



Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Penalaran Ilmiah Siswa pada Materi Suhu dan Kalor

Vikamaenis¹, Muslim^{1*}, Duden Saepuzaman¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA), Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Jawa Barat.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2278>

Article Info:

Received : 17 Juni 2026
Revised : 30 Juni 2026
Accepted : 04 Juli 2026
Published : 10 Juli 2026

Correspondence:

Muslim

Phone: +62 852-2061-9445

Abstract: This quantitative study aims to determine the improvement and effectiveness of a Problem-Based Learning (PBL) model using a Deep Learning approach on students' scientific reasoning regarding the topics of temperature and heat. A pre-experimental design with a one-group pretest-posttest approach was applied in this study. The sample consisted of 36 11th-grade MIPA students at a public high school in Bandung, selected using convenience sampling. Data were collected using a scientific reasoning test adapted from the Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR), which had been tailored to the subject matter. The results showed a significant improvement in scientific reasoning, with the average pretest score increasing from 28.31 to 58.61 on the posttest, and achieving an average N-gain score of 0.43 (moderate category). The greatest improvement occurred in the correlational aspect (N-gain = 0.54), followed by proportional (0.49), hypothesis-deductive (0.44), probabilistic (0.42), conservation (0.36), and variable control (0.25). Furthermore, the Wilcoxon signed-rank test confirmed that this model is significantly effective ($Z = -5.242$, $p < 0.001$). These findings indicate that the Problem-Based Learning model with a Deep Learning approach enhances scientific reasoning by promoting active inquiry and reflective thinking. It was concluded that the implemented learning model effectively improves students' scientific reasoning, particularly in analyzing relationships between variables in physics concepts.

Keywords: Problem-Based Learning Model; Deep Learning; Scientific Reasoning; LCTSR; Temperature and Heat.

Citation: Vikamaenis, Muslim, & Saepuzaman, D. (2026). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan Deep Learning untuk Meningkatkan Penalaran Ilmiah Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 3400–3411. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2278>

Pendahuluan

Penalaran ilmiah merupakan salah satu kemampuan penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran fisika karena merupakan kemampuan berpikir logis dalam memahami konsep, menganalisis hubungan antarvariabel, mengendalikan serta menentukan variabel, memperkirakan kemungkinan suatu peristiwa, serta merumuskan dan menguji hipotesis berdasarkan bukti. Kemampuan ini menjadi salah satu kompetensi yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan pembelajaran pada era Society 5.0 yang menuntut peserta didik memiliki kemampuan

berpikir tingkat tinggi, berpikir kritis, dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, pendidikan, khususnya pada bidang matematika dan ilmu pengetahuan alam (MIPA), memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan yang relevan dengan perkembangan zaman. Sebagai salah satu cabang ilmu MIPA, fisika tidak lagi berorientasi pada penguasaan konsep secara teoritis, tetapi juga menekankan pengembangan berbagai keterampilan berpikir, seperti keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran ilmiah,

serta kemampuan berpikir tingkat tinggi lainnya. Dengan demikian, pengembangan penalaran ilmiah dalam pembelajaran fisika menjadi aspek penting untuk mempersiapkan generasi yang mampu menghadapi berbagai tantangan di masa depan (Nisa dkk., 2024)

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penalaran ilmiah merupakan salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh generasi penerus di masa depan, kemampuan ini memungkinkan siswa untuk menggunakan segala bukti, fakta, dan konsep ilmiah dalam menarik serta menyelesaikan permasalahan yang mereka temui. Hrouzková & Richterek, (2021), menyatakan bahwa penalaran ilmiah merupakan suatu faktor esensial yang dapat memengaruhi kinerja dari siswa dalam memahami konsep-konsep baru. Lawson (1978), menjelaskan bahwa penalaran ilmiah terdiri dari enam aspek, yaitu aspek konservasi, aspek probabilistik, aspek korelasional, aspek proporsional, aspek pengontrolan variabel, dan yang terakhir aspek hipotesis-deduktif. Keenam aspek tersebut merupakan komponen penting dalam penalaran ilmiah dan dapat diidentifikasi melalui *Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning* (LCTSR) yang dikembangkan oleh lawson (Lawson, 2000). Oleh karena itu, pengukuran terhadap aspek aspek tersebut penting dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat penalaran ilmiah siswa.

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa masih perlu mendapat perhatian. Penelitian oleh Mandella (2021), menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa SMA masih berada pada kategori kurang dengan rata-rata capaian sebesar 19%, serta tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan gender. Selanjutnya Kamaluddin dkk., (2023), menjelaskan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa berada pada kategori cukup, namun siswa masih mengalami kesulitan terutama pada aspek penalaran konservasi dan penalaran hipotesis-deduktif. Temuan tersebut diperkuat oleh Ariadi dkk., (2025), menyatakan bahwa sebagian besar siswa SMA masih berada pada tahap berpikir operasional konkret, dengan penalaran hipotesis-deduktif sebagai indikator yang memiliki capaian terendah. Berbagai temuan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa masih belum berkembang secara optimal sehingga perlu menjadi perhatian dalam pembelajaran fisika.

Meskipun penalaran ilmiah merupakan kemampuan yang penting dalam pembelajaran fisika, kemampuan tersebut masih menjadi tantangan bagi siswa. Sejalan dengan hal tersebut, berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu SMA swasta di Kota Bandung dengan jumlah sampel 35 siswa, ditemukan bahwa kemampuan penalaran ilmiah masih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata nilai siswa

yang hanya mencapai 51 dari skala 100. Nilai terendah ditemukan pada aspek proporsional dan pengontrolan variabel (masing-masing 37), diikuti hipotesis-deduktif (43), penalaran konservasi (52), penalaran probabilistik (57), dan penalaran korelasional (72). Rendahnya capaian pada aspek-aspek tersebut mengindikasikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menggunakan hubungan proporsional, mengidentifikasi dan mengendalikan variabel, serta merumuskan dan menguji hipotesis berdasarkan bukti. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa belum berkembang secara maksimal sehingga memerlukan pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengembangannya.

