



Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua

website: <https://journalkipunipa.org/index.php/kpej>



Application of Thermodynamic Wave KIT-based Deep Learning to Reduce Misconceptions in Grade XI High School Students Regarding Heat

Muzdalifa A. Madusila*, Asri Arbie, & Meilan Demulawa

Physics Education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Gorontalo, Indonesia

*Corresponding author: zilfamuzdalipa@gmail.com

Abstract: This study aims to reduce the level of misconceptions experienced by eleventh-grade high school students on Heat material through the application of a deep learning approach combined with the use of the Wave and Thermodynamics KIT. The research method used was a quasi-experimental one-group pretest–posttest design, involving one class as the experimental class and two classes as replication classes. The research instrument was a three-tier multiple-choice diagnostic test used to map students' misconceptions before and after the learning treatment. Data were analysed using descriptive statistics, two-proportion tests, and normalised gain (*n-gain*) calculations. The research findings showed a very significant decrease in the frequency of misconceptions, namely from 6.10 to 1.00 in the experimental class; from 5.53 to 1.40 in the first replication class; and from 6.33 to 1.33 in the second replication class. This decrease was also accompanied by an increase in the conception score in each class, as reflected in average *n-gain* values of 0.69 in the experimental class, 0.72 in the first replication class, and 0.76 in the second replication class. Thus, it can be concluded that the application of deep learning supported by the Wave and Thermodynamics KIT is effective in reducing high school students' misconceptions about Heat material while simultaneously increasing their conceptual understanding to a medium to high level.

Keywords: deep learning, heat, misconceptions, wave and thermodynamics KIT

Penerapan *Deep Learning* berbasis KIT Gelombang Termodinamika untuk Mereduksi Miskonsepsi pada Siswa Kelas XI SMA Materi Kalor

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan tingkat miskonsepsi yang dialami siswa kelas XI SMA pada materi kalor melalui penerapan pendekatan pembelajaran *deep learning* yang dipadukan dengan penggunaan KIT Gelombang dan Termodinamika. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan desain *one-group pretest–posttest*, melibatkan satu kelas sebagai kelas eksperimen serta dua kelas sebagai kelas replikasi. Instrumen penelitian berupa tes diagnostik model *three-tier multiple choice* yang digunakan untuk memetakan miskonsepsi siswa sebelum dan setelah perlakuan pembelajaran. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji dua proporsi, serta perhitungan *normalized gain (n-gain)*. Temuan penelitian menunjukkan adanya penurunan frekuensi miskonsepsi yang sangat signifikan, yakni dari 6,10 menjadi 1,00 pada kelas eksperimen; dari 5,53 menjadi 1,40 pada kelas replikasi pertama; dan dari 6,33 menjadi 1,33 pada kelas replikasi kedua. Penurunan ini juga diikuti oleh peningkatan skor konsepsi pada setiap kelas, yang tercermin dari nilai rata-rata *n-gain* sebesar 0,69 pada kelas eksperimen, 0,72 pada kelas replikasi pertama, dan 0,76 pada kelas replikasi kedua. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *deep learning* yang didukung oleh KIT Gelombang dan Termodinamika efektif dalam mereduksi miskonsepsi siswa SMA pada materi Kalor, sekaligus meningkatkan pemahaman konseptual mereka pada kategori sedang hingga tinggi.

Kata kunci: *deep learning*, kalor, KIT gelombang dan termodinamika, miskonsepsi

PENDAHULUAN

Salah satu konsep fisika yang dekat dengan pengalaman sehari-hari siswa, namun masih sering menimbulkan miskonsepsi, adalah konsep kalor (Kapul et al., 2023). Karena itu, materi kalor menjadi salah satu topik esensial yang selalu diajarkan pada jenjang SMA (Said, 2024). Secara prinsip, ketika dua objek dengan temperatur yang berbeda berinteraksi, energi panas akan mengalir secara alami dari objek yang memiliki temperatur lebih tinggi ke objek yang memiliki temperatur lebih rendah. Dalam situasi ini, benda yang lebih panas cenderung mengeluarkan energi kalor dalam jumlah yang lebih besar (Mahardika et al., 2023). Berdasarkan hambatan tersebut, siswa tentunya tidak akan menerima konsep secara keseluruhan dengan baik (Trisni et al., 2024). Pemahaman dasar mengenai kalor mencakup bagaimana energi panas memengaruhi sifat suatu benda serta mekanisme perpindahannya dari satu objek ke objek lainnya (Kurniawan, 2015).

Pembelajaran fisika di sekolah masih sering menghadapi masalah, antara lain kesalahpahaman konsep siswa, yaitu ketidaksesuaian dengan konsep ilmiah yang disebut miskonsepsi. Miskonsepsi dapat terjadi akibat rasa percaya diri individu terhadap suatu jawaban yang belum sesuai dengan teori ilmiah, sehingga menimbulkan kesalahan konsep (Manurung, 2022). Miskonsepsi didefinisikan sebagai perbedaan antara pemahaman siswa dan konsep ilmiah yang benar, yang sering kali terbentuk akibat interpretasi keliru, pengalaman sehari-hari yang tidak sesuai dengan sains, atau metode pengajaran yang tidak mendukung (Haerunnisa et al., 2022). Pembelajaran fisika tidak hanya berfokus pada hafalan, melainkan menuntut pemahaman konsep yang mendalam serta kemampuan menerapkannya dalam berbagai situasi nyata. Dengan demikian, penguasaan konsep menjadi faktor fundamental dalam menyelesaikan berbagai persoalan fisika, baik yang muncul dalam konteks pembelajaran, kehidupan sehari-hari, maupun lingkungan pendidikan formal (Busyairi et al., 2022). Sebelum menerima materi pelajaran fisika, siswa sering kali telah memiliki hipotesis awal atau pemahaman sendiri tentang konsep yang akan dipelajari. Banyak siswa juga mengalami miskonsepsi pada konsep-konsep dasar kalor, seperti perpindahan kalor serta hubungan antara kalor dan suhu. Miskonsepsi ini terjadi akibat kurangnya pendekatan pembelajaran yang melibatkan eksplorasi mendalam serta praktik langsung. Untuk mendukung keberhasilan proses pembelajaran, penting bagi guru untuk mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi yang dimiliki siswa terkait materi kalor. Apabila miskonsepsi tidak disadari oleh guru maupun siswa itu sendiri, maka miskonsepsi tersebut akan dianggap benar dan terus dipertahankan. Miskonsepsi yang tidak terdeteksi dan tidak dikoreksi dapat bertahan lama dan menghambat pemahaman siswa terhadap konsep berikutnya (Fitriah, 2017). Kondisi ini menunjukkan bahwa kesalahan konsep bukan hanya persoalan pemahaman sesaat, melainkan dapat menimbulkan efek berantai dalam proses belajar siswa.

