



**DEEP LEARNING BERBANTUAN SEGMENTING DAN CONTIGUITY PRINCIPLE:
PENDEKATAN EFEKTIF MENGURANGI BEBAN KOGNITIF SISWA**

Dian Nur Afifah Umah*, (Universitas Negeri Yogyakarta)

Putri Anjarsari, (Universitas Negeri Yogyakarta)

Ismail Fikri Natadiwijaya (Universitas Negeri Yogyakarta)

*e-mail: diannur.2022@student.uny.ac.id

Abstrak. Tingginya beban kognitif siswa dalam memahami konsep abstrak (seperti materi zat dan perubahannya), menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran mendalam untuk memfasilitasi pemrosesan informasi secara efektif. Akan tetapi, media pembelajaran yang dirancang berdasarkan prinsip *segmenting* dan *contiguity* masih jarang digunakan dalam pembelajaran di kelas. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui perbedaan beban kognitif siswa antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan kedua prinsip tersebut; serta (2) mengetahui pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* terhadap beban kognitif siswa pada materi zat dan perubahannya. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *quasi experiment* dengan desain *non-equivalent control group*. Populasinya adalah siswa kelas VII SMP N 1 Manisrenggo tahun 2025/2026 sebanyak 224 siswa. Sampel ditentukan melalui teknik *cluster random sampling* dan terpilih 2 kelas, masing-masing kelas terdiri dari 32 siswa.. Data penelitian diperoleh melalui angket beban kognitif sebelum dan sesudah perlakuan, serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Teknik analisis data meliputi persentase lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, skoring angket beban kognitif, statistik deskriptif, uji asumsi (uji normalitas dan uji homogenitas), uji hipotesis (*independent sample t-test*) dan analisis ukuran efek (*effect size*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas yang menerapkan *pendekatan deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan kedua prinsip tersebut; serta (2) pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* berpengaruh besar terhadap beban kognitif siswa pada materi zat dan perubahannya. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan strategi pembelajaran IPA untuk memfasilitasi penurunan beban kognitif yang dialami siswa sehingga, pembelajaran akan lebih mendalam, bermakna, dan efektif.

Kata Kunci: *Beban Kognitif, Contiguity Principle, Deep Learning, Segmenting Principle, Zat dan Perubahannya.*

Abstract. *The high cognitive load faced by students in understanding abstract concepts (such as matter and its changes) indicates the need for a deep learning approach to facilitate effective information processing. However, learning media designed based on the principles of segmentation and contiguity are rarely used in classroom learning. This study aims to: (1) determine the differences in student cognitive load between classes implementing a deep learning approach assisted by segmenting and the contiguity principle and classes implementing a deep learning approach without segmenting and the contiguity principle; and (2) determine the effect of a deep learning approach assisted by segmenting and the contiguity principle on student cognitive load on the topic of matter and its changes. This study is a quantitative study with a quasi-experimental*

design with a non-equivalent control group. The population was 224 seventh-grade students of SMP N 1 Manisrenggo, graduating in the 2025/2026 academic year. The sample was determined using cluster random sampling, and two classes were selected: 32 students from class VIII D as the experimental class and 32 students from class VIII G as the control class. Data were obtained through a cognitive load questionnaire before and after the study. after treatment, and learning implementation observation sheets. Data analysis techniques include the percentage of learning implementation observation sheets, cognitive load questionnaire scoring, descriptive statistics, assumption tests (normality tests and homogeneity tests), hypothesis tests (independent sample t-tests) and effect size analysis. The results of this study indicate that: (1) there is a significant difference between classes that apply a deep learning approach assisted by segmenting and contiguity principles with classes that apply a deep learning approach without segmenting and contiguity principles; and (2) the deep learning approach assisted by segmenting and contiguity principles has a significant effect on students' cognitive load on the material of substances and their changes. These findings emphasize the importance of implementing science learning strategies to facilitate a reduction in cognitive load experienced by students so that learning will be more in-depth, meaningful, and effective.

Keywords: *Cognitive Load, Contiguity Principle, Deep Learning, Segmenting Principle, Substance and Its Changes.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA bertujuan membekali siswa dengan pengetahuan tentang alam sekitar melalui pengalaman belajar langsung dan penerapan proses ilmiah. Pembelajaran yang melibatkan aktivitas berpikir aktif berperan penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia, khususnya kemampuan berpikir siswa (Riris, T., 2023). Untuk mewujudkan tujuan tersebut, pembelajaran IPA idealnya didukung oleh lingkungan belajar konstruktivis yang melibatkan siswa secara langsung dalam pemrosesan informasi melalui pengalaman yang menyerupai kondisi nyata, seperti kegiatan laboratorium atau simulasi (Dewi & Haerani, 2023). Lingkungan belajar yang demikian memungkinkan siswa membangun pengetahuan secara bermakna dan berkelanjutan, bukan sekadar menerima informasi secara pasif. Dengan keterlibatan aktif dan pengalaman belajar yang tepat, pembelajaran IPA diharapkan mampu mengembangkan pemahaman konseptual yang mendalam serta mendukung proses berpikir tingkat tinggi.

