



Pengembangan Modul Pembelajaran Suhu dan Kalor Berbasis Visual *Programming* dan *Machine Learning* dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terstruktur untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII

Yussi Mahalena^{1*}, Wawan Kurniawan¹, Jules Nurhatmi¹

¹ Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2241>

Article Info:

Received : 30 Mei 2026
Revised : 04 Juni 2026
Accepted : 10 Juni 2026
Published : 25 Juni 2026

Correspondence:

Yussi Mahalena

Phone: +6288707081975

Abstract: The rapid advancement of digital technology has transformed various aspects of human life, including education. Educational institutions are expected not only to develop students' academic competencies but also to prepare them to utilize technology effectively, critically, and responsibly in learning activities. Therefore, the integration of digital technology into science education has become increasingly important to support the development of students' twenty-first-century skills. This study aimed to develop a temperature and heat learning module based on Visual Programming and Machine Learning with a Structured Inquiry learning model and to determine its validity, teachers' and students' perceptions, and students' conceptual understanding after using the developed module. This research employed a Research and Development (R&D) method using the 4D model. Data were collected through material and media expert validation sheets, teacher and student perception questionnaires, and conceptual understanding tests. The results showed that the module obtained a validity score of 95.19% from material experts and 92.50% from media experts, both categorized as highly valid. Teacher and student perception scores reached 88.37% and 81.99%, respectively, indicating very good perceptions of the developed module. Students' conceptual understanding increased from an average pre-test score of 47.07 to 79.48 on the post-test, with an N-Gain score of 0.61 in the medium category. In addition, the achievement of conceptual understanding indicators was categorized as high and very high. These findings indicate that the developed module is highly valid, receives very good responses from teachers and students, and supports the improvement of students' conceptual understanding of temperature and heat concepts.

Keywords: Visual Programming; Machine Learning; Temperature and Heat; Structured Inquiry; Conceptual Understanding.

Citation: Mahalena, Y., Kurniawan, W., & Nurhatmi, J. (2026). Pengembangan Modul Pembelajaran Suhu dan Kalor Berbasis Visual Programming dan Machine Learning dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terstruktur untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2718-2731. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2241>

Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta kecakapan digital sebagai bekal dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Keterampilan tersebut penting untuk membantu peserta didik tidak hanya

menguasai pengetahuan, tetapi juga mampu menganalisis permasalahan, menghasilkan solusi, berkomunikasi secara efektif, dan bekerja sama dalam berbagai situasi pembelajaran (Azzahara & Lestari, 2026). Selain itu, kecakapan digital menjadi kompetensi penting karena memungkinkan peserta didik memanfaatkan teknologi secara efektif, kritis, dan

Email: yussimahalenaaaa@gmail.com

bertanggung jawab dalam mendukung kegiatan belajar. Hal ini sejalan dengan Profil Pelajar Pancasila yang menekankan kemampuan bernalar kritis dalam mengolah, menganalisis, dan mengevaluasi informasi dari berbagai sumber serta kemandirian dalam mengelola proses belajar (BSKAP, 2022).

Penguatan keterampilan abad ke-21 dan kecakapan digital menuntut adanya integrasi teknologi dalam pembelajaran melalui kegiatan yang interaktif dan berbasis digital (Azzahara & Lestari, 2026). Selain itu, diperlukan bahan ajar inovatif yang mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang aktif, interaktif, dan berorientasi pada pemanfaatan teknologi (Mawaddah, 2023). Upaya tersebut sejalan dengan pendekatan *Student-Centered Learning* (SCL) yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui keterlibatan aktif dalam membangun pengetahuan dan pengalaman belajarnya sendiri (Septiana et al., 2026). Salah satu implementasi pendekatan tersebut dapat dilakukan melalui model pembelajaran inkuiri terstruktur yang mendorong peserta didik menemukan konsep secara bertahap dan terarah melalui aktivitas penyelidikan yang telah dirancang oleh guru (Goodwin, 2024).