Miskonsepsi adalah kekeliruan dalam menginterpretasikan sebuah konsep yang bertentangan dengan pendekatan ilmiah. Untuk mengetahui pemahaman seseorang terhadap suatu pengetahuan, perlu ditelusuri akar permasalahannya terlebih dahulu. Setelah itu, seseorang dapat mengaitkan fenomena tersebut dengan informasi dan pengalaman yang dimilikinya sebelumnya (Dewi & Ibrahim, 2019). Dengan memahami akar penyebab miskonsepsi, upaya perbaikan dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran sehingga proses pembelajaran tidak lagi dibangun di atas pemahaman yang keliru. Karena miskonsepsi dapat memicu kesalahan konsep yang lebih lanjut, penting untuk segera mengatasinya. Strategi perubahan konseptual dan pembelajaran aktif secara konsisten dapat mengurangi miskonsepsi (Samsudin et al., 2024).

Salah satu pendekatan yang berpotensi mendukung proses perubahan konseptual tersebut adalah *deep learning*. Pendekatan *deep learning* atau disebut juga pembelajaran

mendalam ialah salah satu strategi yang akan meningkatkan kualitas serta efektivitas proses pembelajaran. Selain itu, penerapan pendekatan ini sangat dinilai karena memiliki potensi besar untuk mengatasi krisis pembelajaran sekaligus mendorong terciptanya pendidikan yang merata dan berkualitas bagi seluruh siswa (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025). Pendekatan ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan antara konsep ilmiah yang benar dan pemahaman siswa terhadap fenomena sehari-hari. Melalui penciptaan konflik kognitif, siswa diperkuat untuk memperbaiki pemahamannya dan mengakomodasi konsep yang benar sesuai dengan kaidah ilmiah (Pebriyanti & Sahidu., 2015). Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang berfokus pada *deep learning*, sistem pembelajaran yang digunakan sebaiknya bersifat adaptif dan mampu memberikan umpan balik secara berkelanjutan kepada guru maupun siswa. Melalui pendekatan *deep learning*, kekuatan dan kelemahan siswa dapat diidentifikasi serta diprediksi dengan lebih akurat, sehingga guru dapat memberikan intervensi yang tepat guna meningkatkan hasil belajar (Andriana., 2021). Secara ide, metode *deep learning* ini memiliki kelebihan dalam memperdalam pemahaman serta melatih keterampilan berpikir analitis siswa (Sugden et al., 2021). Melalui kolaborasi dengan berbagai pihak, *deep learning* dapat membantu siswa mengenali dan memahami kemampuan, potensi, minat, serta kelebihan dan kekurangan mereka secara lebih komprehensif. Selain itu, pembelajaran mendalam juga bertujuan untuk menumbuhkan kepemimpinan, kreativitas, dan keterampilan (Mutawadia et al., 2023).

Dalam ranah pembelajaran yang mendalam, pembelajaran dalam arti luas dikenal sebagai metode yang berfokus pada penciptaan pengalaman belajar yang penuh kesadaran, signifikan, dan menyenangkan melalui integrasi proses berpikir, merasakan, meleburkan emosi, serta aktivitas fisik secara menyeluruh (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025). Oleh karena itu, metode *deep learning* yang menekankan pengalaman belajar yang menyeluruh dan bermakna sangat relevan untuk diterapkan dalam sistem pendidikan di Indonesia (Suwandi et al., 2024). Pendekatan ini memungkinkan siswa mempelajari topik pembelajaran secara kontekstual dan lebih mendalam sesuai dengan minat serta potensi masing-masing (Sari, 2023). Keberhasilan penerapan pendekatan pembelajaran mendalam sangat dipengaruhi oleh kualitas pelatihan dan pengembangan profesional bagi para guru. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pembelajaran yang mendalam memerlukan pendidik yang tidak hanya ahli dalam materi yang diajarkan, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang signifikan dan mendalam bagi siswa. Pendidik yang terus-menerus mengembangkan keterampilan dan pengetahuan mereka mengenai pendekatan inovatif dalam pembelajaran dapat menciptakan suasana belajar yang lebih efisien (Hamda et al., 2021). Selain itu, pendekatan *deep learning* dinilai efektif dalam mengatasi miskonsepsi karena menekankan proses eksplorasi konsep secara mendalam, pengaitan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, serta penguatan pemahaman konseptual melalui refleksi dan dialog yang bermakna. Pembelajaran yang menstimulasi berpikir kritis dan menciptakan konflik kognitif terarah membantu siswa menemukan ketidaksesuaian dalam pemahaman awalnya, sehingga miskonsepsi dapat direstrukturisasi menjadi konsep ilmiah yang tepat (Rahmawati & Jatmiko, 2020). Metode pembelajaran yang memungkinkan siswa merefleksikan, berdiskusi, dan membangun kembali pemahaman mereka secara aktif terbukti dapat memberikan kontribusi besar dalam mengurangi dan mencegah munculnya miskonsepsi baru (Saputra et al., 2022).

Sesuai dengan dasar pendidikan yang menekankan pengalaman belajar yang interaktif dan bermakna, penerapan alat praktikum seperti KIT Fisika juga berperan penting dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Penggunaan KIT membantu menciptakan

pembelajaran yang lebih kontekstual dan eksploratif, sehingga mendukung proses restrukturisasi konsep yang diperlukan untuk mengatasi miskonsepsi. Peralatan praktikum berperan dalam meningkatkan hasil belajar melalui pendekatan yang aktif, inovatif, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Religia & Achmadi, 2017). KIT tidak hanya berfungsi dalam kegiatan praktikum, tetapi juga efektif digunakan dalam demonstrasi kelas. Kombinasi penggunaan KIT dan praktik langsung memudahkan siswa memahami konsep fisika secara lebih konkret (Abdul & Uloli, 2020). Lebih jauh, penerapan KIT dalam pembelajaran dapat memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dan menjadi strategi yang efektif dalam perubahan konseptual, karena mampu menurunkan miskonsepsi sekaligus memperkuat pemahaman konsep melalui pengalaman praktikum yang lebih bermakna (Solikhah et al., 2025).

Penerapan pendekatan *deep learning* yang diintegrasikan dengan metode praktikum berbasis eksperimen, yang di dalamnya digunakan KIT Gelombang dan Termodinamika, menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Selain itu, (Karo-Karo et al., 2021) menekankan bahwa pemahaman model mental siswa tentang konduksi kalor sering berbeda dari konsep ilmiah, sehingga penggunaan peralatan praktikum dan pendekatan mendalam sangat penting.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen semu (*quasi-experiment*) dengan desain *one group pretest-posttest* (Sugiyono, 2019). Pilihan desain ini memungkinkan peneliti membandingkan hasil belajar sebagai efek dari perlakuan pembelajaran atau perubahan frekuensi miskonsepsi siswa sebelum dan sesudah perlakuan (*treatment*) diberikan, tanpa menggunakan kelompok kontrol. Metode penelitian eksperimen digunakan untuk menelaah pengaruh penerapan pendekatan *deep learning* beserta KIT Gelombang dan Termodinamika dalam pembelajaran fisika terhadap penurunan frekuensi miskonsepsi siswa pada materi kalor. Penelitian ini melibatkan satu kelas eksperimen serta dua kelas replikasi (replikasi 1 dan replikasi 2) untuk memastikan konsistensi temuan yang diperoleh. Oleh karena itu, perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen disamakan dengan perlakuan yang diberikan pada kedua kelas replikasi. Dengan pendekatan tersebut, hasil penelitian diharapkan memiliki tingkat keakuratan dan keandalan yang lebih tinggi.

