

**PENGARUH PENDEKATAN *DEEP LEARNING* BERBANTUAN *SCAFFOLDING*
TERHADAP BEBAN KOGNITIF DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK
PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Puteri Aullia Fauziyah*, Universitas Negeri Yogyakarta
Ismail Fikri Natadiwijaya, Universitas Negeri Yogyakarta
*e-mail: puteriaulliafauziyah04@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif peserta didik pada materi suhu dan kalor; (2) mengetahui pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis *quasi experimental design* menggunakan desain *nonequivalent control group design*. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 3 Depok. Sampel penelitian terdiri atas kelas VII A sebagai kelas kontrol dan kelas VII C sebagai kelas eksperimen yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket beban kognitif, serta tes hasil belajar berupa *pretest* dan *posttest*. Validitas instrumen dilakukan melalui validasi ahli dan uji empiris untuk mengetahui validitas serta reliabilitas instrumen. Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data beban kognitif berdistribusi normal dan homogen sehingga dianalisis menggunakan *independent sample t-test*, sedangkan data hasil belajar tidak berdistribusi normal tetapi homogen sehingga dianalisis menggunakan *Mann Whitney U test*. Uji *effect size* menggunakan *Cohen's d* dan *effect size r* dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai signifikansi $<0,001$ pada variabel beban kognitif dan $0,002$ pada hasil belajar. Analisis *effect size* menunjukkan pengaruh sangat kuat terhadap beban kognitif dengan nilai $d=5,13$ dan pengaruh sedang terhadap hasil belajar berdasarkan nilai *effect size r* = $0,386$ yang diperoleh dari nilai *Z* dan jumlah sampel. Pada variabel hasil belajar, nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen (88,06) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (80,31). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* berpengaruh signifikan dalam menurunkan beban kognitif dan meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor.

Kata Kunci: *beban kognitif, deep learning, hasil belajar, suhu dan kalor.*

Abstract. This study aims to: (1) determine the effect of the scaffolding-assisted deep learning approach on students' cognitive load on temperature and heat material; (2) determine the effect of the scaffolding-assisted deep learning approach on students' learning outcomes on temperature and heat material. This study is a quantitative study with a quasi-experimental design using a nonequivalent control group design. The study was conducted at SMP Negeri 3 Depok. The research sample consisted of class VII A as the control class and class VII C as the experimental class selected using a purposive sampling technique. Data were collected through observation sheets on learning implementation, cognitive load questionnaires, and learning outcome tests in the form of pretests and posttests. Instrument validity was carried out through

expert research and empirical tests to determine the validity and reliability of the instrument. The results of the prerequisite test showed that the data were normally distributed and homogeneous. Hypothesis testing was carried out using the independent t-test and Mann Whitney U test to determine the mean differences between classes, while the effect size test (Cohen's d) and effect size r were used to determine the magnitude of the treatment effect. The results showed a significant difference between the experimental and control classes, with a significance value of <0.001 for the cognitive load variable and 0.002 for learning outcomes. Effect size analysis showed a strong influence on cognitive load with a d value of 5.13. For learning outcomes, the average posttest score for the experimental class (88.06) was higher than that of the control class (80.31). Therefore, it can be concluded that the implementation of the scaffolding-assisted deep learning approach had a significant, strong effect on cognitive load and a moderate, significant effect on student learning outcomes.

Keywords: *cognitive load, deep learning, learning outcomes, temperature and heat.*

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran penting dalam mengembangkan kualitas sumber daya manusia melalui proses pembelajaran yang mampu membentuk kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan analisis peserta didik. Pembelajaran IPA di sekolah tidak hanya bertujuan memberikan pengetahuan konseptual, tetapi juga membangun pemahaman ilmiah dan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Namun, pada kenyataannya proses pembelajaran IPA di sekolah masih banyak didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru sehingga peserta didik cenderung pasif dan hanya berfokus pada hafalan konsep. Pembelajaran seperti ini menyebabkan peserta didik kurang terlibat aktif dalam proses membangun pengetahuan dan mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak dan kompleks. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis serta kurang optimalnya hasil belajar peserta didik (Maruhawa, 2025).

Dalam implementasi Kurikulum Merdeka, pembelajaran diharapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, menyenangkan, dan berpusat pada peserta didik. Guru diberikan keleluasaan untuk memilih pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik agar proses belajar tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan kemampuan berpikir mendalam (Febrianti et al, 2024). Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih sering dilakukan secara teoritis dan kurang melibatkan peserta didik dalam proses eksplorasi konsep. Akibatnya, peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam memahami materi secara utuh, terutama pada materi yang memiliki karakteristik abstrak dan membutuhkan kemampuan penalaran yang tinggi (Jamilah, 2024).

Salah satu materi IPA yang sering dianggap sulit oleh peserta didik adalah materi suhu dan kalor. Materi ini memuat konsep-konsep abstrak dan saling berkaitan, seperti suhu, kalor,

kapasitas kalor, perubahan suhu, dan perpindahan kalor. Idealnya, pembelajaran suhu dan kalor tidak hanya menekankan pada penggunaan rumus, tetapi juga membantu peserta didik memahami hubungan antar konsep serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Simanjuntak, 2024). Namun berbagai penelitian menunjukkan bahwa masih banyak peserta didik mengalami miskonsepsi pada materi suhu dan kalor, terutama dalam membedakan konsep suhu dan kalor serta memahami mekanisme perpindahan kalor. Kesulitan tersebut disebabkan oleh metode pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak secara lebih konkret (Kapul dkk, 2023).