Menghadapi permasalahan tersebut, diperlukan suatu model yang mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan penalaran ilmiah. Model *inquiry* berfokus pada proses penyelidikan untuk menemukan konsep secara mandiri melalui bimbingan guru (Musliman & Kasman, 2022). Sementara itu, Model Pembelajaran Berbasis Masalah dipilih karena tidak hanya melibatkan proses penyelidikan, tetapi juga mengarahkan siswa untuk memecahkan permasalahan kontekstual melalui kegiatan mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, dan menyusun solusi berdasarkan bukti sehingga lebih sesuai untuk mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah.

Penelitian Mansur (2021), menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah membantu siswa menguasai materi pembelajaran, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan nyata. Namun, agar proses pembelajaran tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah, tetapi juga mendorong terbentuknya pemahaman yang bermakna, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu mengarahkan siswa untuk memahami konsep secara mendalam. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pendekatan *deep learning* (Fitriani & Santiani, 2025).

Deep learning pada dasarnya bermanfaat untuk mengubah paradigma pembelajaran dari pola tradisional yang menitikberatkan siswa pada hafalan dan ceramah, menuju proses pembelajaran yang bersifat lebih bermakna (*Meaningful*), berkesadaran (*mindful*), dan menggembirakan (*joyful*), sehingga siswa terdorong untuk menganalisis informasi secara kritis dan menghasilkan solusi yang inovatif (Suwandi dkk., 2024). Berdasarkan paparan tersebut, penggabungan model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *deep learning* dipandang sebagai suatu kombinasi yang tepat. Model PBM mendorong siswa untuk aktif dalam menyelesaikan permasalahan, sementara *deep learning* menekankan siswa untuk belajar secara mendalam sehingga siswa dapat mengaitkan konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata mereka.

Penalaran ilmiah merupakan salah satu kompetensi berpikir tingkat tinggi, kompetensi ini berfungsi sebagai landasan bagi siswa untuk berpikir secara sistematis dan logis (Pratiwi, & Alberida, 2021). Namun, meskipun urgensi penalaran ilmiah ini tinggi, ditemukan adanya kesenjangan dalam penguasaan materi. Laili & Diantoro, (2021) menyatakan bahwa siswa masih kesulitan dimateri suhu dan kalor, yang mana siswa masih kurang terampil mengoperasikan dan menganalisis besaran fisis yang ada dimateri tersebut, hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap suhu dan kalor masih bersifat parsial dan belum terintegrasi secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan dan efektivitas penerapan model PBM dengan pendekatan *deep learning* terhadap penalaran ilmiah siswa SMA pada materi suhu dan kalor.

Metode

Penelitian kuantitatif ini menggunakan *pre-experimental design* dengan model *one-group pretest-posttest* untuk menguji pengaruh model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *deep learning* terhadap kemampuan penalaran ilmiah siswa Desain penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O_1	X	O_2

(Sugiyono, 2019)

Keterangan:

O_1 : *Pretest* sebelum perlakuan (X)

X : Pembelajaran menggunakan model Pembelajaran berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning*

O_2 : *Posttest* sesudah perlakuan (X)

Penelitian dilakukan pada siswa kelas XI MIPA di salah satu SMAN di Bandung yang berjumlah 36 siswa. Sampel penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik *convenience sampling*. Sugiyono, (2019) menyatakan bahwa teknik *convenience sampling* merupakan teknik penentuan sampel yang dipilih karena kemudahan dalam menjangkau kelas dan tersedia pada saat penelitian dilaksanakan. Instrumen penelitian berupa tes penalaran ilmiah materi suhu dan

kalor yang digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran ilmiah siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Instrumen penelitian berupa tes penalaran ilmiah pilihan ganda berbasalan (*two-tier*) sebanyak 22 butir soal. Instrumen diadaptasi dari *Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning* (LCTSR) yang dikembangkan oleh Lawson, (2000) yang mencakup enam aspek, yaitu aspek penalaran konservasi, penalaran proporsional, penalaran korelasional, penalaran probabilistik, penalaran pengontrolan variabel, dan penalaran hipotesis-deduktif serta disesuaikan dengan karakteristik materi suhu dan kalor. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen telah melalui proses validasi isi oleh para ahli untuk menilai kesesuaian aspek materi, konstruksi, dan bahasa.

Selain itu, instrumen dianalisis menggunakan Pemodelan Rasch untuk mengevaluasi validitas konstruk, unidimensionalitas, reliabilitas, nilai *separation*, dan *fit statistic*. Ringkasan hasil analisis kualitas instrumen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan hasil analisis kualitas instrumen menggunakan pemodelan Rasch

Parameter	Nilai
Raw variance explained by measures	33,4%
Item reliability	0,88
Item separation	2,72
Person reliability	0,84
Person separation	2,30
Cronbach's Alpha	0,87
Butir soal memenuhi kriteria fit	22 dari 27

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2, instrumen memenuhi kriteria valid dan reliabel. Nilai *raw variance explained by measures* menunjukkan bahwa instrumen memenuhi kriteria unidimensionalitas, sedangkan nilai *item reliability*, *person reliability*, dan *separation* menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi dan daya pembeda yang baik. Selain itu, sebanyak 22 dari 27 butir soal memenuhi kriteria *fit statistic* sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan dalam penelitian. Sebaran butir soal berdasarkan aspek penalaran ilmiah ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks sebaran soal dan aspek penalaran ilmiah

Sub materi	Aspek penalaran ilmiah dan Nomor soal						Total
	Konservasi	Probabilitas	Korelasional	Proporsional	Pengontrolan Variabel	Hipotesis Deduktif	
Suhu dan Perubahan Suhu	3	5	8	12,13	17	-	6
Pemuaian Gas	1	-	7,9	-	-	19, 21,	6

