.

### Analisis Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik dengan Model PBL Berbantuan Mind Mapping Digital Proses Pembuatan Gerabah

Penilaian keterampilan berpikir kritis peserta didik didasarkan pada hasil tes keterampilan berpikir kritis, yang meliputi nilai *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada masing-masing kelas eksperimen 1, eksperimen 2, dan kelas kontrol. Rekapitulasi rata-rata hasil *pre-test* dan *post-test* pada ketiga kelas ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Rata-Rata Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test* Ketiga Kelas

Kelas	Pre-test	Post-test
Eksperimen 1	41,03	93,40
Eksperimen 2	31,60	92,42
Kontrol	41,61	87,27

Pada kelas eksperimen 1, nilai rata-rata *pre-test* sebesar 41,03 meningkat menjadi 93,40 pada *post-test*. Kelas eksperimen 2 juga menunjukkan peningkatan, dari 31,60 menjadi 92,42. Sementara itu, kelas kontrol yang hanya menggunakan model PBL tanpa berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah juga mengalami peningkatan, yaitu dari 41,61 menjadi 87,27.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran model PBL berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, dengan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang tanpa berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan selaras dengan temuan Arrafiq dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan model PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik dibandingkan metode konvensional. Hal serupa juga diperkuat Firdyan dkk. (2023) bahwa model PBL berbantuan *mind mapping* efektif melatih peserta didik dalam merumuskan masalah, menyusun argumen, dan mengevaluasi solusi. Penelitian oleh Pratiwi dkk. (2020) yang menemukan bahwa model PBL dan *mind mapping* secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA pada pembelajaran fisika. Hal ini juga selaras dengan penelitian oleh Firdyan (2023), yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat meningkat secara signifikan setelah diterapkan pembelajaran menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik juga dihitung menggunakan perhitungan *N-gain*. Perhitungan *N-gain* dilakukan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkan pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah. Kategori peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dibedakan menjadi tiga, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Hasil perhitungan *N-gain* pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan N-gain

Kelas	Rata-rata N-gain	Kategori
Eksperimen 1	0,87	Tinggi
Eksperimen 2	0,89	Tinggi
Kontrol	0,56	Sedang

Pada ketiga kelas diperoleh *N-gain* pada kedua kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol berkategori sedang. Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis pada ketiga kelas.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis pada penelitian ini berfokus pada indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione (2015), yang meliputi *interpretation* (interpretasi), *analysis* (analisis), *evaluation* (evaluasi), *inference* (inferensi), *explanation* (penjelasan), dan *self-regulation* (regulasi diri). Keenam indikator ini tercakup dalam soal tes yang diberikan kepada peserta didik berupa *pre-test* dan *post-test*.

Soal tes yang diberikan kepada peserta didik berjumlah 12 soal, dengan masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis terdapat pada 2 nomor soal. Hasil tes keterampilan berpikir kritis yang dilakukan sebelum dan sesudah penelitian masing-masing kelas ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *N-gain* Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Kelas	Data	Indikator						Rata-rata
		I <sub>1</sub>	A	E <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	S	
Eks 1	<i>Pre-test</i>	48,61	38,89	41,32	40,28	48,26	22,22	39,93
	<i>Post-test</i>	95,49	93,06	88,54	91,67	92,01	91,67	92,07
	<i>N-gain</i>	0,91	0,89	0,80	0,86	0,85	0,89	0,87
Eks 2	<i>Pre-test</i>	43,06	35,76	32,99	34,03	42,71	19,79	34,72
	<i>Post-test</i>	92,71	94,44	91,67	91,67	94,44	92,71	92,94
	<i>N-gain</i>	0,87	0,91	0,88	0,87	0,90	0,91	0,89
Kontrol	<i>Pre-test</i>	48,61	38,89	41,32	40,28	48,26	22,22	39,93
	<i>Post-test</i>	80,21	78,47	69,79	68,40	71,88	72,22	73,49
	<i>N-gain</i>	0,61	0,65	0,49	0,47	0,46	0,64	0,55