Kesulitan peserta didik dalam memahami materi suhu dan kalor berkaitan erat dengan tingginya beban kognitif yang dialami selama proses pembelajaran. Beban kognitif merupakan usaha mental yang digunakan peserta didik dalam memproses informasi pada memori kerja yang memiliki kapasitas terbatas. Jika informasi yang diterima terlalu kompleks dan tidak disajikan secara terstruktur, maka kapasitas memori kerja peserta didik akan terbebani sehingga proses pembelajaran menjadi kurang efektif. Beban kognitif yang berlebihan dapat menyebabkan peserta didik kesulitan memahami konsep, mengalami miskonsepsi, serta memperoleh hasil belajar yang rendah (Sweller et al, 2011). Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu membantu peserta didik mengelola informasi secara lebih terarah agar beban kognitif yang tidak relevan dapat dikurangi dan proses pembelajaran lebih optimal (Astutik, 2024).

Salah satu pendekatan yang dinilai sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 adalah pendekatan *deep learning*. Pendekatan *deep learning* menekankan pada pemahaman konsep secara mendalam melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar. Dalam pendekatan ini, peserta didik didorong untuk memahami, menghubungkan, menerapkan, dan merefleksikan konsep dipelajari sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Khotimah, 2025). Deep learning juga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah karena peserta didik tidak hanya menghafal informasi, tetapi memahami makna konsep secara utuh (Fitriani, 2025). Namun, penerapan pendekatan deep learning pada materi yang kompleks seperti suhu dan kalor masih dapat menimbulkan beban kognitif yang tinggi apabila tidak didukung dengan strategi pembelajaran yang tepat (Jamilah, 2024).

Untuk membantu peserta didik memahami konsep secara bertahap dan mengurangi beban kognitif, diperlukan bantuan belajar berupa *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan pemberian bantuan sementara dan terstruktur kepada peserta didik agar mampu menyelesaikan tugas atau memahami konsep yang berada pada zona perkembangan

proksimalnya (Basir et al., 2020). Bantuan tersebut dapat berupa pertanyaan penuntun, langkah kerja sistematis, contoh penyelesaian masalah, maupun arahan dalam menarik kesimpulan. Seiring meningkatnya kemampuan peserta didik, bantuan tersebut dikurangi secara bertahap hingga peserta didik mampu belajar secara mandiri (Saifurrisal, 2023). Penggunaan *scaffolding* dalam pembelajaran IPA dinilai efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak dan mengurangi beban kognitif ekstrinsik yang muncul akibat penyajian materi yang kurang terstruktur (Astutik, 2024).

Pengintegrasian pendekatan deep learning berbantuan *scaffolding* dipandang mampu menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna dan efektif pada materi suhu dan kalor. Pendekatan deep learning mendorong peserta didik aktif membangun pemahaman konsep, sedangkan *scaffolding* membantu peserta didik memproses informasi secara bertahap sesuai kapasitas memori kerja. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berpotensi meningkatkan hasil belajar peserta didik, tetapi juga membantu mengoptimalkan beban kognitif selama proses pembelajaran berlangsung. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif dan hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya membahas deep learning atau scaffolding secara terpisah dan belum mengintegrasikan keduanya dalam pembelajaran IPA (Jamilah, 2024; Astutik, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai “Pengaruh Pendekatan *Deep Learning* Berbantuan *Scaffolding* terhadap Beban Kognitif dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Suhu dan Kalor”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif dan hasil belajar peserta didik sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif strategi pembelajaran IPA yang lebih efektif, bermakna, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMP.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasi eksperiment*) dengan desain *non-equivalent control group design*. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 3 Depok pada bulan November 2025. Populasi penelitian adalah peserta didik kelas VII SMP Negeri 3 Depok yang terbagi menjadi kelas VII A – VII D. Sampel yang digunakan terdiri dari dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas VII C sebagai kelas eksperimen dan kelas VII A sebagai kelas kontrol. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding*

untuk kelas eksperimen dan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding* untuk kelas kontrol. Variabel terikat yang digunakan adalah beban kognitif dan hasil belajar peserta didik. Variabel kontrol meliputi pengajar (mahasiswa yang melakukan penelitian), materi pembelajaran (suhu dan kalor), level kelas peserta didik (kelas VII), jam pembelajaran, instrumen penelitian (lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, soal pretest, soal posttest, dan angket beban kognitif) yang digunakan untuk mengukur hasil penelitian.

Tabel 1. Desain Penelitian *Non-equivalent Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Kontrol	O ₁	X ₁	O ₂
Eksperimen	O ₃	X ₂	O ₄

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket beban kognitif, dan hasil belajar (soal *pretest* dan *posttest*). Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, uji homogenitas, uji normalitas, uji *independent sample t-test*, *mann whitney u test*, *effect size (Cohen's d)*, dan *effect size r* Nilai Z. Analisis persentase keterlaksanaan pembelajaran diperoleh dengan menghitung persentase skor yang didapatkan dari hasil pengamatan observer pada lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran pendekatan *deep learning* selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Kemudian, persentase hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pendekatan *deep learning* diklasifikasikan ke dalam kategori penilaian berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Agip, dkk (2009:41).

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini diawali dengan pelaksanaan uji prasyarat yang mencakup uji normalitas dan uji homogenitas data. Uji normalitas data menggunakan jenis uji *shapiro-wilk* karena jumlah sampel kecil, khususnya kurang dari 50 responden. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sedangkan data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi uji homogenitas lebih besar dari 0,05. Berdasarkan hasil uji prasyarat, data beban kognitif menunjukkan distribusi normal dan homogen sehingga pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji parametrik yaitu *independent sample t-test*. Selanjutnya, analisis *effect size* menggunakan rumus *Cohen's d* dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh pendekatan *deep laerning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif peserta didik. Sementara itu, data hasil belajar menunjukkan bahwa salah satu asumsi uji parametrik tidak terpenuhi sehingga analisis hipotesis dilakukan menggunakan uji *non-parametrik* yaitu *Mann Whitney U Test* sebagai alternatif dari uji parametrik. Penggunaan uji ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil

belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selanjutnya, dilakukan analisis *effect size r* berdasarkan nilai *Z* untuk mengetahui besarnya pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan Ke-	Persentase Keterlaksanaan (%)	
	Kelas Kontrol (VII A)	Kelas Eksperimen (VII C)
1	100	100
2	90	95
Rata - rata	95	97,5
Kategori	Sangat Baik	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 2, hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran kelas kontrol menunjukkan rata - rata persentase sebesar 95 %, sedangkan kelas eksperimen menunjukkan rata - rata persentase sebesar 97,5 %. Oleh karena itu, analisis keterlaksanaan pembelajaran dalam tabel tersebut menunjukkan bahwa rata-rata keterlaksanaan pembelajaran kelas kontrol yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding* dan kelas eksperimen yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* berada dalam kategori sangat baik.