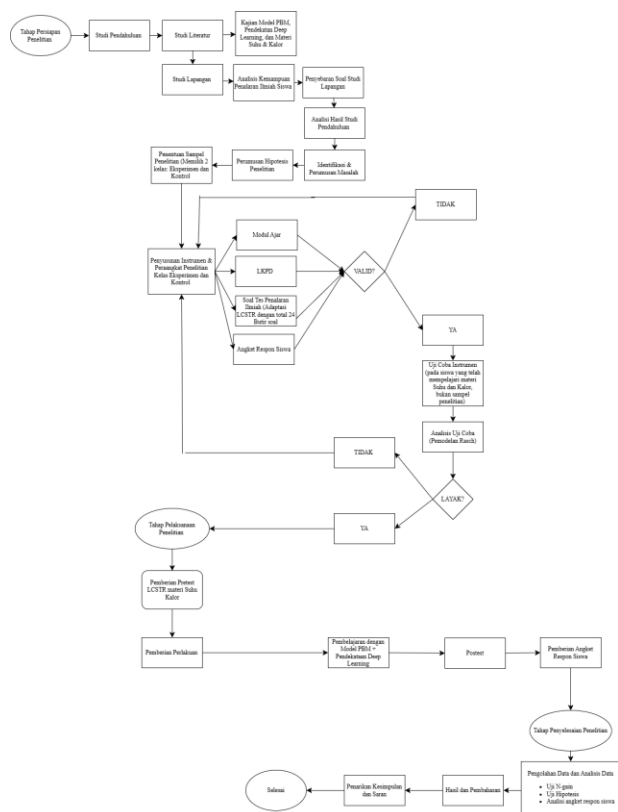
Sub materi	Aspek penalaran ilmiah dan Nomor soal						Total
	Konservasi	Probabilitas	Korelasional	Proporsional	Pengontrolan Variabel	Hipotesis Deduktif	
			1			22	
Perpindahan Kalor	2	4,6	-	10,11,14,15	16,18	20	10
Jumlah	3	3	3	6	3	4	22

Penskoran ini juga diterapkan kembali oleh Baodkk., (2009), dimana jika salah satu atau kedua unsur tersebut dijawab salah, maka butir soal tersebut diberi skor 0, pedoman penskoran ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penskoran instrumen penalaran ilmiah

Kriteria	Skor
Pilihan jawaban benar dan pilihan alasan benar	1
Pilihan jawaban benar, namun pilihan alasan salah	0
Pilihan jawaban salah, namun pilihan alasan benar	0
Pilihan jawaban salah dan pilihan alasan salah	0

Selanjutnya, prosedur penelitian dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan yang secara lebih rinci, alur prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

Berdasarkan prosedur penelitian tersebut, data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Penelitian ini menggunakan uji *N-Gain* untuk memperoleh nilai peningkatan penalaran ilmiah siswa. Soal berbentuk pilihan ganda yang diadaptasi dari LCSTR lawson sebanyak 22 butir soal, maka persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *N-gain* yang dinormalisasi $<g>$ dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$<g> = \frac{\% \text{ skor post test} - \% \text{ skor pre test}}{100 - \% \text{ skor pretest}}$$

(Hake, 1998)

Indeks *N-gain* dikategorikan dalam beberapa rentang seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 5. Kategori peningkatan nilai *N-gain*

$<g>$	Kategori
$0,00 < g \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < g \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < g \leq 1,00$	Tinggi

(Hake, 1998)

Selanjutnya, efektivitas penerapan model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *deep learning* dianalisis menggunakan uji beda terhadap skor *pretest* dan *posttest* siswa. Sebelum dilakukan uji beda, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas untuk menentukan jenis uji statistik yang digunakan. Pengujian normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (*P-value*) terhadap taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Dengan pengambilan keputusan nilai *Asymp.sig* (2-tailed).

1. H_0 diterima, artinya data terdistribusi normal, jika nilai *Asmp. Sig* (2-tailed) $> 0,05$.
2. H_1 ditolak, artinya data tidak terdistribusi normal, jika nilai *Asmp. Sig* (2-tailed) $< 0,05$.

Apabila data berdistribusi normal maka digunakan uji *paired sample t-test*, sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal digunakan uji *Wilcoxon Signed Rank Test*. Pengujian *Wilcoxon* dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics*. Dengan kriteria seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan

kriteria pengambilan keputusan pada Tabel 5, hasil uji statistik digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil analisis statistik yang diperoleh disajikan dan diinterpretasikan pada bagian hasil dan pembahasan untuk menjelaskan pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap variabel penelitian.

Tabel 6. Kriteria pengambilan keputusan Uji Wilcoxon

Probabilitas	Keterangan	Kesimpulan
Sig. < 0,05	H_0 ditolak	Terdapat perbedaan signifikan secara statistik.
Sig. > 0,05	H_0 diterima	Tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik.

Hasil dan Diskusi

Analisis dilakukan melalui pengolahan data *pretest* dan *posttest* untuk mengidentifikasi peningkatan kemampuan penalaran ilmiah serta menguji efektivitas model pembelajaran yang diterapkan. Hasil penelitian dan pembahasannya disajikan dalam dua aspek utama, yaitu peningkatan penalaran ilmiah dan efektivitas model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning* dalam meningkatkan penalaran ilmiah siswa.

Peningkatan Penalaran Ilmiah

Peningkatan penalaran ilmiah siswa dapat dilihat melalui hasil analisis dari *pretest* dan *posttest* yang telah dilakukan. Data hasil *pretest-posttest* siswa untuk kemampuan penalaran ilmiah dianalisis menggunakan *N-gain*, data rata-rata *pretest-posttest* siswa dalam pembelajaran ini ditunjukkan dalam Tabel 6.

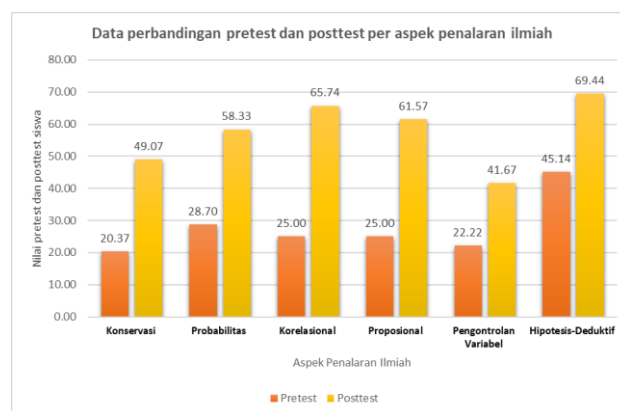
Tabel 7. Rekapitulasi peningkatan penalaran ilmiah

Rata-rata skor			Kategori
<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	
28.31	58.61	0.43	Sedang

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 6 terhadap 36 sampel siswa, nilai rata-rata keseluruhan penalaran ilmiah mengalami peningkatan. Skor rata-rata penalaran ilmiah siswa meningkat dari 28.31 pada saat *pretest* menjadi 58.61 pada saat *posttest*. Hasil perhitungan uji *N-gain* menunjukkan rata-rata keseluruhannya di angka sebesar 0.43 dengan presentase 0.43. Berdasarkan kriteria Hake (1998), nilai tersebut berada pada rentang $0.30 \leq (g) \leq 0.70$ yang dapat diartikan bahwa peningkatan penalaran ilmiah siswa secara umum berada dikategori "Sedang".