Meskipun secara ideal pembelajaran IPA menekankan keterlibatan aktif siswa dan pengalaman belajar bermakna, proses pembelajaran di lapangan masih dihadapkan pada keterbatasan kapasitas memori kerja (*working memory*) siswa. Informasi yang disajikan secara padat, abstrak, dan kurang terstruktur berpotensi menimbulkan beban kognitif yang tinggi, sehingga menghambat pemrosesan informasi dan pemahaman konsep, kecuali jika informasi tersebut telah tersimpan dalam memori jangka panjang (*long term memory*) (Van Merriënboer & Sweller, 2005). Idealnya, materi disusun bertahap dari sederhana ke kompleks sesuai pengetahuan prasyarat siswa, namun pada kenyataannya banyak siswa telah mengalami beban kognitif tinggi bahkan pada tingkat pemahaman yang sederhana (Ratnasari & Sutirna, 2023).

Kondisi dimana siswa telah mengalami beban kognitif tinggi, ditemukan pada pembelajaran IPA di SMP N 1 Manisrenggo, khususnya pada materi zat dan perubahannya. Hal ini ditandai dengan banyaknya siswa yang cenderung bersifat pasif dan mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak. Kesulitan yang dirasakan oleh siswa ini disebabkan karena penerapan strategi pembelajaran yang kurang tepat, yaitu masih dominasi metode ceramah. Keadaan semakin buruk karena keterbatasan media pembelajaran yang mendukung visualisasi konsep. Kesenjangan antara kondisi ideal dan praktik pembelajaran di lapangan menunjukkan perlunya strategi pembelajaran yang mampu mengelola beban kognitif sekaligus mendukung pemahaman konseptual siswa.

Upaya mengatasi permasalahan tersebut menuntut pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada guru menuju pembelajaran yang berpusat pada siswa. Salah satu pendekatan yang saat ini mendapat perhatian adalah pendekatan *deep learning* yang digagas oleh Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah (Mendikdasmen) Abdul Mu'ti. Pendekatan *deep learning* menekankan pembelajaran berbasis pemahaman mendalam sehingga siswa tidak hanya menghafal, tetapi mampu menginternalisasi pengetahuan secara bermakna (Fitriani & Santiani, 2025) serta mengaitkan konsep dengan konteks kehidupan nyata (Guntara et al., 2025). Namun, pada kenyataannya penerapan pendekatan *deep learning* masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sarana dan prasarana, waktu, kompetensi guru, dan kondisi siswa (Khotimah & Abdan, 2025).

Berkaitan dengan keterbatasan dari penerapan pendekatan *deep learning* yang bergantung pada infrastruktur. Maka, perlunya pendukung yang lebih sederhana dan aplikatif, salah satunya melalui penggunaan media pembelajaran yang dirancang berdasarkan teori pemrosesan informasi. Media pembelajaran berfungsi mengkombinasikan konten materi dengan cara kerja kognitif siswa sehingga informasi lebih mudah diterima dan dipahami (Arifannisa et al., 2023).

Prinsip desain media yang relevan dengan teori pemrosesan informasi antara lain *segmenting principle* dan *contiguity principle*. *Segmenting principle* menekankan penyajian materi ke dalam bagian-bagian kecil yang bermakna agar pemrosesan informasi menjadi lebih mudah (Prabawa & Restami, 2022), namun dalam praktiknya segmentasi materi sering tidak jelas dan minim jeda sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan kognitif (Indies & Dharmawan, 2025). Sementara itu, *contiguity principle* menekankan penyajian elemen-elemen pembelajaran secara berdekatan dan simultan untuk meningkatkan pemahaman dan retensi siswa (Ginting et al., 2022), meskipun sebagian besar media pembelajaran masih belum menyajikan informasi secara terstruktur dan berkesinambungan (Ningtyas, 2024).

Penggabungan kedua prinsip ini terbukti mampu memudahkan kerja memori kerja, mencegah overload, dan meningkatkan retensi (Mayer & Moreno, 2003), namun penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *segmenting* dan *contiguity principle* masih banyak diterapkan secara terpisah dan belum terintegrasi dalam satu desain pembelajaran yang utuh (Rahayu et al., 2024). Kesenjangan ini menjadi semakin relevan pada materi zat dan perubahannya yang bersifat abstrak, kompleks, dan berpotensi membebani memori kerja siswa jika disampaikan secara teoritis (Permana & Sriyani, 2021; Firdaus & Erman, 2025), serta masih minim didukung media visual yang memadai (Sari et al., 2025).