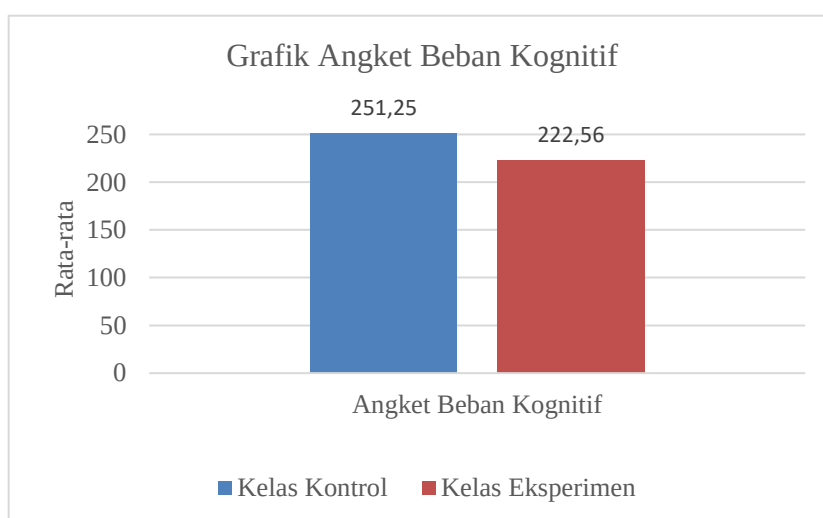
Hasil Analisis Data Angket Beban Kognitif

Berdasarkan Tabel 3, hasil data ini menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki beban kognitif yang lebih ringan dibandingkan kelompok kontrol. Hasil analisis nilai rerata angket beban kognitif dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 3. Data Hasil Angket Beban Kognitif

Deskripsi	Kelas Kontrol (VII A)	Kelas Eksperimen (VII C)
Skor Terendah	243	212
Skor Tertinggi	260	229
Rata-Rata	251,25	222,56

Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata skor beban kognitif kelas kontrol sebesar 251,25 sedangkan kelas eksperimen sebesar 222,56. Perbedaan yang ada diketahui dari nilai rata-rata yang lebih rendah pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar menggunakan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* merasakan beban kognitif yang lebih ringan dibandingkan dengan peserta didik yang belajar tanpa berbantuan *scaffolding*. Selisih skor antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yaitu 28,69.



Gambar 1. Diagram Nilai Rata-Rata Angket Beban Kognitif

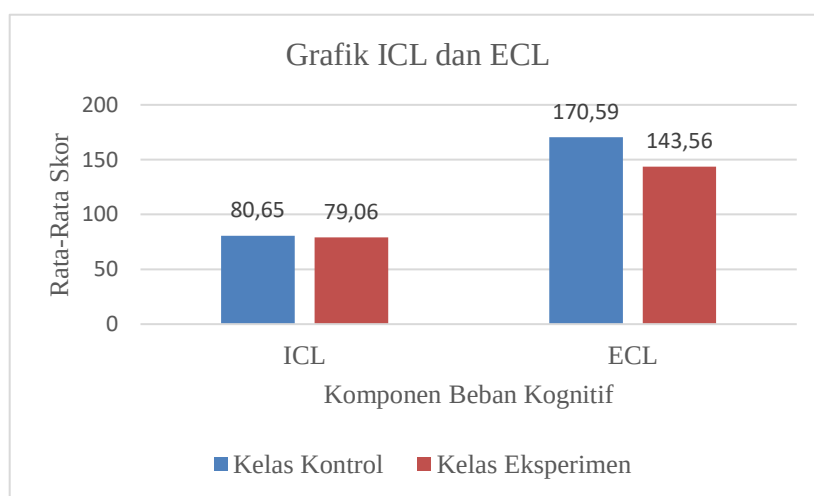
Berdasarkan Tabel 4, hasil data ini menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki nilai ICL & ECL yang lebih ringan dibandingkan kelompok kontrol. Hasil analisis nilai rerata angket beban kognitif ICL & ECL dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 4. Data Hasil ICL & ECL Beban Kognitif

Deskripsi	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	ICL	ECL	ICL	ECL
Skor Terendah	77	166	75	139
Skor Tertinggi	84	175	83	148
Rata-Rata	80,65	170,59	79,06	143,5

Gambar 2 menunjukkan bahwa pendekatan *deep laerning* berbantuan *scaffolding* mampu mengurangi beban kognitif peserta didik, terutama pada aspek *intrinsic cognitive load* (ICL) maupun *extraneous cognitive load* (ECL). Hal ini diperoleh bahwa rata-rata skor beban kognitif pada aspek *intrinsic cognitive load* (ICL) kelas kontrol sebesar 80,65 sedangkan pada kelas eksperimen 79,06. Kemudian rata-rata skor beban kognitif pada aspek *extraneous*.

cognitive load (ECL) kelas kontrol sebesar 170,59 sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 143,56, dimana rata-rata ICL dan ECL kelas eksperimen lebih rendah dibandingkan kelas kontrol. Penurunan ECL menunjukkan bahwa *scaffolding* efektif dalam mengurangi beban kognitif yang tidak relevan melalui pemberian bantuan bertahap dan pembelajaran yang terstruktur, sedangkan perbedaan ICL yang relative kecil mengindikasikan bahwa kompleksitas materi tetap menjadi faktor utama, namun dapat dikelola dengan lebih baik pada kelas eksperimen.