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *deep learning* mampu memfasilitasi berkembangnya kemampuan penalaran ilmiah siswa. Peningkatan ini diduga terjadi karena selama pembelajaran siswa terlibat secara aktif dalam mengidentifikasi permasalahan kontekstual, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis informasi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh. Aktivitas tersebut melatih siswa menggunakan proses berpikir ilmiah secara sistematis, sehingga tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan memberikan alasan ilmiah dalam menyelesaikan permasalahan. Selain itu, pendekatan *deep learning* mendorong siswa membangun pemahaman yang lebih mendalam melalui pembelajaran yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, sehingga konsep yang dipelajari dapat dihubungkan dengan fenomena nyata dan digunakan sebagai dasar dalam proses penalaran ilmiah.

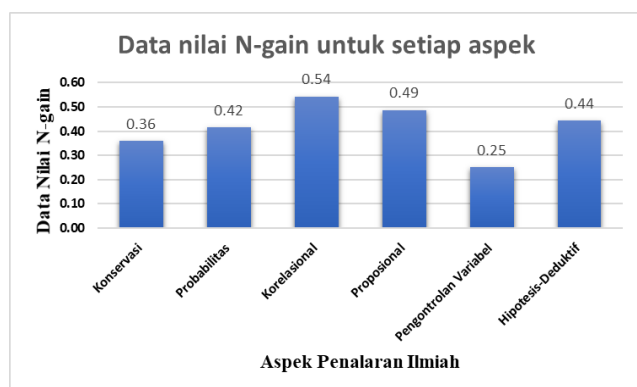
Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* per aspek ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram perbandingan nilai pretest dan posttest setiap aspek penalaran ilmiah

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat hasil analisis disini menunjukkan bahwa seluruh aspek penalaran ilmiah mengalami peningkatan pada skor *posttest* dibandingkan dengan peningkatan pada skor *pretest*. Pada aspek konservasi, rata-rata skor meningkat dari 20.37 pada *pretest* menjadi 49.07 pada *posttest*. Aspek probabilitas mengalami peningkatan dari 28,70 menjadi 58,33. Selanjutnya, aspek korelasional menunjukkan peningkatan dari 25,00 menjadi 65,74, sedangkan aspek proporsional meningkat dari 25,00 menjadi 61,57. Pada aspek pengontrolan variabel, rata-rata skor meningkat dari 22,22 menjadi 41,67. Sementara itu, aspek hipotesis-deduktif memperoleh rata-rata skor tertinggi, yaitu meningkat dari 45,14 pada *pretest* menjadi 69,44 pada *posttest*.

Sedangkan untuk capaian nilai *N-gain* untuk masing-masing aspek ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram capaian nilai *N-gain* setiap aspek penalaran ilmiah

Pada Gambar 3 hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh aspek penalaran ilmiah mengalami peningkatan dengan nilai *N-gain* yang bervariasi. Berdasarkan kriteria interpretasi *N-gain*, aspek korelasional termasuk dalam kategori sedang dengan peningkatan yang paling tinggi dibandingkan aspek lainnya. Aspek proporsional, hipotesis-deduktif, probabilitas, dan konservasi juga berada pada kategori sedang. Adapun aspek pengontrolan variabel berada pada kategori rendah.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar aspek penalaran ilmiah mengalami peningkatan pada kategori sedang setelah penerapan model pembelajaran. Penelitian ini mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan penalaran ilmiah siswa tidak terjadi secara merata pada setiap aspek, tetapi menunjukkan kecenderungan peningkatan yang positif.

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Maharani & Muna, (2025), yang menyatakan bahwa model PBM berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan bernalar ilmiah, dimana penerapan model PBM mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan memecahkan masalah yang kontekstual dan matematis dan melalui beberapa tahapan seperti identifikasi masalah, merumuskan hipotesis, mencari serta menganalisis informasi, hingga menarik kesimpulan, siswa memperoleh kesempatan untuk mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah, berpikir kritis, dan membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam.

Vanz & Blanca (2025), juga menegaskan bahwa penerapan model Pembelajaran Berbasis Masalah mampu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa, dimana model ini memfasilitasi siswa untuk mengembangkan kemampuan penalaran ilmiahnya

dibandingkan siswa yang belajar hanya menggunakan model pembelajaran konvensional. Selain itu Bariroh, (2025), menjelaskan bahwa penerapan pendekatan *deep learning* melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah karena siswa memperoleh pengalaman belajar yang bermakna melalui analisis, diskusi kelompok, dan eksplorasi konsep.

Meskipun penelitian tersebut berfokus pada pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah, karakteristik pembelajaran yang diterapkan sejalan dengan penelitian ini karena sama-sama menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses penyelidikan, penggunaan bukti, dan penarikan kesimpulan. Dengan demikian, kombinasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan pendekatan *deep learning* tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang mendukung berkembangnya kemampuan penalaran ilmiah siswa.

Temuan ini juga diperkuat oleh Firmansyah & Febrianto (2025), yang menyatakan bahwa Model Pembelajaran Berbasis Masalah memberikan kesempatan kepada siswa untuk menganalisis masalah, menghubungkan konsep dengan fenomena nyata, serta menyusun solusi berdasarkan bukti, sedangkan pendekatan *deep learning* membantu siswa membangun pemahaman yang lebih mendalam melalui pembelajaran yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*.

Melalui kombinasi kedua pendekatan tersebut, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga terlatih menggunakan penalaran ilmiah dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan materi suhu dan kalor. Penjelasan lebih rinci mengenai hasil dan pembahasan analisis peningkatan penalaran ilmiah setelah diterapkan model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan *Deep Learning* akan dibahas per aspek sebagai berikut.