Subjek dalam penelitian ini terdiri dari siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Suwawa pada tahun akademik 2024/2025 yang mengikuti paket mata pelajaran yang mencakup Fisika. Secara keseluruhan, terdapat 90 siswa yang menjadi subjek penelitian, terbagi menjadi 30 siswa di kelas XI A, 30 siswa di kelas XI B, dan 30 siswa di kelas XI. Penentuan sampel dilakukan dengan teknik total sampling. Melalui pemilihan acak, Kelas XI-C ditetapkan sebagai kelas eksperimen, sementara Kelas XI-B dan Kelas XI-A dijadikan sebagai kelas replikasi 1 dan 2.

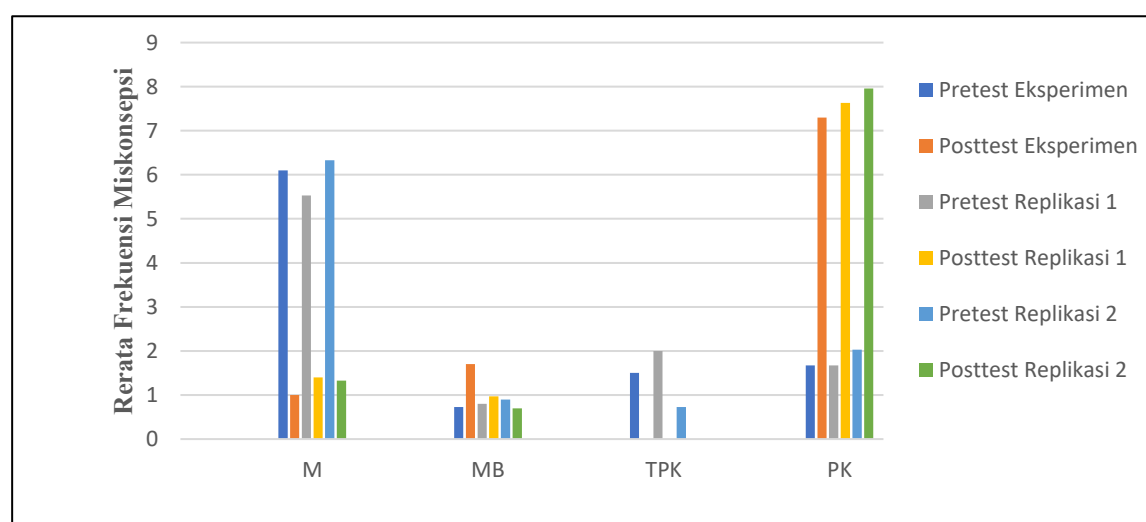
Proses validasi perangkat pembelajaran merupakan langkah pertama yang dilakukan sebelum kegiatan belajar dimulai. Tujuan pengesahan ini adalah untuk menjamin bahwa alat pembelajaran yang digunakan telah memenuhi persyaratan. Evaluasi dilaksanakan oleh para pakar (*expert judgment*), tepatnya 3 dosen fisika dari Universitas Negeri Gorontalo yang bertindak sebagai validator. Mereka mengevaluasi perangkat pembelajaran berdasarkan indikator tertentu yang tertuang dalam lembar validasi, dan koefisien validitas perangkat dihitung menggunakan rumus *Positive Predictive Value* (PPV) (Widayako, 2012). Berdasarkan perhitungan dengan rumus tersebut, diperoleh koefisien validitas perangkat pada rentang 92 hingga 93, yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berada pada kategori sangat valid.

Salah satu model instrumen yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Three-Tier Test Multiple Choice*, yaitu salah satu bentuk tes yang dirancang untuk mendeteksi status konsepsi siswa. Tes ini terdiri atas tiga tingkatan: jawaban yang dipilih siswa pada tingkat pertama, alasan siswa memilih pilihan tersebut pada tingkat kedua, dan tingkat ketiga menunjukkan tingkat keyakinan siswa terhadap pilihan tersebut. Tes ini diberikan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah pembelajaran (*posttest*). Tes tersebut mengandung 10 butir soal pilihan ganda, dengan setiap butir bersifat valid. Koefisien validitas butir tes tersebut diindikasikan oleh koefisien korelasi produk moment *Spearman-Brown* antara skor butir tes dan skor total tes, yang dihitung dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excell*. Nilai koefisien validitas butir soal ternyata berada dalam rentang 0,36 hingga 0,63, yang menunjukkan bahwa seluruh butir soal berstatus valid, sebagaimana disebutkan sebelumnya. Dalam penelitian ini, uji reliabilitas tes dilakukan dengan memanfaatkan rumus *Kuder-Richardson (KR-20)* sesuai dengan pendapat Sugiyono (2005). Hasil kalkulasi dengan rumus tersebut menunjukkan koefisien reliabilitas sebesar 0,52 yang terklasifikasi dalam kategori reliabel. Angka ini mencerminkan tingkat konsistensi pengukuran pada matriks skor *posttest*.

Analisis statistik deskriptif dan inferensial dilakukan pada data sampel. Untuk menentukan perubahan frekuensi status miskonsepsi, dilakukan pengujian statistik menggunakan teknik uji dua proporsi (Sudjana, 2005), sedangkan peningkatan skor konsepsi dianalisis menggunakan analisis *n-gain*, yang mencakup *single student normalized gain*, *course average normalized gain*, dan *n-gain* per indikator (Hake, 1998). Berdasarkan nilai *n-gain*, tingkatan kenaikan skor konsepsi dikategorisasi sebagai kategori rendah, kategori sedang, dan kategori tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