Gambar 2. Diagram Nilai Rata-Rata Angket Beban Kognitif

Hasil Analisis Data Hasil Belajar (*Pretest*)

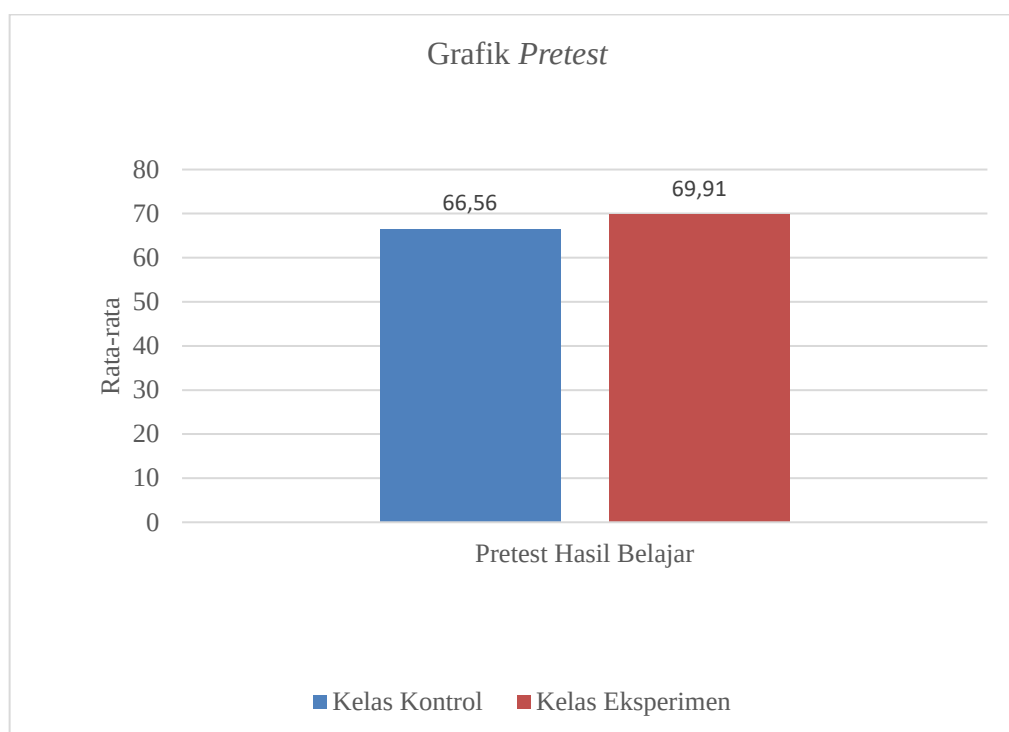
Hasil analisis data skor *pretest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Data Skor *Pretest*

Aspek	Kelas Kontrol (VII A)	Kelas Eksperimen (VII C)
Nilai Maksimum	76	88
Nilai Minimum	35	35
Rata-Rata	66,56	69,91
Nilai Tengah	70	70
Std. Deviation	12,49	13,44

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pretest* kelas kontrol sebesar 66,56, sedangkan nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 69,91. Nilai ini mengindikasikan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal yang relatif rendah, rendahnya hasil *pretest* disebabkan oleh karakteristik materi suhu dan kalor yang bersifat abstrak dan saling terkait,

menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan sering kali sulit dipahami oleh peserta didik jika hanya disampaikan secara verbal.



Gambar 3. Diagram Nilai Pretest

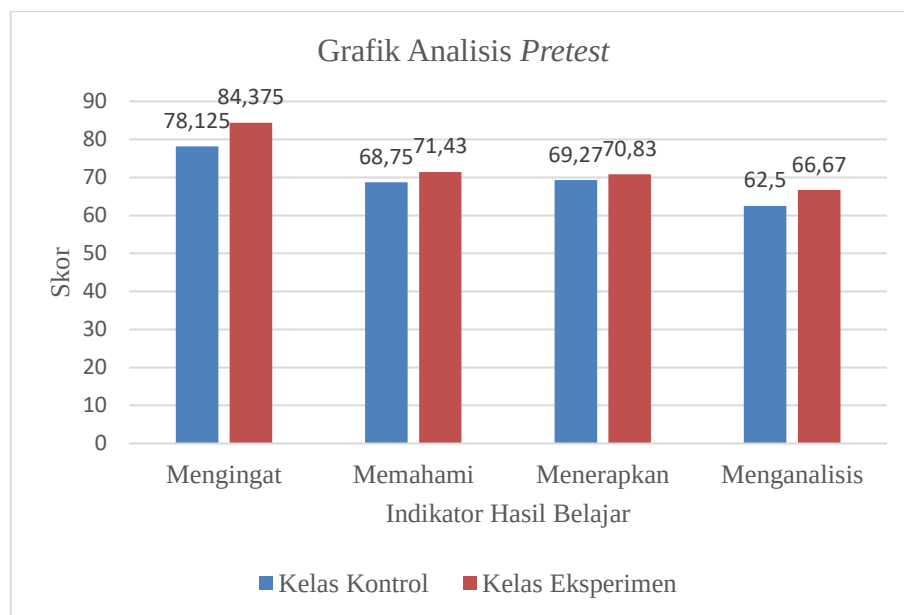
Hasil Analisis Indikator *Pretest*

Pretest disusun berdasarkan indikator hasil belajar yang mencakup empat ranah kognitif, yaitu mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4). Tes berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 17 butir dengan empat opsi jawaban dan setiap soal telah disesuaikan dengan materi IPA kelas VII SMP pada topik suhu dan kalor. Hasil analisis indikator *pretest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Indikator *Pretest*

No	Indikator	Jumlah Soal	Presentase (%)	
			Kontrol	Eksperimen
1	Mengingat	1	78,125	84,375
2	Memahami	7	68,75	71,43
3	Menerapkan	6	69,27	70,83
4	Menganalisis	3	62,5	66,67

Gambar 4 menunjukkan bahwa adanya perbedaan nilai rata-rata antara kelas kontrol dan kelas eksperimen pada setiap indikator hasil belajar kognitif. Namun perbedaan tersebut tidak terlalu mencolok dan kedua kelas masih berada pada kategori kemampuan yang rendah.