Dengan demikian, penelitian ini menerapkan pendekatan *deep learning* yang diintegrasikan dengan *segmenting* dan *contiguity principle*. Penggabungan kedua prinsip tersebut dalam satu desain pembelajaran utuh yang mengacu pada teori pemrosesan informasi dan *cognitive load theory*, yaitu untuk mengelola beban kognitif siswa dengan cara membagi materi ke dalam bagian-bagian kecil yang bermakna serta menyajikannya secara logis dan 3 berkesinambungan. Sehingga, informasi yang diterima oleh memori kerja (*working memory*) siswa tidak berlebihan dan akan berdampak pada menurunnya beban kognitif siswa selama proses pembelajaran. Ketika beban kognitif berada pada tingkat yang terkendali, siswa memiliki peluang yang lebih besar untuk memproses informasi secara optimal dan membangun pemahaman mendalam terhadap materi zat dan perubahannya yang bersifat abstrak, kompleks, dan sering menjadi sumber kesulitan bagi siswa.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan beban kognitif siswa antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* yang diintegrasikan dengan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* namun tidak berbantuan kedua prinsip tersebut, serta mengetahui pengaruh pengintegrasian kedua prinsip tersebut dengan pendekatan *deep learning* terhadap beban kognitif siswa pada materi zat dan perubahannya.

METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian quasi experiment. Desain penelitian yang digunakan yaitu non-equivalent control group design.

Tabel 1. Nonequivalent Control Group Design

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	Pendekatan <i>deep learning</i> berbantuan <i>segmenting</i> dan <i>contiguity principle</i>	O ₂
Kontrol	O ₃	Pendekatan <i>deep learning</i> tanpa berbantuan <i>segmenting</i> dan <i>contiguity principle</i>	O ₄

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Manisrenggo pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 dengan populasi sebanyak 224 siswa dari kelas VII A-VII G. Sampel ditentukan melalui teknik *cluster random sampling* dan terpilih 2 kelas yang terdiri dari 32 siswa kelas VII D sebagai kelas eksperimen dan 32 siswa VII G sebagai kelas kontrol.

Instrumen pembelajaran terdiri dari modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), dan handout. Instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan angket beban kognitif. Teknik pengumpulan data yang digunakan merupakan teknik non tes menggunakan angket beban kognitif sebanyak 46 butir pernyataan dengan skala likert 1-9. Dengan rincian pada jenis beban kognitif *intrinsic cognitive load* (ICL) sebanyak 19 butir pernyataan dan jenis beban kognitif *extraneous cognitive load* (ECL) sebanyak 27 butir pernyataan.

Sebelum digunakan, instrumen pembelajaran dan pengumpulan data telah melewati uji validitas dan dinyatakan valid. Analisis lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dilakukan dengan mencari nilai persentase. Nilai persentase dikelompokkan menjadi beberapa kategori pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Persentase	Kategori
$X \leq 20\%$	Sangat Kurang
$20\% < X \leq 40\%$	Kurang
$40\% < X \leq 60\%$	Cukup
$60\% < X \leq 80\%$	Baik
$80\% < X \leq 100\%$	Sangat Baik

Sementara, pada instrumen angket beban kognitif juga dilakukan uji reliabilitas. Analisis angket beban kognitif dilakukan dengan skoring dan dihitung menggunakan persamaan (1) berikut.

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Skor hasil observasi}}{\text{Skor total}} \times 100 \quad (1)$$

Setelah data didapatkan seluruhnya, dilanjutkan dengan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Dilanjutkan dengan pengujian hipotesis menggunakan *uji independent sample t-test* dan pengukuran efektivitas menggunakan *uji effect size*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan observasi awal dan wawancara dengan guru IPA, diketahui bahwa pembelajaran di SMP N 1 Manisrenggo asih didominasi metode ceramah dan minim penggunaan media yang mendukung visualisasi konsep abstrak. Kondisi ini berdampak pada tingginya beban kognitif siswa, yang terlihat dari sikap pasif dan kesulitan siswa dalam memahami konsep. Temuan ini menjadi dasar perlunya pengembangan desain pembelajaran yang mampu mengelola beban kognitif siswa melalui pendekatan *deep learning* yang didukung prinsip desain kognitif.

Berkaitan dengan permasalahan tersebut, disusunlah strategi pembelajaran dengan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* untuk kelas eksperimen, serta pendekatan *deep learning* tanpa integrasi kedua prinsip tersebut untuk kelas kontrol. Perancangan pembelajaran mengacu pada model *discovery learning* dengan alokasi waktu menyesuaikan jadwal mata pelajaran IPA, yaitu 2× pertemuan per minggu dengan total 5 jam pelajaran (JP). Selain modul ajar, dirancang pula instrumen angket beban kognitif yang mengukur *intrinsic cognitive load* (ICL) dan *extraneous cognitive load* (ECL) menggunakan skala Likert 1–9 untuk mengukur beban kognitif siswa sebelum dan sesudah perlakuan.

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada kelas kontrol dan eksperimen diamati oleh tiga observer menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran

Kelas	Pertemuan Ke-		Rata-rata (%)	Keterangan
	1 (%)	2 (%)		
Eksperimen (VII D)	100	100	100	Sangat Baik
Kontrol (VII G)	100	100	100	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada kedua mencapai persentase 100% pada setiap pertemuan, yang menandakan bahwa seluruh tahapan pembelajaran pada kelas eksperimen menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dan kelas kontrol menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* terlaksana dengan sangat baik dan sesuai dengan modul ajar yang telah disusun.