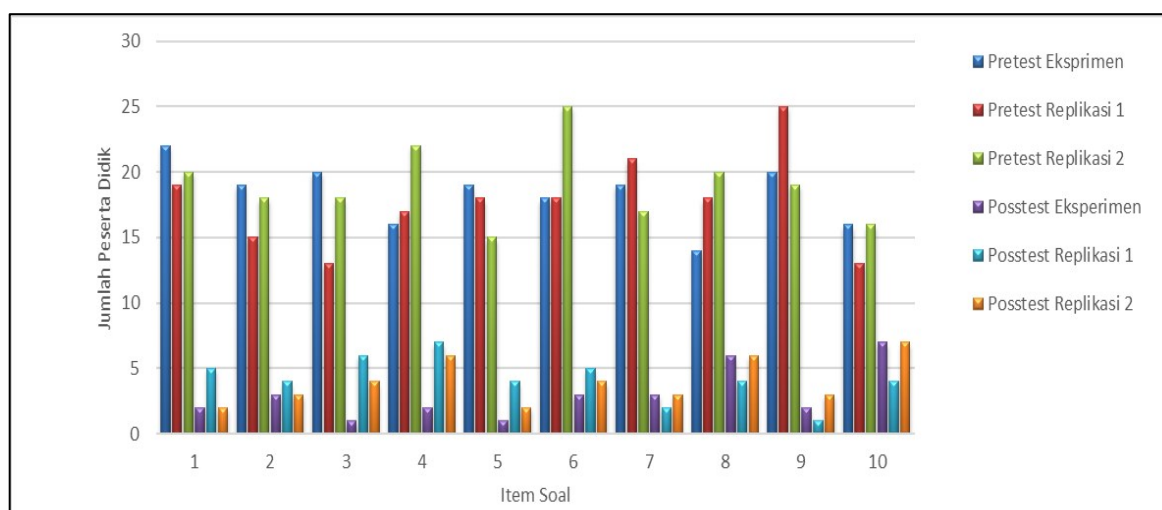
Salah satu hasil utama dari penelitian ini adalah informasi frekuensi untuk setiap status pemahaman siswa terhadap materi kalor. Gambar 1 menunjukkan frekuensi kasus miskonsepsi (M), menebak (MB), tidak paham konsep (TPK), dan paham konsep (PK).



Gambar 1. Frekuensi Status Konsepsi Siswa Sebelum dan Sesudah Perlakuan untuk Kelas Eksperimen dan Kelas-Kelas Replikasi

Berdasarkan Gambar 1, hasil tes awal (*pretest*) menunjukkan bahwa kategori miskonsepsi (M) mendominasi di kalangan siswa dengan frekuensi relatif yang tinggi, yaitu sekitar 6-7 kasus. Sebaliknya, kategori lain seperti paham konsep (PK), menebak

(MB), dan tidak paham konsep (TPK) hanya muncul dengan frekuensi yang sangat rendah, yakni sekitar 1-2 kasus. Setelah diberikan perlakuan menggunakan pendekatan *deep learning* dan KIT Gelombang dan Termodinamika, hasil *posttest* menunjukkan perubahan yang signifikan. Terjadi penurunan jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi secara jelas. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan yang diberikan efektif dalam menggeser konsepsi siswa dari miskonsepsi ke pemahaman yang lebih tepat.

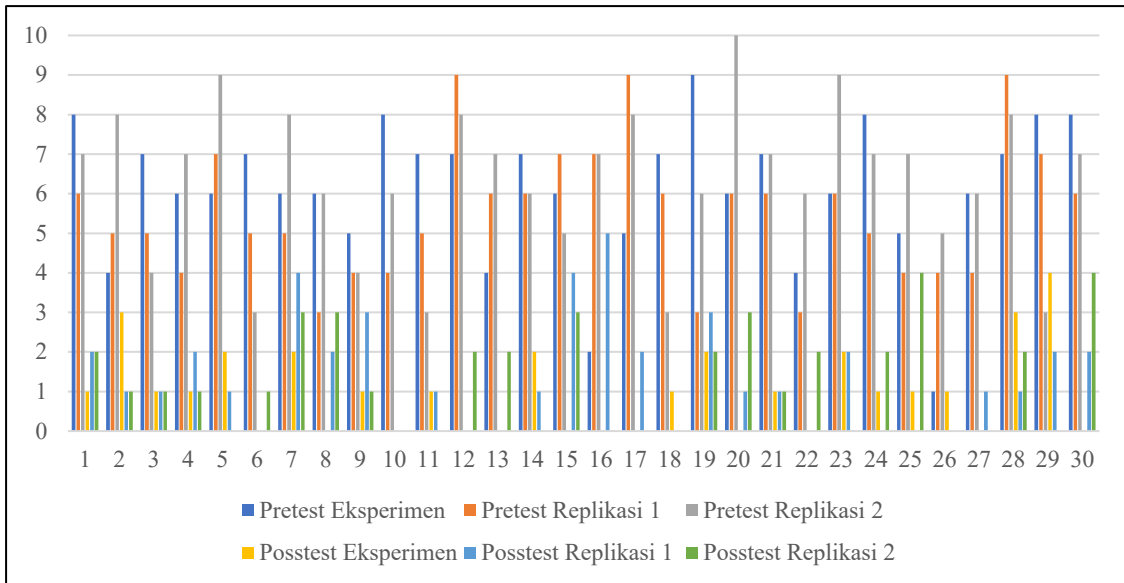


Gambar 2. Jumlah Siswa yang Mengalami Miskonsepsi per Item Soal Kelas Eksperimen dan Kelas-Kelas Replikasi

Berdasarkan Gambar 2, dapat diamati penurunan frekuensi miskonsepsi siswa pada setiap butir soal setelah perlakuan diterapkan dalam pembelajaran topik kalor. Sebagai ilustrasi, pada soal nomor 1 di kelas eksperimen, jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi menurun secara signifikan dari 22 orang pada saat *pretest* menjadi hanya 2 orang pada saat *posttest*. Pola penurunan yang konsisten ini tidak hanya teramati pada soal tersebut, tetapi juga terjadi pada sebagian besar butir soal lainnya, yang mengindikasikan efektivitas intervensi pembelajaran dalam mengurangi kesalahpahaman konseptual secara menyeluruh.

Pada 10 butir pertanyaan yang diajukan kepada para siswa, miskonsepsi yang paling sering muncul berkaitan dengan prinsip asas black di mana siswa menganggap bahwa jumlah kalor yang masuk selalu setara dengan jumlah kalor yang dilepaskan secara keseluruhan. Pandangan ini bertentangan dengan prinsip ilmiah yang menyatakan bahwa sebuah sistem tertutup yang terisolasi, kalor yang dikeluarkan oleh objek dengan suhu tinggi memiliki ukuran yang sama dengan kalor yang objek terima dengan suhu rendah sampai mencapai keadaan kesetimbangan termal.

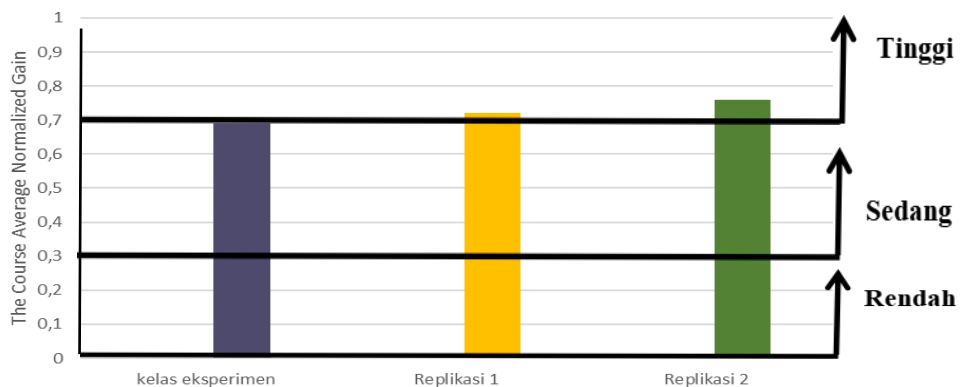
Siswa juga mengalami miskonsepsi tentang perubahan suhu dan wujud zat dengan beranggapan bahwa penambahan kalor selalu mengakibatkan kenaikan suhu yang terukur pada termometer. Dalam pemahaman ilmiah, penambahan kalor tidak selalu sejalan dengan peningkatan suhu. Dalam beberapa situasi, energi yang diberikan justru digunakan untuk mengubah bentuk zat, alih-alih untuk menaikkan suhunya. Para pelajar sering menyangka bahwa kalor dan suhu identik, padahal keduanya memiliki perbedaan yang jelas. Suhu diartikan sebagai ukuran derajat panas atau dingin yang diukur pada skala tertentu. Di sisi lain, kalor adalah energi yang berpindah dari objek yang lebih panas ke objek yang lebih dingin (Haryono, 2020).