Peningkatan Aspek Konservasi

Aspek konservasi merupakan kemampuan siswa untuk memahami bahwa suatu besaran atau sifat tertentu tetap sama meskipun mengalami perubahan bentuk, posisi, maupun tampilan (Lawson, 1978). Hasil rata-rata *pretest-posttest* dan peningkatan *N-gain* pada aspek konservasi ditunjukkan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8, aspek konservasi mengalami peningkatan dengan nilai *N-gain* sebesar 0,36 yang termasuk dalam kategori “sedang”. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa semakin mampu memahami prinsip kekekalan suatu besaran meskipun terjadi perubahan kondisi pada suatu fenomena fisika.

Aspek konservasi mengalami peningkatan setelah penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *Deep Learning*. Peningkatan tersebut

terjadi karena pada tahap penyelidikan siswa melakukan eksperimen dengan membandingkan sensasi suhu yang dirasakan melalui indera peraba dengan hasil pengukuran menggunakan termometer. Kegiatan ini membantu siswa memahami bahwa suhu merupakan besaran fisika yang harus ditentukan berdasarkan hasil pengukuran, bukan persepsi subjektif. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Arends, (2012), menyatakan bahwa tahap penyelidikan dalam Model Pembelajaran Berbasis Masalah mendorong siswa memperoleh pengetahuan melalui proses penyelidikan dan pemecahan masalah.

Tabel 8. Data N-gain aspek konservasi

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
Konservasi	20.37	49.07	0.36

Temuan penelitian ini sejalan dengan Ningrum dkk., (2024), melaporkan bahwa Model Pembelajaran Berbasis Masalah mampu meningkatkan kemampuan penalaran konservasi melalui kegiatan penyelidikan dan analisis fenomena. Selain itu, penerapan pendekatan *Deep Learning*, khususnya pada aspek *mindful learning* dan *joyful learning*, membantu siswa belajar secara reflektif, aktif, dan bermakna sehingga konsep lebih mudah dipahami (Suwandi dkk., 2024).

Hasil penelitian Bariroh (2025), juga menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *Deep Learning* melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah melalui keterlibatan aktif siswa dalam eksperimen, diskusi, dan eksplorasi konsep. Dengan demikian, keterpaduan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning* memberikan pengalaman belajar yang mendukung peningkatan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada aspek konservasi.

Peningkatan Aspek Probabilitas

Lawson (1978), menyebutkan bahwa probabilitas atau probabilistik merupakan suatu kemampuan seseorang dalam memperkirakan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa berdasarkan bukti. Hasil rata-rata *pretest-posttest* dan peningkatan N-gain pada aspek konservasi ditunjukkan pada Tabel 9.

Berdasarkan paparan data pada Tabel. 9, kemampuan penalaran ilmiah siswa pada aspek probabilitas mengalami peningkatan yang cukup konstan dengan perolehan nilai *N-gain* sebesar 0.42 dimana pencapaian tersebut masuk ke dalam kategori Sedang. Penalaran probabilistik sendiri diartikan sebagai kapasitas berpikir logis siswa dalam

memecahkan suatu permasalahan melalui analisis terhadap berbagai kemungkinan-kemungkinan skenario yang dapat terjadi (Antika & Wahyuni 2022).

Tabel 9. Data N-gain aspek probabilitas

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
Probabilitas	28.70	58.33	0.42

Peningkatan tersebut terjadi karena pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya siswa mengolah data hasil eksperimen ke dalam bentuk grafik, mendiskusikan kemungkinan terjadinya kesalahan apabila suhu ditentukan hanya berdasarkan indra peraba, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh. Kegiatan tersebut melatih siswa mempertimbangkan berbagai kemungkinan secara logis sebelum menarik kesimpulan, sehingga kemampuan penalaran probabilitas berkembang.

Hal ini sejalan dengan Arends, (2012), menyatakan bahwa tahap penyajian hasil memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengorganisasikan, mengevaluasi, dan mengomunikasikan hasil penyelidikan sebagai bagian dari proses pemecahan masalah.

Temuan ini didukung Antika & Wahyuni (2022), menunjukkan bahwa Model Pembelajaran Berbasis Masalah mampu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah, termasuk pada aspek probabilitas, melalui keterlibatan siswa dalam menganalisis masalah berdasarkan bukti. Selain itu, penerapan pendekatan *Deep Learning* melalui pembelajaran *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* mendorong siswa berpikir reflektif, menghubungkan hasil eksperimen dengan pengetahuan yang dimiliki, serta membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam (Fitriani & Santiani, 2025).

Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian Bariroh (2025), melaporkan bahwa pendekatan *Deep Learning* melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah melalui keterlibatan aktif siswa dalam penyelidikan, diskusi, dan eksplorasi konsep. Dengan demikian, keterpaduan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning* mendukung peningkatan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada aspek probabilitas.

Peningkatan Aspek Korelasional

Lawson (1978), menyatakan bahwa penalaran korelasional adalah kemampuan mengidentifikasi hubungan antara dua variabel atau lebih berdasarkan bukti yang diperoleh sehingga siswa mampu menjelaskan keterkaitan antarvariabel secara logis. Data

peningkatan aspek konservasi siswa secara jelas ditunjukkan oleh Tabel 10.

Tabel 10. Data N-gain aspek korelasional

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	N-gain
Korelasional	25.00	65.74	0.54

Merujuk pada Tabel 10, aspek korelasional menunjukkan peningkatan dengan nilai *N-gain* sebesar 0.54 yang tergolong dalam kategori Sedang. Aspek ini memperoleh persentase *N-gain* tertinggi di antara semua aspek penalaran ilmiah yang diuji. Antika & Wahyuni, (2022), menjelaskan bahwa penalaran korelasional merupakan kemampuan untuk menganalisis suatu permasalahan dengan memperhatikan hubungan sebab-akibat yang terjadi.

Aspek korelasional mengalami peningkatan karena selama pembelajaran siswa dilatih mengidentifikasi hubungan antarvariabel melalui kegiatan eksperimen dan simulasi *PhET*. Siswa menganalisis hubungan antara sensasi suhu dan hasil pengukuran termometer, perubahan suhu dengan gerak partikel, serta perpindahan kalor terhadap perubahan suhu berdasarkan data yang diperoleh. Aktivitas tersebut sejalan dengan tahap membimbing penyelidikan pada Model Pembelajaran Berbasis Masalah yang mendorong siswa mengamati, mengumpulkan data, menganalisis, dan menyusun kesimpulan berdasarkan bukti (Arends, 2012).