Tabel 4. menunjukkan hasil *N-gain* setiap indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika pada setiap kelas mengalami peningkatan. Seluruh indikator keterampilan berpikir kritis mengalami peningkatan dengan kategori tinggi dan sedang. *N-gain* indikator keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen 1 berkategori tinggi, dengan peningkatan tertinggi pada indikator *analysis*, *explanation* dan *self-regulation*. Pada kelas eksperimen 2, *N-gain* indikator keterampilan berpikir kritis dengan peningkatan tertinggi terdapat pada indikator *analysis*. Sementara itu, pada kelas kontrol, *N-gain* indikator keterampilan berpikir kritis masih tergolong rendah, sehingga diperlukan peningkatan pada setiap indikator. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Pradani & Supardi (2023) yang menunjukkan bahwa penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) meningkatkan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik sebesar 0,73 dengan kategori tinggi, namun tidak semua indikator meningkat secara merata, beberapa indikator hanya mencapai kategori sedang. Hal ini disebabkan oleh tingkat kompleksitas tiap indikator dan tingkat keterlibatan peserta didik terhadap jenis aktivitas belajar tertentu.

Hasil perhitungan *N-gain* selanjutnya dilakukan uji prasyarat untuk menentukan persebaran data dan sebagai pemenuhan syarat dalam uji hipotesis. Uji normalitas dan uji homogenitas digunakan untuk memastikan bahwa data tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen.

Uji normalitas data adalah uji yang digunakan untuk menunjukkan apabila data sampel termasuk ke dalam populasi yang terdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan pada skor *pre-test* dan *post-test* menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Shapiro-Wilk			Keterangan
	Statistic	df	Sig.	
Eksperimen 1	0,969	36	0,409	Normal
Eksperimen 2	0,946	36	0,079	Normal
Kontrol	0,959	36	0,201	Normal

Tabel 5. menunjukkan bahwa hasil uji normalitas pada ketiga kelas didapatkan  $p$ -value  $> 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $N$ -gain terdistribusi normal pada setiap kelas.

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah data dalam penelitian ini memiliki varians yang homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan menggunakan *software* SPSS, dengan ketentuan bahwa  $H_0$  diterima jika  $p$ -value  $> 0,05$ , yang berarti data  $N$ -gain memiliki varians homogen. Namun, jika nilai  $p$ -value  $\leq 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan data  $N$ -gain memiliki varians yang tidak homogen. Hasil uji homogenitas pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas

Kelas	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
Based on Mean	0,182	2	105	0,834	Homogen

Tabel 6 menunjukkan hasil uji homogenitas yang dilakukan pada kelas eksperimen 1, eksperimen 2, dan kelas kontrol berdasarkan data  $N$ -gain. Pada ketiga kelas diperoleh  $p$ -value  $0,834 > 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $N$ -gain memiliki varians yang homogen.

Uji t-berpasangan dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada setiap kelas. Uji t-berpasangan dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan kriteria bahwa  $H_0$  diterima jika  $p$ -value  $> 0,05$ , yang berarti tidak terdapat perbedaan antara skor *pre-test* dan *post-test*. Sebaliknya,  $H_0$  ditolak jika  $p$ -value  $\leq 0,05$ , yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pre-test* dan *post-test*. Hasil uji t-berpasangan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji t-Berpasangan

Kelas	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
				Eksperimen 1	-52,14			
Eksperimen 2	-58,22	7,13	1,19	-60,63	-55,80	-48,99	35	0,00
Kontrol	-33,56	6,75	1,12	-35,85	-31,28	-29,83	35	0,00

Tabel 7. menunjukkan bahwa ketiga kelas sig.(2-tailed)  $\leq 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pre-test* dan *post-test*. Rata-rata pada hasil uji t-berpasangan, menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan dari *pre-test* dan *post-test* yang ditunjukkan hasil mean yang bernilai negatif, dengan peningkatan terbesar terjadi pada kelas eksperimen 2 sebesar -58,22, pada kelas eksperimen 1 mengalami peningkatan sebesar -52,14, dan pada kelas kontrol peningkatan sebesar -33,56. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian oleh Rahmi dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* ( $p$ -value  $\leq 0,001$ ) setelah penerapan media puzzle dalam pembelajaran.