Sejalan dengan tuntutan tersebut, Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas kepada satuan pendidikan untuk mengembangkan pembelajaran yang responsif terhadap perkembangan teknologi. Fleksibilitas tersebut ditegaskan dalam Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 yang menyatakan bahwa Kurikulum Merdeka berfokus pada materi esensial serta pengembangan kompetensi peserta didik. Salah satu implementasinya adalah hadirnya *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) yang ditetapkan sebagai mata pelajaran pilihan melalui Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025. Selain sebagai mata pelajaran pilihan, *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) juga dapat diintegrasikan ke dalam mata pelajaran yang telah ada maupun dikembangkan melalui kegiatan kokurikuler dan ekstrakurikuler sesuai kesiapan sekolah (BSKAP, 2025). Kebijakan tersebut menunjukkan adanya peluang untuk mengembangkan inovasi pembelajaran yang mendukung penguasaan keterampilan abad ke-21 dan kecakapan digital peserta didik.

Meskipun demikian, implementasi *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) di sekolah masih menghadapi berbagai tantangan. Kompetensi guru dalam mengajarkan dan mengintegrasikan *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) masih terbatas karena kurangnya pelatihan, modul ajar, dan panduan pembelajaran yang mendukung (Prihatin, 2025). Selain itu, kesiapan sumber daya manusia juga masih menjadi salah satu faktor pembatas implementasi *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) di sekolah (Nasyor et al., 2026). Kondisi tersebut juga ditemukan di SMPN 5 Kota Jambi berdasarkan hasil

wawancara dengan guru IPA yang menunjukkan bahwa *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI) belum diterapkan dalam pembelajaran dan masih sebatas tahap pelatihan guru. Guru juga belum pernah menggunakan media pembelajaran berbasis *visual programming* dan *machine learning*.

Selain permasalahan implementasi *coding* dan *Artificial Intelligence* (AI), pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPA masih belum optimal. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPA masih terbatas (Hakimy & Fajrina, 2025), integrasi teknologi dalam pembelajaran belum berjalan secara maksimal (Hasanah et al., 2025), serta ketersediaan media dan bahan ajar interaktif masih perlu ditingkatkan (Astuti & Fitriani, 2025). Hasil wawancara menunjukkan bahwa teknologi yang digunakan dalam pembelajaran umumnya masih terbatas pada penggunaan telepon pintar, sedangkan media pembelajaran berbasis teknologi yang lebih interaktif belum dimanfaatkan secara maksimal. Hasil angket juga menunjukkan bahwa peserta didik cenderung lebih menyukai pembelajaran yang melibatkan aktivitas langsung dan penggunaan teknologi dibandingkan pembelajaran yang hanya berfokus pada kegiatan membaca dan mencatat.

Pelaksanaan kegiatan praktikum IPA juga masih menghadapi berbagai kendala. Keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium, ketersediaan alat praktikum, serta belum optimalnya pemanfaatan laboratorium menjadi faktor yang memengaruhi pelaksanaan praktikum IPA di sekolah (Anjiana et al., 2025). Selain itu, kondisi dan kelengkapan fasilitas laboratorium juga berpengaruh terhadap optimalisasi kegiatan praktikum dan pengembangan keterampilan proses sains peserta didik (Lestari et al., 2025). Temuan tersebut sejalan dengan hasil wawancara yang menunjukkan bahwa kegiatan praktikum pada materi suhu dan kalor memerlukan waktu persiapan yang cukup lama sehingga pelaksanaannya belum dapat dilakukan secara optimal. Hasil angket juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum memiliki pengalaman mengikuti kegiatan praktikum IPA di laboratorium sekolah.

Permasalahan tersebut berdampak pada pemahaman konsep peserta didik, khususnya pada materi suhu dan kalor. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep suhu dan kalor masih belum optimal dan masih ditemukan miskonsepsi pada berbagai konsep yang dipelajari (Apriyanti et al., 2024). Miskonsepsi tersebut terutama ditemukan pada konsep suhu, kalor, dan pemuaiannya yang dipelajari oleh peserta didik SMP (Mu'aziyah et al., 2025). Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru IPA belum pernah menggunakan media pembelajaran berbasis visual

programming maupun machine learning dalam pembelajaran. Pembelajaran masih didominasi penggunaan buku paket dan presentasi sederhana. Selain itu, kegiatan praktikum suhu dan kalor belum dapat dilaksanakan secara rutin karena keterbatasan waktu pembelajaran serta persiapan alat dan bahan praktikum. Berdasarkan hasil angket kebutuhan, sebagian besar peserta didik menyatakan lebih tertarik pada pembelajaran yang melibatkan teknologi, simulasi interaktif, dan kegiatan eksploratif dibandingkan pembelajaran konvensional yang hanya berpusat pada penjelasan guru.