Temuan ini sejalan dengan Ningrum dkk., (2024), menjelaskan bahwa Model Pembelajaran Berbasis Masalah efektif meningkatkan kemampuan penalaran korelasional melalui kegiatan penyelidikan dan analisis hubungan sebab-akibat. Selain itu, penerapan pendekatan *Deep Learning* melalui pembelajaran *mindful* dan *joyful* membantu siswa mengamati fenomena secara reflektif, mengeksplorasi hubungan antarvariabel, serta membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam (Wijaya dkk., 2025). Hasil tersebut diperkuat oleh Firmansyah & Febrianto (2025), menunjukkan bahwa kombinasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan pendekatan *Deep Learning* menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna sehingga mendukung peningkatan kemampuan penalaran korelasional siswa.

Peningkatan Aspek Proporsional

Hasil rata-rata *pretest-posttest* dan peningkatan N-gain pada aspek konservasi ditunjukkan pada Tabel 11. Berdasarkan data pada Tabel 11, aspek proporsional memperoleh nilai *N-gain* sebesar 0.49 yang termasuk dalam kategori Sedang. Pencapaian ini menunjukkan bahwa siswa telah memiliki kemampuan yang baik

dalam memanipulasi hubungan rasio atau perbandingan matematika pada konsep fisika. Sejalan dengan hal tersebut, penalaran proporsional adalah kemampuan berpikir untuk menentukan sekaligus membandingkan rasio dari suatu fenomena.

Tabel 11. Data N-gain aspek proporsional

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	N-gain
Proporsional	25.00	61.57	0.49

Peningkatan penalaran ini terjadi karena selama pembelajaran siswa secara aktif membandingkan berbagai besaran melalui kegiatan eksperimen dan simulasi *PhET*. Siswa menganalisis hubungan antara perubahan suhu, gerak partikel, dan perubahan ukuran wadah, serta membandingkan karakteristik besi dan bata berdasarkan data hasil pengamatan. Aktivitas tersebut melatih siswa memahami hubungan perbandingan antarbesaran berdasarkan bukti empiris. Proses ini sejalan dengan tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya pada Model Pembelajaran Berbasis Masalah, yang mendorong siswa mengolah, membandingkan, dan mengomunikasikan hasil penyelidikan untuk membangun konsep secara mandiri (Arends, 2012).

Temuan ini juga didukung oleh Indriyani dkk., (2025), menyatakan bahwa Model Pembelajaran Berbasis Masalah berlandaskan teori konstruktivisme sehingga siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan interaksi selama pembelajaran. Hasil penelitian ini sejalan Ningrum dkk., (2024), menyatakan bahwa penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah mampu meningkatkan kemampuan penalaran proporsional. Selain itu, pendekatan *Deep Learning* melalui pembelajaran *mindful* dan *meaningful* membantu siswa menghubungkan hasil eksperimen dengan konsep ilmiah sehingga pemahaman menjadi lebih mendalam (Syafi'i & Darnaningsih, 2025). Dengan demikian, keterpaduan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan pendekatan *Deep Learning* mendukung peningkatan kemampuan penalaran proporsional siswa.

Peningkatan Aspek Pengontrolan Variabel

Pengontrolan variabel merupakan salah satu aspek penting dalam penalaran ilmiah karena menuntut siswa mampu mengidentifikasi, mengendalikan, dan membedakan setiap variabel yang terlibat dalam suatu penyelidikan ilmiah. Hasil rata-rata *pretest-posttest* dan peningkatan N-gain pada aspek konservasi ditunjukkan pada Tabel 12. Berdasarkan data pada Tabel 12, aspek pengontrolan variabel menunjukkan

perolehan *N-gain* yang paling rendah di antara seluruh aspek yang diteliti, yaitu hanya sebesar 0.25 dan masuk dalam kategori "Rendah".

Tabel 12. Data *N-gain* aspek pengontrolan variabel

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
Kontrol Variabel	22.22	41.67	0.25

Namun tetap menunjukkan peningkatan setelah penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *Deep Learning*. Peningkatan tersebut terjadi karena siswa dilatih mengidentifikasi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol sebelum melakukan eksperimen, kemudian menerapkannya dalam penyusunan langkah kerja dan pelaksanaan percobaan. Kegiatan ini sejalan dengan tahap mengorganisasi siswa untuk belajar pada Model Pembelajaran Berbasis Masalah yang membimbing siswa merencanakan penyelidikan secara sistematis (Arends, 2012). Selain itu, Indriyani dkk., (2025), menyatakan bahwa pembelajaran berbasis konstruktivisme mendorong siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan keterlibatan aktif dalam proses penyelidikan.

Meskipun mengalami peningkatan, capaian pada aspek ini lebih rendah dibandingkan aspek penalaran ilmiah lainnya karena kemampuan mengontrol variabel menuntut siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengidentifikasi, membedakan, dan mengendalikan beberapa variabel secara bersamaan ketika merancang maupun melaksanakan eksperimen. Selama pembelajaran masih ditemukan siswa yang kesulitan menentukan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol sehingga memerlukan bimbingan guru dalam menyusun rancangan percobaan. Kesulitan tersebut menyebabkan peningkatan kemampuan pengontrolan variabel belum seoptimal aspek lainnya.

Temuan ini sejalan dengan Lorensia dkk., (2024), Firdaus dkk., (2021), dan Yana dkk., (2021), yang menyatakan bahwa pengontrolan variabel merupakan salah satu aspek penalaran ilmiah yang paling sulit dikuasai siswa dan memerlukan latihan berkelanjutan. Penerapan pendekatan *Deep Learning* melalui pembelajaran *mindful* dan *meaningful* membantu siswa memahami fungsi setiap variabel melalui kegiatan perencanaan, diskusi, dan pelaksanaan eksperimen secara sistematis (Syafi'i & Darnaningsih, 2025). Dengan demikian, kategori rendah pada aspek ini lebih menunjukkan bahwa pengontrolan variabel merupakan keterampilan berpikir ilmiah yang kompleks dan membutuhkan latihan yang berulang, bukan bahwa pembelajaran yang diterapkan tidak efektif.