Berdasarkan hasil statistik deskriptif yang mencakup nilai *minimum*, *maximum*, *mean*, dan *standar deviasi* mengenai angket beban kognitif, dilakukan skoring untuk mempermudah interpretasi hasil dan memungkinkan perbandingan antar jenis beban kognitif dengan tidak mengubah distribusi data dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Skoring Angket Beban Kognitif

Data	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Angket sebelum perlakuan	Angket sesudah perlakuan	Angket sebelum perlakuan	Angket sesudah perlakuan
<i>Min</i>	ICL : 33	ICL : 21	ICL : 30	ICL : 26
	ECL : 39	ECL : 26	ECL : 37	ECL : 28
<i>Max</i>	ICL : 78	ICL : 66	ICL : 76	ICL : 55
	ECL : 65	ECL : 55	ECL : 81	ECL : 50
<i>Mean</i>	ICL : 55	ICL : 45	ICL : 51	ICL : 41
	ECL : 51	ECL : 42	ECL : 54	ECL : 39
	gabungan : 53	gabungan : 44	gabungan : 52	gabungan : 39
Standar deviasi	25,496	29,593	34,920	20,082

Setelah diskoring, data angket beban kognitif dilakukan analisis lebih lanjut melalui uji prasyarat yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas Kolmogorov smirnov angket beban kognitif sebelum dan sesudah perlakuan sebesar 0,200. Nilai signifikansi tersebut $>0,05$. Sejalan dengan Nurhaswinda et al., (2025), hasil tersebut menunjukkan bahwa data angket beban kognitif siswa baik sebelum dan sesudah perlakuan dari kedua kelas berdistribusi normal. Berlaku hal yang sama mengenai hasil uji homogenitas Levene's angket beban kognitif sebelum sebesar 0,07 dan hasil uji homogenitas Levene's angket beban kognitif sesudah perlakuan sebesar 0,107. Artinya hasil dari angket beban kognitif sebelum dan sesudah perlakuan $>0,05$. Sejalan dengan Nurhaswinda et al., (2025) diketahui bahwa data yang diperoleh dari kedua kelas memiliki variansi yang sama (homogen).

Analisis data angket beban kognitif dilanjutkan dengan pengujian hipotesis. Hipotesis diuji menggunakan uji *independent sample t-test* namun hanya dilakukan menggunakan data angket sesudah perlakuan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Independent Sample T-test

Data Angket Beban Kognitif (ICL & ECL) Kelas Kontrol & Kelas Eksperimen	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig (2-tailed)
<i>Equal variances assumed</i>	2,737	0,103	2,669	62	0,010
<i>Equal variances not assumed</i>			2,669	54,557	0,010

Berdasarkan hasil pada Tabel 5. diketahui bahwa pada kolom *levene's test for Equality of Variances* nilai signifikansi beban kognitif siswa adalah 0,103 ($>0,05$), maka pada kolom *t-test for Equality of Means* yang dibaca adalah pada baris *Equal variances assumed* menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,010 ($<0,05$). Artinya terdapat perbedaan yang signifikan mengenai beban kognitif siswa antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle*. Berkaitan

dengan hal tersebut, maka H_0 (tidak terdapat perbedaan yang signifikan mengenai beban kognitif siswa antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle*) ditolak dan H_1 (terdapat perbedaan yang signifikan mengenai beban kognitif siswa antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle*) diterima.

Mengenai besarnya efek dari perlakuan yang diberikan yaitu penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* terhadap beban kognitif siswa diukur dengan *effect size*. Perhitungan *effect size* dilakukan menggunakan perhitungan Cohen's d dengan persamaan (2) berikut.

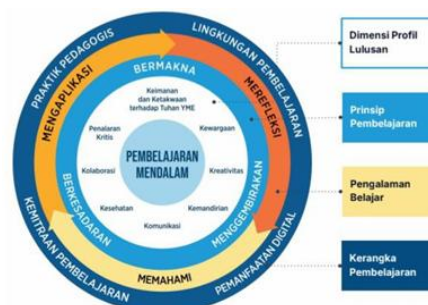
$$d = \frac{(M_2 - M_1)}{\sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}} \quad (2)$$

Berdasarkan kriteria interpretasi Cohen's d , hasil yang diperoleh yaitu sebesar 0,667. Sehingga efek dari perlakuan yang diberikan termasuk dalam kategori besar. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* memberikan pengaruh besar terhadap beban kognitif siswa pada materi zat dan perubahannya.

Pembahasan

a. Penerapan Pendekatan *Deep Learning* berbantuan *Segmenting* dan *Contiguity Principle* dan Hubungannya dengan Beban Kognitif

Secara konseptual, pendekatan *deep learning* yang diterapkan dalam penelitian ini mengacu pada tiga proses utama, yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi yang menekankan pada tiga karakteristik utama, yaitu *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* sebagaimana digambarkan dalam Gambar 1, yang merujuk pada kerangka pembelajaran mendalam menurut Kemendikdasmen (2023).



Gambar 1. Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*)

Sumber : Kemendikdasmen (2023)

Gambar 1, berfungsi sebagai kerangka konseptual yang mengaitkan proses pendekatan *deep learning* yang berkarakteristik dengan pengelolaan beban kognitif siswa. Ketiga proses tersebut menjadi landasan integrasi *segmenting* dan *contiguity principle* dalam media pembelajaran yang digunakan.