Uji t-independen dilakukan untuk membandingkan hasil rata-rata  $N$ -gain antara masing-masing kelas. Uji t-independen dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan kriteria  $H_0$  diterima jika nilai signifikansi ( $p$ -value)  $> 0,05$ , yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dan  $H_0$  ditolak jika nilai signifikansi ( $p$ -value)  $\leq 0,05$ , yang berarti

terdapat perbedaan signifikan antara kelas yang berbeda. Hasil uji t-independen pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji t-Independen

Kelas	Mean Difference	t	Sig.(2-tailed)
Eksperimen 1 & Kontrol	0,31	16,61	0,00
Eksperimen 2 & Kontrol	0,34	18,50	0,00
Eksperimen 1 & Eksperimen 2	-0,26	-1,59	0,12

Berdasarkan hasil uji t-independen yang ditunjukkan pada Tabel 8. yang dilakukan pada *N-gain* sebagai peningkatan hasil tes keterampilan berpikir kritis menunjukkan perbedaan dari masing-masing kelas yang dibandingkan. Perbandingan antara kelas eksperimen 1 dan kelas kontrol menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,00 dengan nilai t sebesar 16,61 dan selisih rata-rata sebesar 0,31. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *N-gain* kedua kelas tersebut.

Sedangkan, perbandingan antara kelas eksperimen 2 dan kelas kontrol juga menunjukkan perbedaan signifikan, dengan nilai signifikansi sebesar 0,00 nilai t sebesar 18,50, dan selisih rata-rata sebesar 0,34. Selanjutnya, perbandingan antara kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,12, nilai t sebesar -1,59, dan selisih rata-rata sebesar -0,26 yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas eksperimen tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil *N-gain* dari setiap kelas eksperimen dengan kelas kontrol yang dibandingkan memiliki perbedaan yang signifikan, tetapi pada kedua kelas eksperimen tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Denti dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa model PBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan. Selain itu, Septianita dkk. (2021) juga membuktikan bahwa media *mind mapping* dapat menjadi alat bantu efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran.

### Analisis Respons Peserta Didik Setelah Penerapan Model PBL Berbantuan Mind Mapping Digital Proses Pembuatan Gerabah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Respons peserta didik setelah diterapkan model PBL berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah diperoleh melalui angket respons peserta didik yang disajikan dalam bentuk lembar angket cetak yang telah disediakan dan diisi oleh setiap peserta didik. Lembar angket respons peserta didik terdiri atas 10 pernyataan, yang mencakup 1 pernyataan terkait ketertarikan terhadap pembelajaran, 6 pernyataan terkait pemahaman materi, 2 pernyataan terkait media pembelajaran, dan 1 pernyataan terkait keterampilan berpikir kritis. Dari 10 pernyataan tersebut, 5 termasuk dalam kategori pernyataan positif, yaitu butir nomor 1, 2, 4, 8, dan 10, sedangkan 5 lainnya merupakan pernyataan negatif, yaitu butir nomor 3, 5, 6, 7, dan 9. Setiap pernyataan memiliki jawaban dengan skala Likert, dengan rincian skor sebagai berikut: 4 untuk Sangat Setuju (SS), 3 untuk Setuju (S), 2 untuk Tidak Setuju (TS), dan 1 untuk Sangat Tidak Setuju (STS). Hasil rekapitulasi angket respons peserta didik disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Angket Respons

Nomor Pernyataan	Ekperimen 1		Ekperimen 2		Kontrol	
	Persentase (%)	Kategori	Persentase (%)	Kategori	Persentase (%)	Kategori
1	93,06	Sangat Baik	92,36	Sangat Baik	86,81	Sangat Baik
2	91,67	Sangat Baik	92,36	Sangat Baik	87,50	Sangat Baik
3	97,92	Sangat Baik	93,06	Sangat Baik	97,22	Sangat Baik

Nomor Pernyataan	Ekperimen 1		Ekperimen 2		Kontrol	
	Persentase (%)	Kategori	Persentase (%)	Kategori	Persentase (%)	Kategori
4	90,97	Sangat Baik	90,97	Sangat Baik	98,61	Sangat Baik
5	91,67	Sangat Baik	93,06	Sangat Baik	84,03	Sangat Baik
6	93,75	Sangat Baik	92,36	Sangat Baik	88,89	Sangat Baik
7	90,97	Sangat Baik	90,28	Sangat Baik	84,72	Sangat Baik
8	93,75	Sangat Baik	93,06	Sangat Baik	97,92	Sangat Baik
9	95,83	Sangat Baik	90,28	Sangat Baik	91,67	Sangat Baik
10	98,61	Sangat Baik	95,14	Sangat Baik	90,28	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>	<b>93,82</b>	<b>Sangat Baik</b>	<b>92,29</b>	<b>Sangat Baik</b>	<b>90,76</b>	<b>Sangat Baik</b>

Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan memperoleh persentase respons peserta didik  $> 81\%$  dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kelas merespons secara positif dan sangat baik terhadap penerapan pembelajaran fisika dengan model PBL berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Respons tertinggi kelas eksperimen terdapat pada pernyataan nomor 10, yaitu peserta didik sangat setuju bahwa model PBL dan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Cahyani dan Ahmad (2024), yang menunjukkan bahwa model PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, hasil belajar, dan motivasi peserta didik dalam pembelajaran sains. Sedangkan pada kelas kontrol, respons tertinggi pada pernyataan nomor 4 dan 8, yaitu model *Problem-Based Learning* (PBL) membantu memudahkan dalam memahami materi melalui diskusi kelompok.

Sementara itu, respons terendah terdapat pada pernyataan nomor 7, yang menyatakan bahwa penerapan model PBL membuat pembelajaran menjadi lebih sulit, serta pada pernyataan nomor 9 mengenai efektivitas *mind mapping* digital dalam pembelajaran. Rendahnya persetujuan terhadap pernyataan tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik tidak setuju bahwa model PBL menyulitkan pembelajaran atau bahwa media *mind mapping* digital tidak membantu peserta didik dalam pembelajaran. Hal ini didukung oleh penelitian Kurniawan dkk. (2023) yang menyimpulkan bahwa penggunaan model PLB berbantuan *mind mapping* secara signifikan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran, sekaligus membantu peserta didik memahami materi dengan lebih mudah. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Faradilla dkk. (2024) yang membuktikan bahwa penerapan model PBL berbantuan *mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara efektif di jenjang SMA. Hasil respons peserta didik membuktikan bahwa model pembelajaran tersebut layak untuk diterapkan sebagai inovasi dalam pembelajaran fisika, khususnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, dilaksanakan dengan kategori sangat baik. Terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis

peserta didik setelah diterapkan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah, yang ditandai dengan adanya peningkatan skor keterampilan berpikir kritis dari hasil *pre-test* ke *post-test* secara statistik signifikan pada  $\alpha = 0,05$ , rata-rata *N-gain* berkategori tinggi dan tidak berbeda pada kelas eksperimen. Respons peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *mind mapping* digital proses pembuatan gerabah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis memiliki respons sangat baik dari peserta didik, sehingga dapat dijadikan suatu inovasi dalam pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. (2019). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 8(1), 1-9.
- Anesa, D. R., & Ahda, Y. (2021). The effectiveness of problem based learning (PBL) based e-module on the classic genetic materials to improve the student's critical thinking skills. *International Journal of Social Science and Human Research*, 4(07), 1785-1789.
- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan antara model pembelajaran problem based learning dengan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika siswa. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 4(1), 14-20.
- Arrafiq, M. K. (2024). Model pembelajaran problem based learning berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa SMAN 3 Bengkulu. *Rayah Al-Islam*, 8(4), 1693-1708.
- Ayunda, S. N., Lufri, L., & Alberida, H. (2023). Pengaruh model pembelajaran problem-based learning (PBL) berbantuan LKPD terhadap kemampuan berpikir kritis Peserta didik. *Journal on Education*, 5(2), 5000-5015.
- Baroroh, S., Manshur, A., Aimah, S., & Istiqomah, F. Z. (2024). Integrasi konstruksi ekologis melalui mind mapping dalam pembelajaran laporan hasil observasi bagi siswa SMA. *GHANCARAN: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*.
- Benyamin, B., Qohar, A., & Sulandra, I. M. (2021). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMA kelas X dalam memecahkan masalah SPLTV. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 909-922.
- Cahyani, V. P., & Ahmad, F. (2024). Efektivitas Problem Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Hasil belajar dan Motivasi Siswa. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 76-82.
- Debbag, M., Cukurbasi, B., & Fidan, M. (2021). Use of digital mind maps in technology education: A pilot study with pre-service science teachers. *Informatics in education*, 20(1), 47-68.
- Denti, E., Putri, D. H., & Purwanto, A. (2024). Penerapan model problem based learning berbantu LKPD untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMA negeri 4 kota Bengkulu. *Amplitudo: Jurnal Ilmu dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 15-23.
- Facione, P. A. (2015). Critical Thinking: What it is and Why it Counts. *Milbrae CA, The California Academic Press*, 1-20.
- Faradilla, Y., Afrida, I. R., & Pramono, G. W. (2024). Penerapan model problem based learning berbantuan mind mapping untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X2 SMAN 1 Kencong. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(4), 14-14.
- Firdyan, L. Z., Soekamto, H., Insani, N., & Wirahayu, Y. A. (2023). Pengaruh model problem based learning (PBL) berbantuan mind map terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(10), 1128-1138.
- Jalal, M. A. R., Maison, M., Kurniawan, D. A., Al Amin, M., & Hariono, H. (2022). Analisis deskripsi capaian pemahaman konsep peserta didik pada mata pelajaran fisika kelas XI. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 337-347.
- Kamsinah, D. L., Abdullah, A., & Suryajaya, S. (2020). Analysis of critical thinking skills in junior high school students. *Journal of Advances in Education and Philosophy*, 4(6), 234-237.