Gambar 3. Jumlah Frekuensi Miskonsepsi Sebelum Perlakuan dan Sesudah Perlakuan pada Setiap Responden

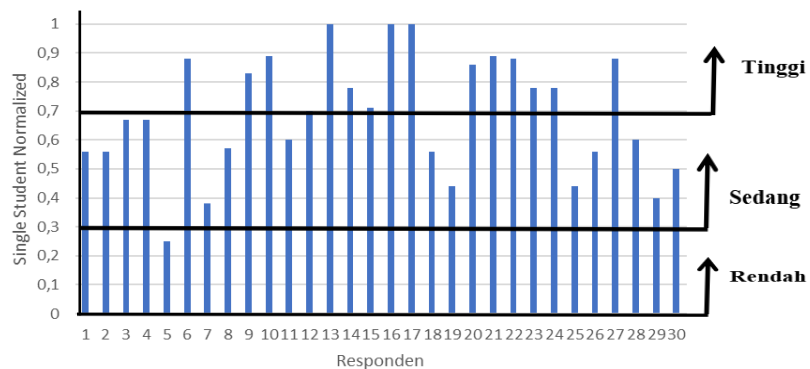
Dalam Gambar 3, terdapat indikasi bahwa frekuensi miskonsepsi pada *posttest* setiap peserta di kelas eksperimen, kelas replikasi 1, dan kelas replikasi 2 lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi miskonsepsi pada *pretest*. Sebagai contoh konkret, Responden 1 di kelas eksperimen menunjukkan penurunan jumlah miskonsepsi dari 8 menjadi hanya 1 butir setelah intervensi pembelajaran. Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa miskonsepsi paling dominan terjadi pada pemahaman Asas Black, di mana siswa keliru menganggap bahwa kalor yang masuk sama dengan kalor yang dilepaskan dalam segala kondisi.

Proses remediasi dilakukan melalui aktivitas praktikum berbasis *deep learning* dan penggunaan KIT Gelombang dan Termodinamika, di mana siswa secara langsung mengukur massa dan suhu awal air panas dan air dingin sebelum pencampuran dalam kalorimeter, mencatat suhu akhir campuran, serta menghitung besaran kalor yang dilepaskan dan diterima oleh masing-masing zat. Pembelajaran eksperiensial ini terbukti efektif dalam mengonstruksi pemahaman konseptual yang benar, yang tercermin dari berkurangnya secara signifikan frekuensi miskonsepsi pada seluruh siswa.



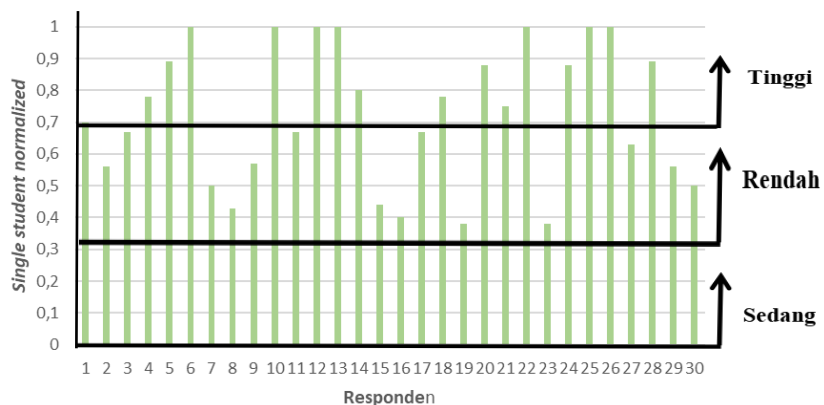
Gambar 4. The Course Average Normalized Gain Kelas Eksperimen, Replikasi 1, dan Replikasi 2

Hasil pembelajaran pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa pada topik kalor mengalami peningkatan kuantitatif pada semua kelas setelah diberikan perlakuan. Perlakuan tersebut berupa penggunaan KIT Gelombang dan Termodinamika yang diintegrasikan ke dalam model pembelajaran *deep learning*. Keberhasilan *deep learning* dengan penggunaan KIT Gelombang dan Termodinamika ini tercermin dari nilai *The Course Average Normalized Gain (g)*. Nilai gain kelas eksperimen berada pada kategori sedang (0,65), sementara nilai pada kelas replikasi 1 dan 2 mencapai kategori tinggi, masing-masing sebesar 0,73 dan 0,72. Dengan demikian, meskipun belum sepenuhnya mencapai kategori tinggi, penerapan pembelajaran ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan mengurangi miskonsepsi siswa.



Gambar 5. Analisis *N-gain* Kelas Eksperimen

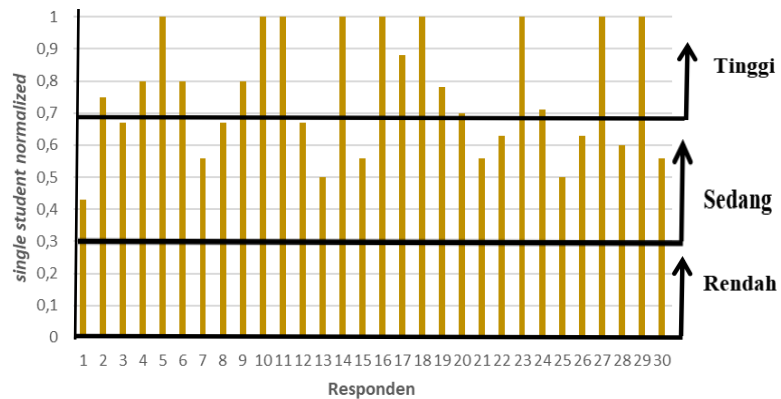
Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa pemahaman konseptual siswa di kelas eksperimen meningkat secara signifikan setelah penerapan perlakuan. Perlakuan tersebut berupa integrasi pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) dengan penggunaan KIT Gelombang dan Termodinamika dalam pembelajaran materi kalor. Secara lebih rinci, dari seluruh responden di kelas tersebut, sebanyak 15 orang menunjukkan peningkatan pemahaman dalam kategori tinggi, 14 orang dalam kategori sedang, dan hanya 1 orang yang peningkatannya tergolong rendah. Hasil ini secara jelas mengonfirmasi bahwa strategi pembelajaran yang diterapkan telah berhasil memberikan pengaruh yang konstruktif dan efektif dalam meminimalkan miskonsepsi yang dimiliki siswa.