Pada proses memahami, ditekankan karakteristik *mindful* dengan penerapan *segmenting principle* pada susunan materi yang dirancang dengan urutan segmen yang sistematis dari konsep sederhana menuju konsep yang lebih kompleks sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Penerapan *Segmenting Principle* pada Proses Memahami

Pada Gambar 2, memperlihatkan struktur urutan materi pada *powerpoint* interaktif yang digunakan selama proses pembelajaran. Penyajian materi dalam segmen-segmen kecil memungkinkan siswa memproses informasi secara bertahap sesuai kapasitas memori kerja. Strategi ini membantu mengelola *intrinsic cognitive load* (ICL) karena interaksi antar elemen konsep menjadi lebih terstruktur dan tidak diproses secara simultan.

Selain itu, penguatan penerapan *segmenting principle* juga terlihat melalui keberadaan tombol navigasi pada *powerpoint* interaktif sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Tombol Navigasi *Segmenting Principle*

Tombol navigasi tersebut memberikan kendali belajar kepada siswa untuk mengakses, menjeda, atau melanjutkan materi sesuai kecepatan belajar masing-masing. Sesuai dengan Sweller *et al.* (1998) serta Nasution & Fadilah (2024), pemberian kendali belajar tersebut berkontribusi dalam menekan *extraneous cognitive load* (ECL) yang muncul akibat perbedaan kemampuan awal siswa dan ketidaksinambungan alur penyampaian materi.

Didukung dengan penerapan *contiguity principle* pada proses memahami diwujudkan melalui penyajian teks, gambar, dan audio yang muncul secara berdekatan dan bersamaan dalam satu tampilan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penerapan Contiguity Principle pada Proses Memahami

Penyajian pada Gambar 4, meminimalkan kebutuhan siswa untuk berpindah perhatian antar sumber informasi, sehingga mengurangi terjadinya *split attention*. Penekanan visual pada informasi penting melalui perbedaan warna juga membantu siswa memfokuskan perhatian pada konsep kunci, sehingga *extraneous cognitive load* (ECL) akibat informasi yang tidak relevan dapat ditekan. Pada proses mengaplikasi ditekankan karakteristik *meaningful* dengan mengarahkan pembelajaran untuk membantu siswa mengaitkan konsep dengan konteks penerapan. Penerapan *segmenting principle* pada proses ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Penerapan Segmenting Principle pada Proses Mengaplikasi

Sesuai Gambar 5. memperlihatkan keterkaitan langsung antara tugas yang diberikan dengan segmen materi yang telah dipelajari sebelumnya. Strategi ini membantu siswa mengaktivasi pengetahuan awal yang relevan sebelum menyelesaikan tugas, sehingga mengurangi beban pemrosesan informasi baru secara terpisah. Dengan demikian, *intrinsic cognitive load* (ICL) dapat dikelola secara lebih efektif (Sweller et al., 1998; Nasution & Fadilah, 2024).

Penerapan *contiguity principle* pada proses mengaplikasi divisualisasikan melalui penggunaan simulasi atau video pendek yang disertai narasi langsung, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penerapan Contiguity Principle pada Proses Mengaplikasi

Berdasarkan Gambar 6, penyajian elemen visual dan verbal secara sinkron membantu siswa memahami hubungan sebab-akibat dalam konsep yang dipelajari tanpa harus mengalihkan perhatian ke sumber informasi lain. Kondisi ini meminimalkan *split attention* dan situasi ketidaksinambungan (*transiency situations*), sehingga *extraneous cognitive load* (ECL) dapat ditekan secara signifikan.

Pada proses merefleksi, pembelajaran difokuskan pada peninjauan kembali pemahaman siswa secara menyenangkan (*joyful*). Penerapan *segmenting principle* pada proses ini ditunjukkan melalui pemberian pertanyaan reflektif pada akhir setiap segmen pembelajaran, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Penerapan Segmenting Principle pada Proses Merefleksi

Pertanyaan reflektif salah satu contohnya seperti pada Gambar 7 tersebut disusun berdasarkan konsep yang baru dipelajari dan dikaitkan dengan pengetahuan awal siswa, sehingga membantu memperkuat skema kognitif yang telah terbentuk dan mencegah pemrosesan informasi secara terpisah (Clark & Mayer, 2011; Prabawa & Restami, 2022; Maku et al., 2025).

Selanjutnya, penerapan *contiguity principle* pada proses merefleksi diwujudkan melalui pemberian umpan balik visual dan audio yang muncul secara berdekatan dan bersamaan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.