Visual programming dan machine learning memiliki keterkaitan yang kuat dengan model pembelajaran inkuiri. Visual programming melalui Scratch memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep secara visual dan interaktif, sedangkan machine learning melalui Teachable Machine memungkinkan peserta didik melakukan proses pengamatan, pengelompokan data, dan pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil pelatihan model. Karakteristik tersebut selaras dengan tahapan inkuiri yang menekankan kegiatan observasi, investigasi, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Integrasi visual programming dan machine learning dalam model inkuiri terstruktur dipandang mampu mendukung pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis validitas modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur, mengetahui persepsi guru dan siswa terhadap modul yang dikembangkan, serta mengetahui pemahaman konsep siswa setelah menggunakan modul tersebut.

Metode

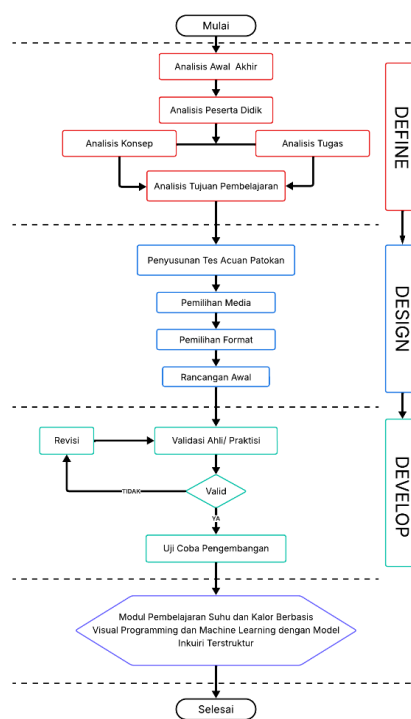
Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan mengembangkan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang terdiri atas tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* yang dikembangkan oleh Thiagarajan et al. (1974). Penelitian ini dibatasi hingga tahap *Develop* karena tujuan penelitian difokuskan pada pengembangan dan pengujian kelayakan awal produk melalui validasi ahli, persepsi pengguna, serta pengukuran peningkatan pemahaman konsep siswa pada skala terbatas.

Tahap *Define* dilakukan melalui analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran. Analisis awal-akhir dilakukan melalui wawancara semi

terstruktur dengan guru IPA SMPN 5 Kota Jambi untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran, penggunaan teknologi, strategi pembelajaran, kendala yang dihadapi, serta kebutuhan terhadap bahan ajar berbasis teknologi. Analisis peserta didik dilakukan melalui penyebaran angket untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik siswa, minat belajar, pengalaman pembelajaran, dan kesiapan penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Analisis konsep dan analisis tugas dilakukan melalui telaah dokumen Capaian Pembelajaran (CP) IPA Fase D, Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dan buku IPA kelas VII.

Tahap *Design* meliputi penyusunan tes pemahaman konsep, pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal modul. Modul dikembangkan dengan mengintegrasikan *Scratch* sebagai media *visual programming* dan *Teachable Machine* sebagai implementasi *machine learning* ke dalam aktivitas pembelajaran berbasis inkuiri terstruktur. Struktur modul terdiri atas pendahuluan, pengenalan *coding* dan *Artificial Intelligence*, materi suhu dan kalor, aktivitas pembelajaran berbasis inkuiri terstruktur, latihan soal, evaluasi, dan refleksi pembelajaran.

Tahap *Develop* meliputi validasi ahli, revisi produk, dan uji coba pengembangan. Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan modul yang dikembangkan. Selanjutnya, modul direvisi berdasarkan saran validator sebelum diujicobakan kepada guru dan siswa kelas VII SMPN 5 Kota Jambi untuk memperoleh data persepsi pengguna dan pemahaman konsep siswa.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Modul Model 4D

Subjek penelitian terdiri atas ahli materi, ahli media, guru IPA, dan siswa kelas VII SMPN 5 Kota Jambi. Data penelitian meliputi data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui hasil wawancara dan saran validator sebagai dasar perbaikan produk. Data kuantitatif diperoleh melalui lembar validasi ahli, angket persepsi guru, angket persepsi siswa, serta hasil tes pemahaman konsep berupa *pretest* dan *posttest*.