Peningkatan Aspek Hipotesis-Deduktif

Salah satu kemampuan yang berkembang selama proses pembelajaran adalah kemampuan menyusun hipotesis serta membuktikannya berdasarkan hasil eksperimen. Hasil rata-rata *pretest-posttest* dan peningkatan *N-gain* pada aspek konservasi ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Data *N-gain* aspek hipotesis-deduktif

Aspek penalaran ilmiah	Rata-rata		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
Hipotesis-Deduktif	45.14	69.44	0.44

Berdasarkan data pada Tabel 13, aspek penalaran hipotesis-deduktif mengalami peningkatan yang stabil dengan nilai *N-gain* sebesar 0.44 yang menempatkannya pada kategori Sedang. Penalaran hipotesis-deduktif merupakan tingkat kognitif tertinggi dalam *scientific reasoning*, yang didefinisikan sebagai kemampuan menguji dugaan sementara (hipotesis) dan menarik kesimpulan logis berdasarkan teori makro yang ada.

Aspek hipotesis-deduktif mengalami peningkatan karena selama pembelajaran siswa secara konsisten dilatih merumuskan masalah, menyusun hipotesis, menguji hipotesis melalui eksperimen, kemudian mengevaluasi kesesuaiannya berdasarkan data yang diperoleh. Pada setiap pertemuan, siswa menyusun dugaan awal terhadap fenomena suhu dan kalor, membuktikannya melalui eksperimen maupun simulasi *PhET*, lalu menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Aktivitas tersebut melatih siswa menggunakan proses berpikir ilmiah secara sistematis sesuai dengan karakteristik penalaran hipotesis-deduktif yang menekankan penyusunan dan pengujian hipotesis (Han, 2013).

Temuan ini sejalan dengan Wardani dkk., (2022), menyatakan bahwa penalaran ilmiah berkembang melalui kemampuan merumuskan hipotesis, melakukan penyelidikan, serta mengevaluasi hasil berdasarkan bukti. Proses tersebut difasilitasi oleh sintaks Model Pembelajaran Berbasis Masalah yang mengarahkan siswa menyelesaikan permasalahan melalui penyelidikan dan evaluasi hasil (Arends, 2012).

Hasil penelitian ini juga didukung oleh Ningrum dkk., (2024), peningkatan kemampuan penalaran hipotesis-deduktif setelah penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah. Selain itu, pendekatan *Deep Learning* mendorong siswa melakukan refleksi terhadap hasil penyelidikan sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam dan kemampuan penalaran hipotesis-deduktif semakin berkembang Adnyana (2024).

Efektivitas model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan Deep Learning untuk Meningkatkan Penalaran Ilmiah

Uji Prasyarat

Uji Normalitas

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui efektivitas model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep learning* terhadap kemampuan penalaran ilmiah siswa, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas yang bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak sehingga dapat menentukan jenis uji statistik yang sesuai. Mengingat jumlah sampel kurang dari 50 responden ($N = 36$), maka uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena dinilai lebih tepat dan memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi normalitas data pada ukuran sampel kecil (Isnaini dkk., 2025). Pengujian ini dapat dilakukan dengan bantuan program *IBM SPSS Statistics for Windows*. Hasil uji normalitas pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Data Uji Normalitas

	Statistik	Df	Sig.	Keterangan
<i>Pretest</i>	0.934	36	0.033	Tidak terdistribusi normal ($p < 0.05$)
<i>Posttest</i>	0.949	36	0.100	Berdistribusi normal ($p > 0.005$)

Berdasarkan Tabel 14, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *pretest* memiliki *sig.* sebesar 0.033, karena nilai *sig.* tersebut lebih kecil dari <0.05 maka data *pretest* ditolak dan tidak terdistribusi normal. Sementara itu, untuk data *posttest* menunjukkan nilai *sig.* 0.100, karena nilai ini lebih besar dari >0.05 maka data *posttest* dinyatakan berdistribusi normal. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Isnaini dkk., (2025) yang menegaskan bahwa uji *Shapiro-Wilk* merupakan uji yang paling umum digunakan dengan memberikan nilai bawah jika > 0.05 , maka tidak ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal, begitu juga jika *sig.* <0.05 maka hipotesis satu ditolak dan dikatakan tidak berdistribusi normal. Akibat tidak terpenuhinya asumsi normalitas pada data *pretest*, maka pengujian hipotesis tidak dapat menggunakan statistik parametrik dan harus dilanjutkan menggunakan pengujian non-parametrik melalui uji *Wilcoxon Signed Rank Test*.

Uji Hipotesis

Uji *Wilcoxon* ini bertujuan untuk menjawab hipotesis dalam penelitian dikarenakan data tidak

berdistribusi normal (Ulya dkk., 2025). Data hasil perhitungan *Rank* uji *Wilcoxon* ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Data hasil uji Wilcoxon

	N	Mean ranks	Sum of ranks
<i>Negative ranks</i>	0	0.00	0.00
<i>Positive ranks</i>	36	18.50	666.00
<i>Ties</i>	0		
<i>Total</i>	36		

Untuk melihat apakah perbedaan tersebut signifikan atau tidak, maka dilakukan analisis terhadap nilai *Z* dan nilai *asympt.Sig. (2-tailed)* seperti ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai statistik Uji (Test Statistics) wilcoxon

Parameter Statistik	Hasil pengujian
<i>Z</i>	-5.242
<i>asympt.Sig. (2-tailed)</i>	0.000

Berdasarkan Tabel 16 diperoleh nilai *Z* sebesar -5.242 dengan signifikansi *asympt.Sig. (2-tailed)* sebesar 0.000. Oleh karena itu nilai signifikansi jauh lebih kecil dari 0.05 ($0.000 < 0.05$), maka keputusan uji statistik ini adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Efektivitas tersebut tidak hanya ditunjukkan oleh hasil uji statistik, tetapi juga oleh proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan penyelidikan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh (Arends, 2012). Pendekatan *Deep Learning* yang menekankan pembelajaran *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* turut memperkuat pemahaman konseptual sehingga siswa mampu mengembangkan penalaran ilmiah secara lebih mendalam oleh (Fitriani & Santiani, 2025).