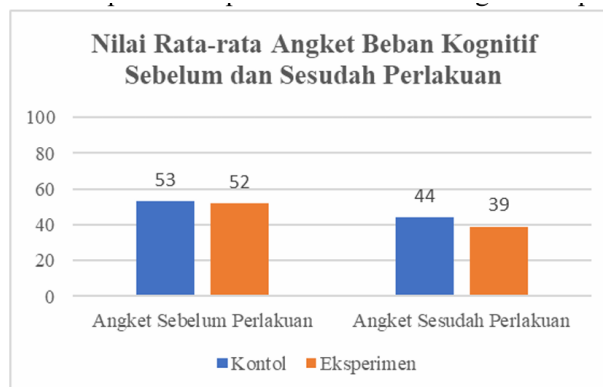


Gambar 8. Penerapan *Contiguity Principle* pada Proses Merefleksi

Penyajian umpan balik yang sinkron membantu siswa memahami kesalahan dan penguatan konsep secara langsung tanpa menambah beban pemrosesan informasi. Hal ini sejalan dengan Mayer (2002), Mayer (2007), serta Rahayu et al., (2024) yang menekankan pentingnya kesinambungan informasi dalam memperkuat retensi dan pemahaman konseptual.

b. Beban Kognitif

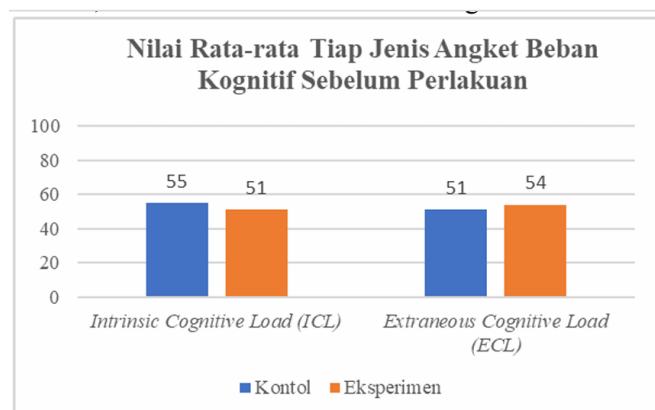
Pengukuran beban kognitif siswa didasarkan pada *cognitive load theory* (CLT) yang dikemukakan oleh Sweller et al., (1998), yang membedakan beban kognitif menjadi *intrinsic cognitive load* (ICL), *extraneous cognitive load* (ECL), dan *germane cognitive load* (GCL). Penelitian ini secara khusus memfokuskan analisis pada ICL dan ECL karena kedua jenis beban kognitif tersebut secara langsung dipengaruhi oleh kompleksitas materi dan cara penyajian pembelajaran. Analisis beban kognitif dilakukan untuk mengkaji bagaimana pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* berkontribusi dalam pengelolaan beban kognitif siswa selama proses pembelajaran. Gambaran umum perubahan beban kognitif siswa dilihat dari nilai rata-rata angket sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelas sebagaimana pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai Rata-rata Angket Beban Kognitif Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Berdasarkan Gambar 9, terlihat bahwa baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen sama-sama mengalami penurunan beban kognitif setelah perlakuan diberikan. Kelas kontrol mengalami penurunan nilai rata-rata dari 53 menjadi 44, sedangkan kelas eksperimen menunjukkan penurunan yang lebih besar, yaitu dari 52 menjadi 38. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *deep learning* pada kedua kelas berperan dalam membantu siswa mengelola proses pengolahan informasi selama pembelajaran.

Meskipun kedua kelas mengalami penurunan beban kognitif, besarnya penurunan pada kelas eksperimen lebih menonjol dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa integrasi *segmenting* dan *contiguity principle* dalam pendekatan *deep learning* memberikan kontribusi tambahan dalam menekan beban kognitif siswa. Temuan ini sejalan dengan Fatmawati (2025) dan Mailani et al. (2025) yang menegaskan bahwa efektivitas pendekatan *deep learning* sangat dipengaruhi oleh dukungan media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan berbagai elemen pembelajaran secara terpadu. Dengan kata lain, penurunan beban kognitif yang lebih besar pada kelas eksperimen mencerminkan berkurangnya upaya mental yang tidak relevan sehingga pemrosesan informasi menjadi lebih efisien dan pemahaman konsep dapat berlangsung secara lebih mendalam. Untuk memastikan bahwa perbedaan penurunan beban kognitif benar-benar disebabkan oleh perlakuan, kondisi awal kedua kelas sebagaimana Gambar 10.

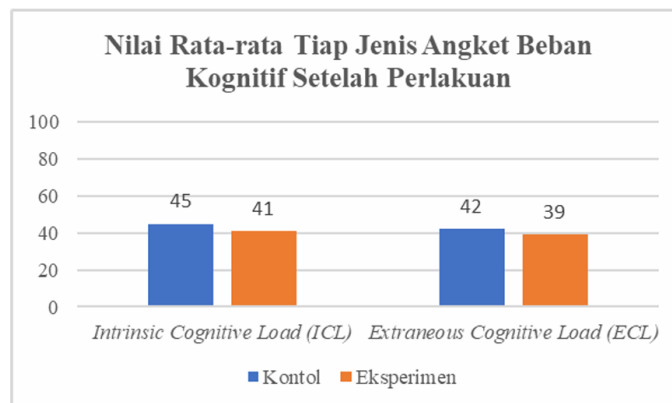


Gambar 10. Nilai Rata-rata Tiap Jenis Angket Beban Kognitif Sebelum Perlakuan

Berdasarkan Gambar 10 secara visual, terlihat adanya perbedaan numerik antara kelas kontrol dan kelas eksperimen pada kedua indikator tersebut. Namun, hasil uji *independent sample t-test* menggunakan SPSS 26 for Windows menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,156 ($>0,05$), yang mengindikasikan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, kedua kelas berada pada kondisi

awal yang relatif setara, sehingga layak dijadikan dasar untuk membandingkan efek perlakuan pada tahap selanjutnya.