Gambar 4. Diagram Nilai Pretest

Hasil Analisis Data Hasil Belajar (*Posttest*)

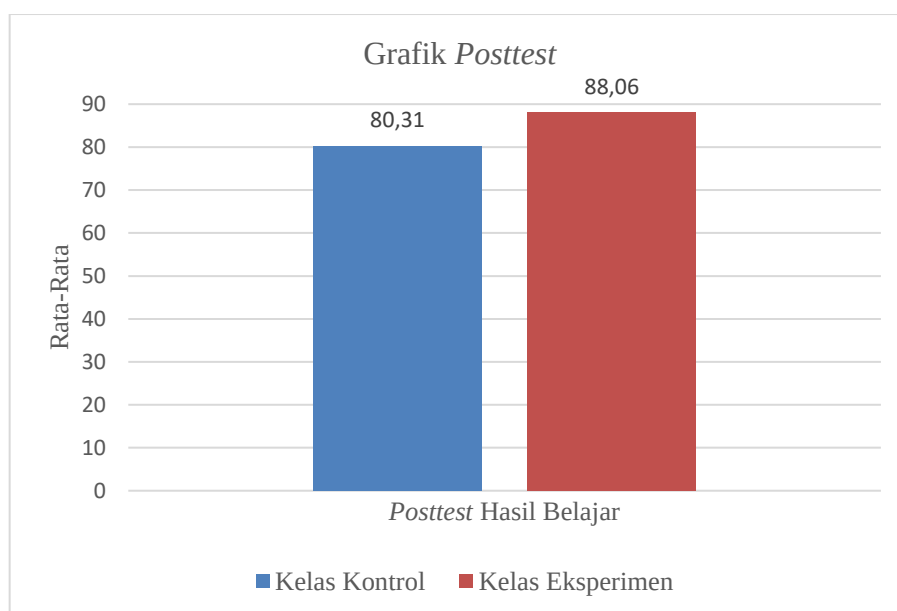
Hasil analisis data skor *posttest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Data Skor Pretest

Aspek	Kelas Kontrol (VII A)	Kelas Eksperimen (VII C)
Nilai Maksimum	88	100
Nilai Minimum	53	53
Rata-Rata	80,31	88,06
Nilai Tengah	88	88
Std. Deviation	10,64	11,27

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata pretest kelas kontrol sebesar 80,31, sedangkan nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 88,06. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar pada kedua kelas setelah diberikan perlakuan, namun peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan hasil tersebut mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan *deep learning*

berbantuan *scaffolding* memberikan dampak yang lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan pembelajaran *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding*.



Gambar 5. Diagram Nilai *Posttest*

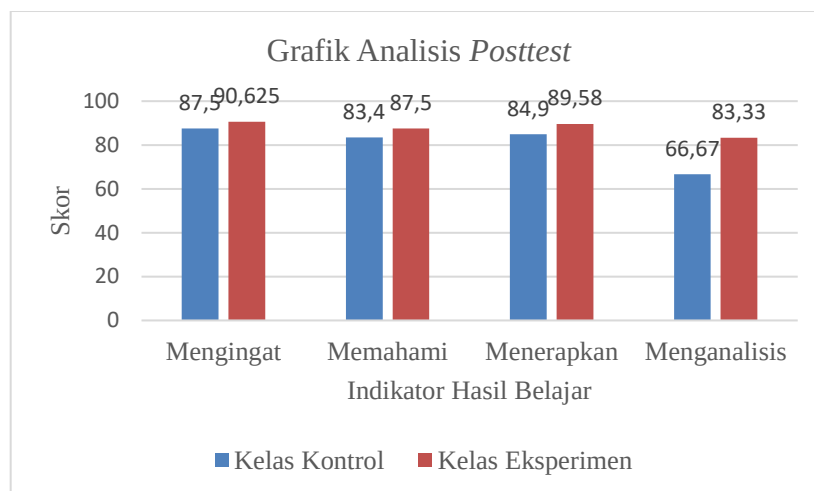
Hasil Analisis Indikator *Posttest*

Posttest disusun berdasarkan indikator hasil belajar yang mencakup empat ranah kognitif, yaitu mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4). Tes berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 17 butir dengan empat opsi jawaban dan setiap soal telah disesuaikan dengan materi IPA kelas VII SMP pada topik suhu dan kalor. Hasil analisis indikator *pretest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Indikator *Posttest*

No	Indikator	Jumlah Soal	Presentase (%)	
			Kontrol	Eksperimen
1	Mengingat	1	87,5	90,625
2	Memahami	7	83,04	87,5
3	Menerapkan	6	84,90	89,58
4	Menganalisis	3	66,67	83,33

Gambar 6 menunjukkan *posttest* hasil belajar terlihat bahwa pencapaian hasil belajar pada kelas eksperimen secara konsisten lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada semua indikator kognitif.



Gambar 6. Diagram Nilai Pretest

Hasil Uji Hipotesis Data Hasil Beban Kognitif

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data yang digunakan sudah berdistribusi normal dan homogen. Kemudian, perbedaan beban kognitif peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat diketahui melalui uji hipotesis *independent sample t-test*. Kemudian, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pendekatan *deep learning* pada kelas eksperimen dilakukan uji *Cohen's d effect size*. Adapun hasil dari uji *independent sample t-test* dan uji *Cohen's d effect size* pada keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji *independent sample t-test* dan Uji *Cohen's d effect size*

Variabel	Uji <i>independent sample t-test</i>	Uji <i>Cohen's d effect size</i>
Beban Kognitif	<0,001	5,13

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa hasil uji *independent sample t-test* beban kognitif sebesar $<0,001 < 0,05$ sehingga terdapat perbedaan beban kognitif peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kemudian, berdasarkan hasil uji *Cohen's d effect size* sebesar 5,13 dapat disimpulkan bahwa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kategori sangat kuat terhadap beban kognitif. Nilai ini menunjukkan bahwa perbedaan yang ditemukan tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara praktis, artinya penggunaan scaffolding memberikan dampak nyata terhadap penurunan beban kognitif peserta didik.