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Ningrum dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah mampu Selaras dengan hasil tersebut, Firmansyah & Febrianto (2025), menemukan bahwa integrasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning* menciptakan pembelajaran yang lebih *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, sehingga meningkatkan pemahaman konseptual serta keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Kesesuaian hasil penelitian terdahulu dengan temuan penelitian ini memperkuat bahwa kombinasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan pendekatan *Deep Learning* efektif dalam mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah siswa.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian menggunakan desain *pre-experimental* dengan model *one-group pretest-posttest* sehingga belum melibatkan kelompok kontrol sebagai pembandingan dalam menguji efektivitas perlakuan. Selain itu, penelitian hanya melibatkan 36 siswa dari satu kelas di salah satu SMA Negeri di Bandung sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Penelitian ini juga hanya dilakukan pada materi suhu dan kalor sehingga efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi fisika lainnya masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol, jumlah sampel yang lebih besar, serta cakupan materi yang lebih beragam agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih kuat.

Kesimpulan

Penerapan model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) dengan pendekatan *Deep Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada materi suhu dan kalor. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan skor rata-rata penalaran ilmiah dari 28,31 menjadi 58,61 dengan nilai *N-gain* sebesar 0,43 (kategori sedang), serta hasil uji Wilcoxon yang menunjukkan peningkatan tersebut signifikan ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi PBM dengan pendekatan *Deep Learning* mampu memfasilitasi pengembangan penalaran ilmiah siswa dan dapat menjadi alternatif pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada pihak sekolah, guru, dan siswa atas bantuan, arahan, dan kerja sama yang telah diberikan.

Referensi

- Antika, I. A., & Wahyuni, D. (2022). Pengaruh Model Problem-Based Learning Disertai LKPD Berbasis Multirepresentasi pada Pembelajaran IPA Terhadap Scientific Reasoning Skills Siswa SMP. 12, 97-104. <https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.226>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (Tenth Edition).
- Ariadi, P., Dinata, C., Lukas, R., Hartanto, T. J., & Sari, D. K. (2025). Scientific Reasoning Ability of High School Students in Palangka Raya in Physics Learning. 12(5), 1438-1452.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L., & Wu, N. (2009). *Learning and Scientific Reasoning*. January, 586-587.
- Bariroh, A. (2025). Pengaruh Pendekatan Deep Learning Melalui Model Problem Based Learning Terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah. 3(2), 148-156.
- Fatmawaty. (2024). *Deep Learning : Sebuah Pendekatan untuk Pembelajaran Bermakna*.
- Firmansyah, M. B., & Febrianto, P. T. (2025). Pengaruh Problem Based Learning dengan Pendekatan Deep Learning terhadap Pemahaman Siswa Kelas III Materi Tata Tertib di Sekolah Dasar. 10(1), 124-134.
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis Literatur: Pendekatan Pembelajaran Deep Learning Dalam Pendidikan. Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU), 2(3), 50-57. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i3.4357>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hrouzková, T., & Richterek, L. (2021). Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning At Entrance University Level. 74-85. <https://doi.org/10.33225/balticste/2021.74>
- Isnaini, M., Afgani, M. W., Haqqi, A., & Azhari, I. (2025). Teknik Analisis Data Uji Normalitas. 4(2), 1377-1384.
- Kamaluddin, Sani, N. K., Darmadi, I. W., & Nurgan. (2023). Analysis of Students Scientific Reasoning Ability and the Correlation to Students Cognitive Ability in Physics Learning. 9(11), 10173-10179. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5657>
- Laili, A. N., & Diantoro, M. (2021). Ragam Kesulitan Siswa SMA dalam Menguasai Suhu dan Kalor. 6(1), 20-26.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24. <https://doi.org/10.1002/tea.3660150103>
- Lawson, A. E. (2000). Classroom Test of Scientific Reasoning. Revised Edition *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24. <http://www.public.asu.edu/~anton1/AssessArticles/Assessments/MathematicsAssessments/ScientificReasoningTest.pdf>
- Maharani, D. R., & Muna, K. (2025). Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning Keterampilan Berpikir Ilmiah dan Hasil Belajar Siswa terhadap student-centered yang berfokus pada penggunaan masalah nyata sebagai konteks untuk belajar. 4(1), 24-33. <https://doi.org/10.18592/ak.v4i1.14546>

- Mansur, J. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 4 Halmahera.\, 1(November), 20–26. <http://digilib.unkhair.ac.id/2605/3/BAB I.pdf>
- Musliman, A., & Kasman, U. (2022). Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing untuk Melatih. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 02(01), 48–53.
- Ningrum, T. W., & , Rif'ati Dina Handayani, M. (2024). Investigasi Kemampuan Bernalar Ilmiah Siswa Melalui Implementasi Model Problem Based Learning pada Materi Fluida Statis. 12(1), 68–80.
- Nisa, P. K., Makida, Z., Liana, N., Ernasari, Mahardika, I. K., & Handono, S. (2024). Peran Pembelajaran Fisika dalam Transformasi Sains dan Teknologi. 7(1). <https://doi.org/10.31605/phy.v7i1.3410>
- Pramana, R. D., Kirana, A., & Indahwati, F. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik SMA Negeri 9 Surabaya. 5.
- Pratiwi, I., & Alberida, H. (2021). Students' Scientific Reasoning At SMA Adabiah Padang. Vol 24, No.
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian pendidikan : kuantitatif, kualitatif, kombinasi, R&D dan penelitian tindakan (3rd ed.). ALFABETA, cv.
- Susetyo, B. (2017). Statistika Untuk Analisis Data Penelitian. Refika Aditama.
- Suwandi, Putri, R., & Sulastri. (2024). Inovasi Pendidikan dengan Menggunakan Model Deep Learning di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik*, 2(2), 69–77. <https://doi.org/10.61476/186hvh28>
- Ulya, N., Pritasari, A. C., & Madura, U. T. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Hasil Belajar Kognitif pada Mata Pelajaran IPAS Siswa Kelas VI SDN Bandungrejo 1. 3(1).
- Vanz, G., & Blancia, V. (2025). Improving scientific reasoning skills of STEM students using problem-based learning approach.