Gambar 6. Analisis *N-gain* Kelas Replikasi 1

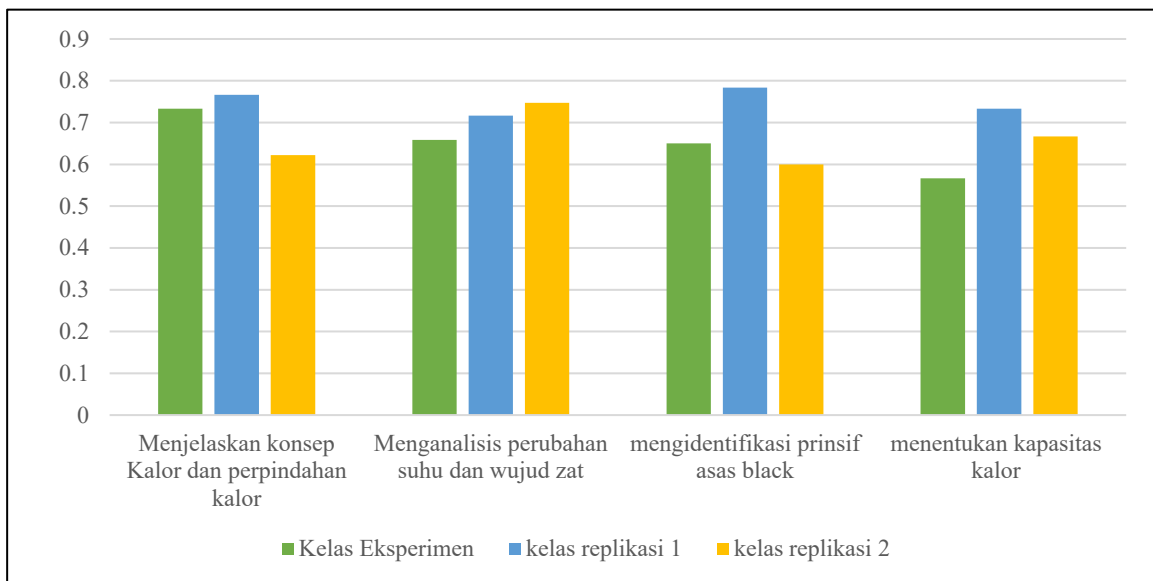
Hasil analisis pada Gambar 6 menunjukkan bahwa perlakuan berupa integrasi pendekatan *deep learning* dan KIT Gelombang dan Termodinamika berhasil meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Peningkatan ini tercermin dari distribusi *n-gain* yang menunjukkan bahwa 16 responden mengalami peningkatan dalam kategori

tinggi dan 14 responden dalam kategori sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan pembelajaran tersebut mampu memberikan dampak positif yang konsisten terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa.



Gambar 7. Analisis *N-gain* Kelas Replikasi 2

Gambar 7 menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan berpengaruh positif terhadap pemahaman siswa. Dari jumlah responden di kelas ini, 17 siswa menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan (kategori tinggi), sedangkan 13 siswa lainnya mengalami kemajuan yang signifikan (kategori sedang). Hal ini membuktikan bahwa metode pembelajaran ini benar-benar berhasil dan konsisten dalam meningkatkan pemahaman siswa.



Gambar 8. Analisis *N-gain* per Indikator

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya penurunan frekuensi miskonsepsi yang signifikan pada seluruh kelas yang diberi perlakuan, baik kelas eksperimen maupun kelas-kelas replikasi. Berdasarkan analisis data yang divisualisasi dalam Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa implementasi KIT Gelombang dan Termodinamika berkontribusi terhadap penurunan kuantitatif frekuensi miskonsepsi siswa. Penurunan ini bersifat konsisten dan dapat diamati pada setiap indikator pembelajaran di semua kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas replikasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan peralatan praktikum tersebut secara efektif membangun pemahaman konseptual yang

benar pada materi kalor, sekaligus menegaskan keefektifannya sebagai sebuah strategi dalam meremediasi miskonsepsi. Secara khusus, penurunan rata-rata miskonsepsi dari 6,10 menjadi 1,00 pada kelas eksperimen, serta pola serupa pada kelas replikasi, menunjukkan bahwa intervensi pembelajaran tidak hanya bersifat sementara, tetapi berkontribusi langsung terhadap rekonstruksi pemahaman konseptual siswa.

Dari analisis *pretest* penelitian teridentifikasi adanya miskonsepsi pada siswa terkait materi kalor yang dapat dikelompokkan dari beberapa subbab, yaitu: 1) pada konsep kalor dan perpindahannya, siswa menganggap kalor sebagai zat yang dapat berpindah, menyamakan kalor dengan suhu, serta beranggapan bahwa perpindahan kalor hanya terjadi pada benda padat, 2) terkait perubahan suhu dan wujud zat, miskonsepsi yang muncul di antaranya adalah keyakinan bahwa dua benda dengan suhu yang sama pasti memiliki jumlah kalor yang sama, bahwa penambahan kalor selalu menyebabkan kenaikan suhu, dan bahwa perubahan wujud selalu disertai perubahan suhu, 3) pada pemahaman Asas Black, siswa sering kali berasumsi bahwa kalor yang masuk setara dengan kalor yang dilepaskan dalam semua kondisi, serta bahwa kalor berpindah dengan kecepatan yang konstan, 4) mengenai kapasitas kalor, terdapat miskonsepsi bahwa logam akan selalu terasa lebih panas daripada air hanya karena pada awalnya lebih panas, tanpa mempertimbangkan perbedaan kapasitas kalor dan kalor jenis antara kedua material tersebut. Dari beragam kesalahpahaman yang telah dikelompokkan ke dalam beberapa subbab, dapat diidentifikasi sejumlah miskonsepsi yang sering dialami siswa. Berikut ini uraian miskonsepsi-miskonsepsi utama tersebut beserta percobaan yang dirancang untuk mengatasinya.

Pada percobaan pertama, siswa mengamati proses terjadinya konduksi untuk mengatasi miskonsepsi bahwa kalor adalah zat yang dapat berpindah. Kegiatan praktikum dilakukan dengan menempelkan beberapa lilin kecil pada batang logam dengan jarak 2 cm dari ujung yang dipanaskan. Prosedur ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana kalor merambat melalui medium padat (logam) akibat perbedaan suhu di sepanjang batang tersebut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lilin tidak meleleh secara bersamaan, melainkan secara bertahap dimulai dari lilin yang paling dekat dengan sumber panas. Fenomena ini menunjukkan bahwa perpindahan kalor memerlukan waktu dan terjadi secara bertahap melalui getaran partikel-partikel logam di sepanjang batang (Sari et al., 2023).