Hasil Uji Hipotesis Hasil Belajar (*Pretest*)

Sebelum dilakukan uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat, dapat dinyatakan data hasil *pretest* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak berdistribusi normal ($\text{Sig} < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa sebaran data tidak mengikuti distribusi normal sehingga asumsi uji

parametrik (normalitas) tidak terpenuhi, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji statistik nonparametrik, yaitu *Mann-Whitney U Test*. Adapun hasil dari uji *mann whitney u test* dan uji *effect size r* pada pretest hasil belajar dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji mann whitney u test dan Uji effect size r

Variabel	Uji mann whitney u test	Uji effect size r
Hasil Belajar (<i>Pretest</i>)	0,027	0,278

Berdasarkan Tabel 10, dapat diketahui bahwa hasil uji *mann whitney u test* sebesar $0,027 < 0,05$ sehingga terdapat perbedaan *pretest* hasil belajar peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dengan demikian terdapat pengaruh yang signifikan pada pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik. Besarnya pengaruh tersebut juga diperkuat melalui hasil *effect size r* yang diperoleh dari nilai Z pada uji *Mann-Whitney U Test*. Kemudian, berdasarkan hasil uji *effect size r* sebesar 0,278 dapat disimpulkan bahwa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kategori kecil-sedang (cenderung kecil) terhadap *pretest* hasil belajar.

Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan awal hasil belajar kognitif antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal penelitian, kedua kelompok belum sepenuhnya memiliki kondisi yang setara, meskipun selisih yang terjadi tidak terlalu besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan awal peserta didik pada kedua kelompok sebelum diterapkannya pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding*.

Selanjutnya, temuan ini juga menegaskan bahwa perbedaan yang muncul masih mencerminkan kondisi awal peserta didik, sehingga belum dapat dihubungkan dengan pengaruh perlakuan pembelajaran yang diberikan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan pada data *posttest* untuk memperoleh gambaran yang lebih tepat mengenai pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik.

Hasil Uji Hipotesis Hasil Belajar (*Posttest*)

Sebelum dilakukan uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat, dapat dinyatakan data hasil *posttest* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak berdistribusi normal ($\text{Sig} < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa sebaran data tidak mengikuti distribusi normal sehingga asumsi uji parametrik tidak terpenuhi. Namun demikian, hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa varians kedua kelompok adalah homogen ($\text{Sig} > 0,05$). Hal ini berarti bahwa variasi data antara kelas eksperimen dan kelas kontrol relative sama atau tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam hal penyebaran data. Karena salah satu asumsi uji parametrik (normalitas)

tidak terpenuhi, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji statistik nonparametrik, yaitu *Mann-Whitney U Test*. Adapun hasil dari uji *mann whitney u test* dan uji *effcet size r* pada pretest hasil belajar dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji mann whitney u test dan Uji effect size r

Variabel	Uji <i>mann whitney u test</i>	Uji <i>effect size r</i>
Hasil Belajar (<i>Posttest</i>)	0,002	0,386

Berdasarkan Tabel 11, dapat diketahui bahwa hasil uji *mann whitney u test* sebesar $0,002 < 0,05$ sehingga terdapat perbedaan *posttest* hasil belajar peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dengan demikian terdapat pengaruh yang signifikan pada pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik. Besarnya pengaruh tersebut juga diperkuat melalui hasil *effect size r* yang diperoleh dari nilai Z pada uji *Mann-Whitney U Test*. Kemudian, berdasarkan hasil uji *effect size r* sebesar 0,386 dapat disimpulkan bahwa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kategori sedang terhadap *posttest* hasil belajar. Hal ini mengindikasikan bahwa selain terdapat perbedaan yang signifikan berdasarkan uji *Mann-Whitney U*, pendekatan pembelajaran yang digunakan juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik.

Pembahasan

Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran kelas kontrol menunjukkan rata - rata persentase sebesar 95 %, sedangkan kelas eksperimen menunjukkan rata - rata persentase sebesar 97,5 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran yang dilakukan pada kedua kelas telah berjalan sesuai dengan modul ajar yang disusun, namun keterlaksanaan pada kelas eksperimen lebih konsisten dibandingkan kelas kontrol. Hal ini disebabkan karena pembelajaran pada kelas eksperimen didukung dengan *scaffolding* berupa pertanyaan penuntun, langkah kerja sistematis, dan bimbingan dalam menarik kesimpulan sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi dan tetap terlibat aktif selama pembelajaran. Dengan demikian, pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* mampu mendukung keterlaksanaan pembelajaran yang lebih optimal dan konsisten. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan bahwa penggunaan *scaffolding* dapat membantu peserta didik memahami konsep secara bertahap dan meningkatkan keterlibatan dalam proses pembelajaran (Rahmawati et al., 2023).

Pengaruh Pendekatan *Deep Learning* berbantuan *Scaffolding* terhadap Beban Kognitif Peserta Didik

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif peserta didik pada materi suhu dan kalor di SMP Negeri 3 Depok. Beban kognitif merupakan usaha mental yang digunakan peserta didik dalam memproses informasi pada memori kerja yang memiliki kapasitas terbatas, sehingga pembelajaran perlu dirancang secara efektif agar tidak menimbulkan beban kognitif yang berlebihan (Sweller et al., 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata skor beban kognitif antara kelas eksperimen yang menggunakan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* dan kelas kontrol yang menggunakan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding*. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata skor beban kognitif sebesar 222,56 lebih rendah dibandingkan kelas kontrol sebesar 251,25. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* mampu membantu peserta didik mengelola informasi secara lebih terarah sehingga beban kognitif yang dirasakan menjadi lebih ringan.