- Karim, R. A., & Mustapha, R. (2020). Students' perception on the use of digital mind map to stimulate creativity and critical thinking in ESL writing course. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12A), 7596-7606.
- Kurniawan, H. C., Amilia, N. F., Resbiantoro, G., & Abbas, M. L. H. (2023). Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) berbantuan mind mapping terhadap kemampuan berpikir kritis materi getaran di MTSN 5 tulungagung. *JEAS (Journal of Educational and Applied Science)*, 1(1), 20-24.
- Hasanah, D., & Prihatni, Y. (2016). Pengembangan modul fisika berbasis potensi lokal kerajinan gerabah kasongan yogyakarta pada materi usaha dan energi untuk siswa SMA. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 3, 177-184.
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2019). Problem based learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 924-932).
- Niswa, W. K., Agustingsih, A., & Mahmudi, K. (2022). Problem-based learning (PBL): An innovation in natural sciences studies to improve critical thinking skills. *Pancaran Pendidikan*, 11(2).
- Nuraeni, L., Tamagola, R. H. A., Hafida, N., Wonggor, S., Khairunnisa, K., & Aziz, A. A. (2024). Pendidikan karakter berbasis kearifan lokal untuk menghadapi isu-isu strategis terkini di era digital. *Journal on Education*, 6(2), 14615-14620.
- Oktavia, S. N., Tanjung, A., & Irawan, L. Y. (2021). Atmospheric learning: Pengembangan digital mind maps berbantuan mind mapping software untuk siswa geografi SMA. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(3), 301-310.
- Pradani, A. Y., & S, S. U. (2023). Pengaruh model problem based learning (pbl) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi reaksi redoks kelas X SMA darunnajah Jakarta. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 3(4), 294-301.
- Pratiwi, T. B., Hakim, A., & Zulkarnaen, Z. (2020). problem based learning dan keterampilan berpikir kritis. *Vidya Karya*, 35(1), 36-44.
- Rahmantika, N., Slamet, S. T. Y., & Atmojo, I. R. W. (2024). Literature study: The effect of problem based learning (PBL) on critical thinking ability. *In Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 7(1), 194-198.
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23).
- Rosmasari, A. R., & Supardi, Z. A. I. (2021). Penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi usaha dan energi kelas X MIPA 4 SMAN 1 gondang. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 472-478.
- Santos, C., Rybska, E., Klichowski, M., Jankowiak, B., Jaskulska, S., Domingues, N., Carvalho, D., Rocha, T., Paredes, H., Martins, P., & Rocha, J. (2023). Science education through project-based learning: A case study. *Procedia Computer Science*, 219, 1713-1720.
- Septianita, I., & Hamidi, N. (2021). Pengaruh model core berbantuan media mind mapping terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembeajaran akuntansi. *Jurnal Pengembangan Pendidikan Akuntansi dan Keuangan (JPPAK)*, 2(1), 48-58.
- Sundari, P. D., & Sarkity, D. (2021). Keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi suhu dan kalor dalam pembelajaran fisika. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 149-161.
- Utami, B., Probosari, R. M., Saputro, S., & Masykuri, M. (2019). Empowering critical thinking skills with problem solving in higher education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3).
- Wulansari, K., & Sunarya, Y. (2023). Keterampilan 4C (critical thinking, creativity, communication, dan collaborative) guru bahasa indonesia SMA dalam pembelajaran abad 21 di era industri 4.0. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1667-1674.