Pengamatan ini membuktikan bahwa kalor bukanlah zat, melainkan energi yang berpindah akibat perbedaan suhu. Selain itu, dengan posisi batang yang horizontal, siswa juga memahami bahwa perambatan kalor secara konduksi dapat terjadi ke berbagai arah, tidak hanya ke atas atau ke bawah. Melalui pengalaman langsung ini, miskonsepsi bahwa kalor adalah zat yang berpindah dapat dikurangi. Untuk mengamati perpindahan kalor secara konveksi, digunakan gelas beker berisi air yang diberi tetesan pewarna pada bagian dasar, kemudian dipanaskan dengan pembakar spiritus. Percobaan ini bertujuan untuk memperlihatkan bagaimana kalor berpindah melalui pergerakan partikel dalam fluida (air) akibat perbedaan suhu dan massa jenis (Huang et al., 2020).

Siswa mengamati bahwa pewarna tidak menyebar secara acak, melainkan mengikuti pola aliran tertentu. Air panas yang massanya lebih ringan bergerak naik ke atas, sementara air yang lebih dingin dan lebih berat turun ke bawah menggantikan posisinya (Huang et al., 2025). Hal ini menunjukkan terbentuknya arus konveksi dalam air. Melalui percobaan ini, siswa memahami bahwa suhu dan kalor merupakan dua hal yang berbeda, meskipun keduanya saling berkaitan. Suhu adalah besaran yang diukur dengan termometer, sedangkan kalor adalah energi yang berpindah akibat perbedaan suhu. Pola aliran pewarna yang dinamis menunjukkan bahwa kalor diangkut melalui pergerakan molekul air.

Percobaan ini memperjelas bahwa kalor berpindah dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah, serta menunjukkan bahwa kalor bukanlah sesuatu yang “diam”, melainkan berpindah melalui aliran massa zat perantara. Dengan demikian, anggapan bahwa kalor dan suhu adalah hal yang sama dapat diluruskan melalui pengamatan langsung. Selain melalui konduksi dan konveksi, kalor juga dapat berpindah secara radiasi tanpa memerlukan medium perantara. Hal ini dibuktikan melalui percobaan dengan meletakkan kertas berwarna hitam dan putih di bawah sinar matahari. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu kertas hitam lebih tinggi dibandingkan dengan kertas putih. Perbedaan ini terjadi karena kertas hitam menyerap lebih banyak energi radiasi, sedangkan kertas putih lebih banyak memantulkan energi tersebut (Yulianti., 2021). Percobaan ini menolak miskonsepsi bahwa perpindahan kalor hanya terjadi pada benda padat atau melalui kontak langsung. Siswa menyimpulkan bahwa kalor juga dapat berpindah melalui gelombang elektromagnetik, dan warna permukaan benda berpengaruh besar terhadap daya serap kalor.

Pada percobaan kedua, siswa memiliki miskonsepsi bahwa setiap penambahan kalor selalu menyebabkan kenaikan suhu. Mereka juga menganggap bahwa perubahan wujud selalu disertai dengan perubahan suhu yang terus meningkat. Untuk menguji anggapan tersebut, siswa memanaskan es batu di dalam panci kecil sambil mencatat perubahan suhu setiap 1 menit menggunakan termometer, hingga es mencair dan airnya mencapai titik didih. Hasil pengamatan menunjukkan adanya fase suhu tetap pada 0°C saat es mencair dan sekitar 100°C saat air mendidih. Pada fase ini, kalor tetap diserap, tetapi suhu tidak mengalami kenaikan. Siswa memahami bahwa pada saat perubahan wujud, kalor digunakan untuk memutus ikatan antarpartikel, bukan untuk menaikkan suhu. Dengan demikian, miskonsepsi bahwa suhu selalu meningkat ketika benda menerima kalor berhasil diperbaiki (Romiizah & Helmi, 2023).

Pada percobaan ketiga, siswa beranggapan bahwa suhu akhir campuran air panas dan air dingin adalah rata-rata sederhana dari suhu awal. Mereka juga mengira air panas akan “memberikan semua panasnya” kepada air dingin. Siswa mengukur massa dan suhu awal air panas serta air dingin, lalu mencampurkannya ke dalam kalorimeter. Setelah itu, mereka mencatat suhu akhir campuran. Dari data yang diperoleh, siswa menghitung kalor yang dilepaskan oleh air panas dan kalor yang diterima oleh air dingin. Hasilnya menunjukkan bahwa kalor yang dilepas mendekati sama dengan kalor yang diterima, sesuai dengan *Asas Black*, yaitu $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$. Siswa menyimpulkan bahwa suhu akhir campuran tidak ditentukan oleh rata-rata sederhana, melainkan oleh massa dan kalor jenis masing-masing zat. Perpindahan kalor akan berhenti ketika tercapai kesetimbangan termal, yaitu saat suhu kedua zat menjadi sama (Bera et al., 2017).

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan pendekatan *deep learning* yang diintegrasikan dengan KIT Gelombang dan Termodinamika terbukti efektif mengurangi miskonsepsi siswa kelas XI SMA di topik Kalor, yang diiringi dengan perbaikan konsepsi. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan signifikan jumlah miskonsepsi pada setiap butir soal dan pada setiap siswa setelah perlakuan pada kelas eksperimen maupun kelas-kelas replikasi. Selain itu, temuan penelitian semakin diperkuat oleh hasil analisis *normalized gain* (N-gain) yang menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual siswa berada pada kategori sedang hingga tinggi, dengan nilai *N-gain* sebesar 0,69 pada kelas eksperimen, 0,72 pada kelas replikasi 1, dan 0,76 pada kelas replikasi 2. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran tidak hanya berhasil mereduksi miskonsepsi, tetapi juga secara konsisten meningkatkan penguasaan konsep fisika secara signifikan di seluruh kelas yang