Berdasarkan komponen beban kognitif, perbedaan terbesar ditemukan pada aspek *extraneous cognitive load* (ECL). Kelas eksperimen memperoleh rata-rata skor ECL sebesar 143,56 sedangkan kelas kontrol 170,59. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* efektif dalam mengurangi beban kognitif yang tidak relevan akibat penyajian pembelajaran yang kurang terstruktur. Sebaliknya, pada komponen *intrinsic cognitive load* (ICL), perbedaan skor antara kelas eksperimen dan kelas kontrol relatif kecil, yaitu 79,06 dan 80,65. Hal tersebut menunjukkan bahwa kompleksitas materi suhu dan kalor sebagai karakteristik instrinsik materi tetap menuntut kemampuan berpikir peserta didik meskipun telah diberikan perlakuan pembelajaran (Sweller, 2024). Dengan demikian, *scaffolding* lebih berperan dalam membantu peserta didik mengurangi beban kognitif eksternal dibandingkan mengubah tingkat kesulitan materi itu sendiri.

Pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap beban kognitif juga diperkuat melalui hasil uji *effect size* menggunakan *Cohen's d* yang memperoleh nilai sebesar 5,13 dengan kategori sangat kuat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *scaffolding* memberikan pengaruh besar terhadap pengelolaan beban kognitif peserta didik. Penggunaan *scaffolding* dalam penelitian ini diwujudkan melalui LKPD berbantuan pertanyaan penuntun, langkah kerja sistematis, contoh penyelesaian masalah, penggunaan peta konsep, video fenomena kontekstual untuk membantu peserta didik memahami konsep

suhu dan kalor secara bertahap. Penyajian materi yang terstruktur dan kontekstual membantu peserta didik memusatkan perhatian pada konsep ini pembelajaran sehingga mengurangi informasi yang tidak relevan dan mencegah terjadinya *cognitive overload* (Paas & Van Marriernboer, 2022).

Selain itu, penggunaan multimedia berupa video, gambar kontekstual, dan analogi kehidupan sehari-hari juga membantu peserta didik memahami konsep abstrak seperti perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Strategi tersebut mendukung prinsip *deep learning* yang menekankan pembelajaran bermakna, berkedasaran, dan menggembirakan sehingga peserta didik lebih aktif dalam membangun pemahaman konsep. Dukungan bertahap melalui *scaffolding* memungkinkan peserta didik memproses informasi sesuai kapasitas memori kerja dan membantu penyimpanan informasi dalam memori jangka panjang (Feber et al., 2024). Dengan demikian, pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* tidak hanya efektif secara statistik, tetapi juga secara pedagogis dalam mengoptimalkan beban kognitif dan meningkatkan kualitas pemahaman konsep peserta didik pada materi suhu dan kalor.

Pengaruh Pendekatan *Deep Learning* berbantuan *Scaffolding* terhadap Hasil Belajar Peserta Didik

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor di SMP Negeri 3 Depok. Pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi suhu dan kalor di SMP Negeri 3 Depok. Hasil belajar merupakan indikator penting untuk mengetahui tingkat keberhasilan pembelajaran karena tidak hanya mencerminkan penguasaan materi, tetapi juga kemampuan peserta didik dalam memahami, mengolah, dan menerapkan pengetahuan secara bermakna (Krathwohl, 2002).

Pada penelitian ini, indikator hasil belajar kognitif yang digunakan dibatasi pada empat tingkat kemampuan, yaitu mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4). Pemilihan keempat indikator tersebut disesuaikan dengan karakteristik materi suhu dan kalor serta tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP kelas VII. Keempat indikator tersebut dianggap telah mampu merepresentasikan tahapan perkembangan kemampuan berpikir peserta didik secara bertahap, mulai dari kemampuan dasar hingga kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, materi suhu dan kalor lebih menekankan pada kemampuan memahami konsep, menerapkan rumus dalam penyelesaian masalah, serta menganalisis fenomena perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari, sehingga indikator C1-C4 dinilai paling relevan untuk digunakan dalam penelitian ini.

Pada indikator mengevaluasi (C5) dan menciptakan (C6) tidak digunakan karena kemampuan tersebut memerlukan proses berpikir yang lebih kompleks dan mendalam, seperti memberikan penilaian kritis berdasarkan kriteria tertentu serta menghasilkan gagasan atau produk baru. Kemampuan tersebut umumnya lebih sesuai diterapkan pada jenjang pembelajaran yang lebih tinggi atau pada pembelajaran berbasis proyek dengan waktu pembelajaran yang lebih panjang. Selain itu, keterbatasan waktu penelitian dan karakteristik peserta didik SMP kelas VII menjadi pertimbangan dalam membatasi indikator yang digunakan agar pengukuran hasil belajar tetap sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang. Hal ini sejalan dengan revisi Taksonomi Bloom yang menyatakan bahwa kemampuan kognitif berkembang secara hierarkis dari kemampuan dasar hingga kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih kompleks (Anderson & Krathwohl, 2001).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata *posttest* sebesar 88,06 sedangkan kelas kontrol sebesar 80,31. Selain itu peningkatan nilai rata-rata pada kelas eksperimen sebesar 18,15 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 13,75. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik dibandingkan dengan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding*.

Berdasarkan indikator hasil belajar kognitif, pada indikator mengingat (C1) kedua kelas mengalami peningkatan, namun peningkatan kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen. Kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 6,25 sedangkan kelas kontrol sebesar 9,375. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* belum optimal dalam meningkatkan kemampuan mengingat karena pembelajaran lebih menekankan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir tingkat tinggi dibandingkan aktivitas hafalan. Pembelajaran yang menekankan latihan dan pengulangan cenderung lebih efektif dalam memperkuat kemampuan mengingat peserta didik (Musfeld et al., 2023).