Perubahan kondisi beban kognitif setelah perlakuan dianalisis lebih rinci melalui Gambar 11. menyajikan nilai rata-rata ICL dan ECL sesudah pembelajaran. Gambar ini ditempatkan setelah pemaparan kondisi awal untuk memperkuat alur argumentasi mengenai pengaruh perlakuan.



Gambar 11. Nilai Rata-rata Tiap Jenis Angket Beban Kognitif Setelah Perlakuan

Berdasarkan Gambar 11, diketahui bahwa ICL pada kedua kelas mengalami penurunan yang relatif sama, yaitu sebesar 10 poin. Pada kelas kontrol, ICL menurun dari 55 menjadi 45, sedangkan pada kelas eksperimen menurun dari 51 menjadi 41. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* pada kedua kelas efektif dalam membantu siswa mengelola kompleksitas materi. Hal ini selaras dengan Sweller *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa ICL berkaitan erat dengan kompleksitas materi dan pemrosesan internal siswa, sehingga strategi pembelajaran yang membantu pengorganisasian konsep dapat menurunkan beban kognitif intrinsik.

Berbeda dengan ICL, penurunan ECL menunjukkan perbedaan yang lebih mencolok antara kedua kelas. Kelas kontrol mengalami penurunan ECL sebesar 9 poin (dari 51 menjadi 42), sedangkan kelas eksperimen mengalami penurunan sebesar 13 poin (dari 54 menjadi 39). Penurunan ECL yang lebih besar pada kelas eksperimen mengindikasikan bahwa integrasi *segmenting* dan *contiguity principle* berperan signifikan dalam mengurangi beban kognitif yang bersumber dari cara penyajian informasi. Sweller *et al.* (1998) menegaskan bahwa ECL sangat dipengaruhi oleh pendekatan pembelajaran dan besarnya usaha mental yang harus dikeluarkan siswa. Oleh karena itu, penyajian materi dalam segmen-segmen kecil dengan keterpaduan elemen visual dan verbal memungkinkan siswa memproses informasi dengan usaha mental yang lebih rendah.

SIMPULAN

Temuan penting dalam penelitian ini, yaitu adanya perbedaan signifikan dalam beban kognitif siswa yang ditandai dengan penurunan skor beban kognitif antara kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle* dengan kelas yang menerapkan pendekatan *deep learning* tanpa berbantuan *segmenting* dan *contiguity principle*. Selain itu, temuan ini juga menunjukkan bahwa penerapan prinsip multimedia yaitu *segmenting* dan *contiguity* mampu menunjukkan dampak signifikan dalam kategori besar terhadap penurunan beban kognitif dalam kegiatan belajar pada materi yang bersifat kompleks yaitu materi zat dan perubahannya.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap hasil yang diperoleh memperkuat *cognitive load theory* dan pendekatan *deep learning* dalam konteks pembelajaran IPA. Hasilnya mengkonfirmasi teori Sweller (1998) dan Mayer (2014) yang menyatakan bahwa penerapan prinsip *segmenting* dan *contiguity* dapat menurunkan beban kognitif siswa. Selain itu, penelitian ini juga memperluas penerapan teori tersebut dengan mengintegrasikan kedua prinsip tersebut secara bersamaan dalam pendekatan *deep learning* yang belum banyak dikaji pada penelitian sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan baru bahwa pendekatan *deep learning* dapat diimplementasikan secara efektif untuk menurunkan beban kognitif siswa dengan bantuan integrasi *segmenting* dan *contiguity principle*. Sehingga, diperoleh pengetahuan dalam pembelajaran secara lebih mendalam.

Meskipun telah dilaksanakan secara sistematis dan sesuai prosedur, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Instrumen yang digunakan hanya mengukur aspek *intrinsic cognitive load* (ICL) dan *extraneous cognitive load* (ECL), dan belum mencakup *germane cognitive load* (GCL). Selain itu, instrumen yang digunakan bersifat subjektif karena instrumen angket dan skala yang digunakan bersifat terbalik. Sehingga perlu kehati-hatian dalam interpretasi hasil. Oleh karena itu, instrumen tambahan yang lebih komprehensif sangat diperlukan bagi penelitian lanjutan untuk memperoleh hasil yang lebih baik terkait pengaruh pendekatan *deep learning* berbantuan prinsip multimedia terhadap beban kognitif siswa.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru dalam merancang pembelajaran IPA yang lebih terstruktur dan bermakna, khususnya dalam memanfaatkan prinsip *segmenting* dan *contiguity* untuk menyajikan materi pembelajaran. Dengan strategi pembelajaran yang memperhatikan beban kognitif siswa, guru diharapkan mampu membantu siswa dalam memproses informasi secara lebih efektif, sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga pada optimalisasi proses berpikir siswa. Selain itu, temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi

dan media pembelajaran IPA selanjutnya yang berorientasi pada pembelajaran mendalam serta meminimalkan beban kognitif siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga, dan kerabat yang senantiasa memberikan doa serta motivasi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru mata pelajaran IPA, serta peserta didik yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan penelitian. Apresiasi yang tulus diberikan kepada dosen pembimbing dan para ahli yang telah memberikan arahan serta masukan berharga dalam proses validasi instrumen. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dan kontribusinya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. N., Maelasari, N., & Lusiana. (2025). Pemahaman deep learning dalam pendidikan: Analisis literatur melalui metode systematic literature review (SLR). *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 3229–3236. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7442>.
- Arif, M. N., Parawansyah, M. I., Huda, F. H., & Zulfahmi, M. N. (2025). Strategi menumbuhkan minat belajar siswa melalui pendekatan deep learning. *Jurnal Muassis Pendidikan Dasar*, 4(1), 8–16. <https://doi.org/10.55732/jmpd.v4i1.989>.
- Carin, A. A., & Sund, R. B. (1993). *Teaching science through discovery (7th ed.)*. Macmillan Publishing Company.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning (3rd ed.)*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Collette, A. T., & Koballa, T. R. (1990). *Science instruction in the middle and secondary schools (3rd ed.)*. Merrill Publishing Company.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1995). *Science instruction in the middle and secondary schools (5th ed.)*. Merrill, an imprint of Prentice Hall.
- Fatmawati, Ira. (2025). Transformasi Pembelajaran Sejarah dengan Deep Learning Berbasis Digital Gen Z. *Jurnal REVORMA*, 5(1), 25-39. <https://doi.org/10.62825/revorma.v5i1.140>.

- Febriyana, S., Ahied, M., Fikriyah, A., & Yasir, M. (2021). Profil pemahaman konsep siswa SMP pada materi tata surya. *Natural Science Education Research*, 4(1), 56–64. <https://doi.org/10.21107/nser.v4i1.8140>.
- Firdaus, A. R., & Erman. (2025). Analisis pemahaman peserta didik terhadap konsep zat dan perubahan zat. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 5(1), 499–505. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v5i1.1567>.
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis literatur: Pendekatan pembelajaran deep learning dalam pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 51–57. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i3.4357>.
- Ginting, D., Sulisty, T., Ismiyani, N., Sembiring, M. J., Asfihana, R., Fahmi, A., Suarniti, G. A.M. R., & Mulyani, Y. S. (2022). English language teacher's multimedia knowledge in teaching using technology. *World Journal of English Language*, 12(6), 184–203. <https://doi.org/10.5430/wjel.v12n6p184>.
- Guntara, Y., Permana, F., Shafirah, A., Riau, F., Yusuf, A., Ahdina, A., Agustin, F., Putri, N. W., Nursayidina, V., & Prasetyo, N. H. (2025). Workshop pengembangan rancangan pembelajaran materi fisika SMP berdasarkan kurikulum merdeka. *BEGAWA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 24–28. <https://doi.org/10.62667/begawe.v3i1.169>.
- Hamdi, & Syukri. (2025). Pemanfaatan teori cognitive load dalam desain pembelajaran berbasis multimedia. *Journal of Education, Teaching, and Learning*, 2(1), 185–192. <https://www.journal.formadenglishfoundation.org/index.php/edutecl/article/view/58>.
- Hendriyani, R., Hendrayana, A., & Khaerunnisa, E. (2023). Pengaruh model problem based learning (PBL) termodifikasi cognitive load theory terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis di Kabupaten Serang. *Jurnal Inovasi dan Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 133–142. <https://dx.doi.org/10.62870/wjirpm.v4i2.19899>.
- Hidayani, E. F., Prayitno, H. J., & Handayani, T. (2025). Deep learning: Implementation and impact in Islamic junior high schools. *Journal of Deep Learning*, 1(1), 25–36. <https://journals2.ums.ac.id/index.php/jdl/article/download/11077/3514>.
- Kemendikbud Ristek. (2021). *Panduan pengembangan proyek penguatan profil pelajar Pancasila: Jakarta*. Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kemendikbud Ristek.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2023). *Naskah akademik pembelajaran mendalam*. Jakarta: Kemendikdasmen.

- Khotimah, D. K., & Abdan, M. R. (2025). Analisis pendekatan deep learning untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran PAI di SMKN Pringkuku. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 5(2), 866–879. <https://doi.org/10.53299/jppi.v5i2.1466>.
- Mailani, E., Rarastika, N., Saragih, H. A., Butar, G. J. P., & Tarigan, O. G. (2025). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 3 SD Melalui Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Deep Learning Dan Media Interaktif. *Journal Educational Research and Development*, 1(4), 417-424. <https://jurnal.globalscients.com/index.php/jerd/article/view/465>.
- Maku, S., Abdullah, G., Isnanto., Arif, R. M., Muniati, V., & Arifin. (2025). Pengembangan media pencerdas untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan manusia di kelas v sd. *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 739-751. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5362>.