diteliti. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran yang digunakan dapat dinyatakan efektif dalam memperkuat pemahaman konsep serta meremediasi miskonsepsi pada materi kalor.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya pengembangan penelitian lebih lanjut dengan mengeksplorasi efektivitas pendekatan serupa pada materi fisika lain atau pada jenjang pendidikan yang berbeda. Selain itu, penelitian mendatang dapat menyelidiki dampak penerapan kombinasi ini pada aspek afektif dan psikomotorik siswa, seperti motivasi belajar dan keterampilan proses sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, T., & Uloli, R. (2020). Peningkatan Kreativitas Siswa Melalui Penggunaan KIT IPA pada Pembelajaran Fisika. *Jambura Physics Journal*, 1(2), 65–77. <https://doi.org/10.34312/jpj.v1i2.5382>
- Andriana, A. (2021). Model Pembelajaran Berbasis Deep Learning Bagi Siswa Inklusi di Pendidikan Vokasi. *Jurnal Tiarsie*, 18(4), 127-132. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v18i4.129>
- Bera, M. N., Riera, A., Lewenstein, M., & Winter, A. (2017). Generalized Laws of Thermodynamics in the Presence of Correlations. *Nature Communications*, 8(1), 2180. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02370-x>
- Busyairi, A., Munandar, R., Apsari, P. A., Wahyuni, A., Nurhasanah, & Diarta, M. H. (2022). Identification of Prospective Physics Teacher's Misconceptions of Temperature and Heat Concept Using the Three-Tier Test. *Amplitudo: Journal of Science & Technology Innovation*, 1(2), 48-53. <https://doi.org/10.56566/amplitudo.v1i2.9>
- Dewi, S. Z., & Ibrahim, H. T. (2019). Pentingnya Pemahaman Konsep untuk Mengatasi Miskonsepsi dalam Materi Belajar IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal pendidikan Universitas Garut*, 13(1), 130-136. <https://doi.org/10.52434/jp.v13i1.823>
- Fitriah, L. (2017). Diagnosis Miskonsepsi Siswa pada Materi Kalor dengan Menggunakan Three-Tier Essay dan Open-Ended Test Items. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 168-181. <https://doi.org/10.20527/bipf.v5i2.3007>
- Haerunnisa, H., Prasetyaningsih, P., & Biru, L. T. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa SMP pada Konsep Getaran dan Gelombang. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 428–433. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.428-433>
- 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>
- Hamda, N., Nurhasanah, E., & Tasia, F. E. (2021). Peran Guru dalam Pelaksanaan Pembelajaran Inovatif. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*. 1(2), 130-136. <http://pijarpemikiran.com/index.php/Aufklarung/article/view/279>
- Haryono, E.,H., (2020). *Kalor*. Pustaka Ilalang Group.
- Huang, X.-J., Gao, G.-Y., & Li, Y.-R. (2025). Experimental and Numerical Study of Turbulent Penetrative Rayleigh-Bénard Flow of Water Near 4 °C in a Box-Shaped Container. *Case Studies in Thermal Engineering*, 65, 105594. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.105594>
- Huang, Y., He, X., Jiang, P., & Zhu, H. (2020). Effect of Non-Uniform Inlet Velocity Profile on Flow Field Characteristics of a Bluff Body. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 118, 110152. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2020.110152>

- Kapul, M., V. Lantik, & K.A. Astiti. (2023). Analisis Miskonsepsi Siswa dan Alternatif Remediasinya pada Konsep Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 13(1), 17–23. <https://doi.org/10.23887/jppii.v13i1.56275>
- Karo-Karo, E. K., Sari, I. M., & Suwarma, I. R. (2021). Investigasi Model Mental Konduksi Kalor Siswa SMA. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(1), 39–48. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i1.10987>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah Akademik: Pembelajaran Mendalam Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua*. Pusat Kurikulum dan Pembelajaran.
- Kurniawan, F. A., Sulhadi, S., & Yulianto. (2015). A. Development of Web Based Learning Material in Physics Subject for Kalor and Temperature Material. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 5(02), 57-64. <https://jurnal.uns.ac.id/ijap/article/view/292>
- Mahardika, I. K., Bektiarso, S., Santoso, R. A., Novit, A., Saiylendra, R. B., & Dewi, R. K. (2023). Analisis Peran Suhu pada Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Stroberi. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 5(2), 86–91. <https://doi.org/10.31605/phy.v5i2.2197>
- Manurung, C. Y. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Hukum Newton di SMA Negeri 7 Pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 11(11), 2970-2978. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/59769>
- Mutawadia, M., Jawil, J., & Farisi, S. A. (2023). Penerapan Metode Pembelajaran Mendalam Sebagai Upaya Pembentukan Karakter siswa. *Journal of Instructional and Development Researches*, 3(6), 279–284. <https://doi.org/10.53621/jider.v3i6.283>
- Pebriyanti, D., & Sahidu, H. (2015). Efektifitas Model Pembelajaran Perubahan Konseptual untuk Mengatasi Miskonsepsi Fisika pada Siswa Kelas X SMAN 1 Praya Barat Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 92-96. <https://doi.org/10.29303/jpft.v1i2.241>
- Rahmawati, D., & Jatmiko, B. (2020). Peran Strategi Pembelajaran dalam Meremediasi Miskonsepsi Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 120–130.
- Religia, R., & Achmadi, H. R. (2017). Pengembangan KIT Sederhana Stirling Engine pada Materi Termodinamika sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 06(03), 113-119. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasipendidikanfisika/article/view/20096/18395>
- Romiizah, A., & Helmi, D. L. (2023). Misconception Analysis of Heat Expansion and Temperature Material in Class VII Junior High School Students. *Semesta: Journal of Science Education and Teaching*, 6(2), 41–46. <https://doi.org/10.24036/semesta/vol6-iss2/204>
- Said, M. A. (2024). Pengukuran Tingkat Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Riset Evaluasi Pendidikan*, 1(3), 126–132. <https://doi.org/10.51574/jrep.v1i3.2109>
- Samsudin, A., Zulfikar, A., Saepuzaman, D., Suhandi, A., Aminudin, A. H., Supriyadi, S., & Coştu, B. (2024). Correcting Grade 11 Students' Misconceptions of the Concept of Force Through the Conceptual Change Model (CCM) with PDEODE*E Tasks. *Journal of Turkish Science Education*, 21(2), 212–231. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.012>

- Saputra, H., Ramli, M., & Setyawan, A. (2022). Pembelajaran Aktif dalam Mengurangi Miskonsepsi Sains: Sebuah Kajian Empiris. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 9(1), 45–56.
- Sari, H. P. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Dasar menurut Aliran filsafat Progresivisme. *El-Ibtidaiy: Journal of Primary Education*, 6(2), 131 – 141. <http://dx.doi.org/10.24014/ejpe.v6i2.25328>
- Sari, H. N., Nurjannah, I., Arsana, I. M., Dana, G. A., & Julianto, Moch. V. (2023). The Effect of Temperature Variation and Various Metal Materials on Conduction Heat Transfer Rate. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 24(2), 102–108. <http://dx.doi.org/10.23917/mesin.v24i2.21138>
- Solikhah, M., Arbie, A., Pikoli, M., & Uloli, R. (2025). Pengaruh Penggunaan KIT Mekanika terhadap Frekuensi Miskonsepsi Siswa pada Kelas VIII MTs Al-Huda Gorontalo Topik Pesawat Sederhana. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 349–358. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i2.1418>
- Sugden, N., Brunton, R., MacDonald, J., Yeo, M., & Hicks, B. (2021). Evaluating Student Engagement and Deep Learning in Interactive Online Psychology Learning Activities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 45–65. <https://doi.org/10.14742/ajet.6632>
- Sugiyono. (2005). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistik*. Taristo.
- 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>
- Trisni, N., Syahril, S., & Fauza, N. (2024). Interactive Demonstration Learning to Improve Conceptual Understanding of Class VII Students Materials: Temperature, Heat, and Expansion. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(1), 109–118. <https://doi.org/10.37891/kpej.v7i1.515>
- Widayako, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Belajar. Pustaka Pelajar.
- Yulianti, I. (2021). The Effect of Surface Color on the Absorption of Solar Radiation. *Physics Communication*, 5 (1) 2021: 27-32. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/pc>