Sebaliknya pada indikator memahami (C2), kelas eksperimen menunjukkan peningkatan sebesar 16,07 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 14,29. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *scaffolding* membantu peserta didik membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam melalui pertanyaan penuntun, diskusi, dan proses menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa keterlibatan kognitif aktif dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik lebih mendalam (Chi & Wylie, 2021).

Pada indikator menerapkan (C3), kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 18,75 sedangkan kelas kontrol sebesar 15,63. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* efektif dalam membantu peserta didik menggunakan konsep dan prosedur untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual. Bantuan bertahap yang diberikan melalui *scaffolding* mempermudah peserta didik dalam menjalankan prosedur, memilih langkah penyelesaian, serta mengimplementasikan konsep suhu dan kalor pada situasi yang berbeda. Peningkatan paling besar

terlihat pada indikator menganalisis (C4), dimana kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 16,66 sedangkan kelas kontrol hanya sebesar 4.17. Hasil ini menunjukkan bahwa *scaffolding* sangat membantu peserta didik dalam mengidentifikasi informasi penting, menghubungkan antar konsep, mengurai permasalahan, serta menarik kesimpulan secara sistematis. Melalui pendekatan *deep learning*, peserta didik didorong untuk aktif mengeksplorasi, berdiskusi, dan merefleksikan pembelajaran sehingga kemampuan berpikir tingkat tinggi berkembang lebih optimal (Chi & Wylie, 2021).

Hasil penelitian ini diperkuat melalui uji *mann whitney u test* yang menunjukkan nilai Asymp.Sig (2-tailed) sebesar $0,002 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian terdapat pengaruh yang signifikan pada pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik. Besarnya pengaruh tersebut juga diperkuat melalui hasil *effect size r* yang diperoleh dari nilai Z pada uji *Mann-Whitney U Test*. Nilai *effect size r* yang diperoleh berada pada kategori besar, sehingga menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa *scaffolding* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar peserta didik melalui pemberian bantuan secara bertahap dan terstruktur (Martin et al., 2023; Chen et al., 2023). Dengan demikian, pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* tidak hanya efektif secara statistik, tetapi juga secara pedagogis dalam meningkatkan kemampuan memahami, menerapkan, dan menganalisis peserta didik pada materi suhu dan kalor.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* menunjukkan adanya pengaruh dalam kategori besar (sangat kuat) terhadap beban kognitif peserta didik pada materi suhu dan kalor. Beban kognitif peserta didik yang menggunakan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* memiliki beban kognitif yang lebih rendah, dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding*, (2) pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* menunjukkan adanya pengaruh terhadap hasil belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor. Secara umum, hasil belajar kognitif peserta yang menggunakan pendekatan *deep learning* berbantuan *scaffolding* lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *scaffolding*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan jurnal ini. Semoga kontribusi dari seluruh pihak menjadi amal kebaikan dan mendapat balasan yang setimpal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Longman.
- Argyriou, E., et al. (2022). Student engagement and learning outcomes in science education. *Journal of Educational Research*, 115(4), 455–467.
- Astutik, S. (2024). *Pengaruh PBL Berbantuan Scaffolding terhadap Beban Kognitif dan Hasil Belajar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Basir, A., et al. (2020). Penerapan scaffolding dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(2), 115-123.
- Chen, X., et al. (2023). The effect of scaffolding on students' critical thinking and learning achievement in science learning. *International Journal of Science Education*, 45(7), 1021–1038.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2021). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 56(1), 1–17.
- Darling-Hammond, L., et al. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140.
- Faber, J., et al. (2024). Scaffolding and higher-order thinking skills in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 116(3), 450–468.
- Febrianti, D., et al. (2024). Implementasi Kurikulum Merdeka dalam menciptakan pembelajaran bermakna dan berpusat pada peserta didik. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 13(1), 45–56.
- Fitriani, N. (2025). Deep learning sebagai pendekatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(1), 66–78.
- Hattie, J. (2020). *Visible Learning: The Sequel*. London: Routledge.
- Jamilah, S. (2024). Pendekatan deep learning dalam pembelajaran IPA dan pengaruhnya terhadap beban kognitif siswa. *Jurnal Pendidikan IPA dan Pembelajaran Sains*, 8(2).

- Kapul, A., dkk. (2023). Miskonsepsi peserta didik pada materi suhu dan kalor di tingkat SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19(2), 134–142.
- Khotimah, N. (2025). Pendekatan deep learning dalam pendidikan modern dan implementasinya dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 14(1), 23–35.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212–218.
- Maruhawa, R. (2025). Dominasi metode ceramah dalam pembelajaran IPA dan dampaknya terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 88–97.
- Martin, F., Chen, Y., & Ritzhaupt, A. D. (2023). Scaffolding strategies to improve student learning outcomes in online and classroom learning environments. *Computers & Education*, 191, 104648.
- Musfeld, P., et al. (2023). Repetition and recall strategies in improving students' memory retention. *Learning and Instruction*, 84, 101720.
- Nurhayati, N., et al. (2022). Analisis hasil belajar siswa dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 145–154.
- Nurmawarni, S., et al. (2022). Science learning and critical thinking skills among junior high school students. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(3), 201–210.
- Putri, A. (2022). Analisis ranah kognitif dalam pembelajaran IPA berdasarkan taksonomi Bloom revisi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 8(1), 55–63.
- Reiser, B. J., & Tabak, I. (2020). Scaffolding. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 44–62). Cambridge: Cambridge University Press.
- Saifurrisal, M. (2023). Scaffolding sebagai strategi pembelajaran bertahap dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Menengah*, 8(3), 201–210.
- Simanjuntak, T. (2024). Analisis kesulitan belajar peserta didik pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 12(1), 55–64.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.