Instrumen validasi modul terdiri atas lembar validasi ahli materi dan lembar validasi ahli media. Lembar validasi ahli materi digunakan untuk menilai kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa modul. Aspek kelayakan isi mencakup kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, keakuratan materi, kemutakhiran materi, kemampuan modul dalam mendorong rasa ingin tahu, kemampuan menemukan dan menjelaskan strategi penyelesaian masalah, kemampuan mengungkapkan ide, kemampuan mengevaluasi argumen, serta kemampuan menyelesaikan masalah dengan berbagai cara. Aspek kelayakan penyajian meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian, serta koherensi dan keruntutan alur berpikir. Sementara itu, aspek kelayakan bahasa mencakup kelugasan, sifat komunikatif dan interaktif, kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia, serta penggunaan notasi dan simbol yang tepat.

Lembar validasi ahli media digunakan untuk menilai kualitas tampilan dan media pembelajaran yang meliputi aspek keterpaduan, keseimbangan, bentuk huruf, warna, dan bahasa. Aspek keterpaduan mencakup perpaduan warna, kemudahan navigasi, dan kejelasan petunjuk penggunaan. Aspek keseimbangan meliputi tata letak tulisan dan gambar. Aspek bentuk huruf mencakup kesesuaian jenis huruf, ukuran huruf, variasi huruf, dan keterbacaan teks. Aspek warna meliputi kesesuaian warna latar belakang, warna tulisan, dan kemenarikan gambar, sedangkan aspek bahasa mencakup ketepatan penggunaan bahasa dan kalimat dalam modul.

Seluruh instrumen validasi menggunakan skala Likert 1-5 yang kemudian dianalisis dalam bentuk persentase untuk menentukan tingkat validitas modul. Hasil validasi diinterpretasikan berdasarkan kategori validitas sehingga diperoleh keputusan mengenai kelayakan modul untuk digunakan dalam pembelajaran.

Peningkatan pemahaman konsep siswa diukur menggunakan tes pemahaman konsep yang diberikan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) penggunaan modul. Tes disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep menurut Siahaan dan Sihotang (2023), yaitu kemampuan menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan objek sesuai karakteristiknya, memberikan contoh dan noncontoh, menyajikan konsep

dalam berbagai bentuk representasi, serta mengaplikasikan konsep dalam penyelesaian masalah. Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (*N-Gain*) untuk mengetahui besarnya peningkatan pemahaman konsep siswa setelah menggunakan modul yang dikembangkan. Nilai *N-Gain* dihitung berdasarkan selisih skor *post-test* dan *pre-test* terhadap skor maksimum yang mungkin dicapai. Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi sesuai kriteria Hake (1998).

Data hasil validasi ahli, persepsi guru, dan persepsi siswa dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa persentase dan rata-rata skor. Persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori validitas modul yang mengacu pada Fatayah et al. (2022), sedangkan persepsi guru dan siswa diinterpretasikan berdasarkan kategori persepsi yang mengacu pada Fortuna et al. (2022). Peningkatan pemahaman konsep siswa dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (*N-Gain*) berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*. Interpretasi nilai *N-Gain* mengacu pada kategori yang dikemukakan oleh Hake (1998) dalam Nabila & Astriani (2023).

Hasil dan Diskusi

Tahap *Define*

Tahap *Define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta menetapkan dasar pengembangan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur. Pada tahap ini dilakukan analisis awal-akhir (*front-end analysis*), analisis peserta didik (*learner analysis*), analisis konsep (*concept analysis*), analisis tugas (*task analysis*), dan perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*).

Hasil analisis awal-akhir menunjukkan bahwa pembelajaran IPA di SMPN 5 Kota Jambi telah menggunakan Kurikulum Merdeka, namun penerapan teknologi dalam pembelajaran masih belum optimal. Penggunaan media pembelajaran berbasis *visual programming* dan *machine learning* juga belum pernah diterapkan. Dalam proses pembelajaran, guru lebih sering menggunakan diskusi dan praktikum sederhana, tetapi masih terdapat berbagai kendala seperti keterbatasan waktu praktikum, fasilitas pembelajaran yang belum memadai, serta rendahnya pemahaman konsep sebagian siswa pada materi suhu dan kalor. Selain itu, motivasi dan keaktifan belajar siswa juga masih perlu ditingkatkan. Guru berharap adanya pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan didukung media serta fasilitas yang lebih memadai.

Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik pada pembelajaran yang interaktif dan melibatkan aktivitas langsung, namun pemahaman

siswa terhadap materi suhu dan kalor masih belum merata. Selain itu, keterampilan proses sains dan pengalaman siswa dalam melakukan percobaan masih perlu dikembangkan. Pada aspek pengalaman dan kesiapan teknologi, siswa telah terbiasa menggunakan perangkat digital, tetapi pemanfaatannya dalam pembelajaran masih terbatas meskipun siswa menunjukkan ketertarikan untuk belajar menggunakan teknologi seperti *coding* dan *Artificial Intelligence (AI)*. Siswa juga membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik, visual, dan interaktif.

Hasil analisis konsep menunjukkan bahwa materi suhu dan kalor memiliki keterkaitan konsep yang tersusun secara sistematis dari konsep dasar menuju konsep yang lebih kompleks, seperti konsep suhu, kalor, dan pemuai. Materi juga sesuai dengan capaian pembelajaran IPA Fase D yang menekankan pemahaman konsep, pengukuran suhu, hubungan kalor dengan energi, serta keterampilan proses sains melalui kegiatan penyelidikan dan percobaan. Selain itu, materi suhu dan kalor memiliki karakteristik konseptual dan kontekstual sehingga memungkinkan peserta didik memahami konsep melalui pengamatan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Materi yang dikembangkan meliputi suhu, kalor, dan pemuai beserta submaterinya sesuai dengan capaian pembelajaran IPA Fase D.

Hasil analisis tugas menunjukkan bahwa peserta didik perlu memahami konsep suhu, kalor, dan pemuai, melakukan pengukuran suhu, melakukan percobaan sederhana, menganalisis hasil percobaan, serta mengomunikasikan hasil penyelidikan. Selain itu, peserta didik juga perlu memiliki keterampilan mengamati fenomena, membuat prediksi, menggunakan alat ukur, dan mengolah data hasil pengamatan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, tugas pembelajaran, langkah kegiatan, praktikum, latihan, diskusi, dan asesmen disusun secara bertahap untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran dan pengembangan keterampilan proses sains peserta didik.

Hasil perumusan tujuan pembelajaran menunjukkan bahwa peserta didik diharapkan mampu memahami konsep suhu dan kalor melalui kegiatan pengukuran dan percobaan sederhana, menganalisis pemanfaatan kalor dalam kehidupan sehari-hari, serta menjelaskan pemanfaatan pemuai zat padat berdasarkan hasil pengamatan dan penyelidikan. Hasil perumusan tujuan pembelajaran ini kemudian menjadi dasar dalam pengembangan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur.

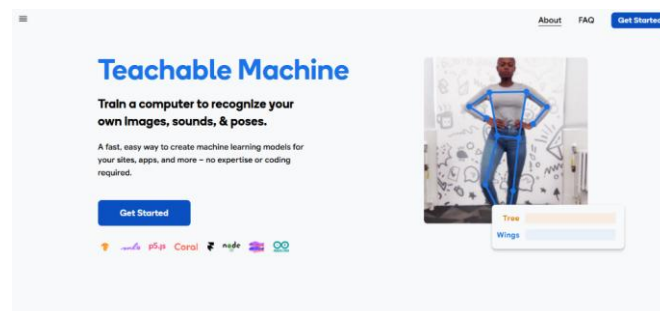
Tahap Design

Tahap *Design* dilakukan untuk menghasilkan rancangan awal modul pembelajaran suhu dan kalor

berbasis *visual programming* dan *machine learning* yang disusun berdasarkan hasil tahap *Define*. Tahap ini meliputi penyusunan tes acuan patokan (*constructing criterion-referenced test*), pemilihan media (*media selection*), pemilihan format (*format selection*), dan penyusunan rancangan awal (*initial design*).

Hasil penyusunan tes acuan patokan menunjukkan bahwa tes yang dikembangkan berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 20 butir soal dengan level kognitif memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4). Materi yang diukur meliputi suhu, kalor, perpindahan kalor, dan pemuai. Penyusunan soal mengacu pada indikator pemahaman konsep yang meliputi kemampuan menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan objek sesuai konsep, memberikan contoh dan noncontoh konsep, menyajikan konsep dalam bentuk representasi IPA, menggunakan prosedur atau operasi tertentu, serta mengaplikasikan konsep atau pemecahan masalah.

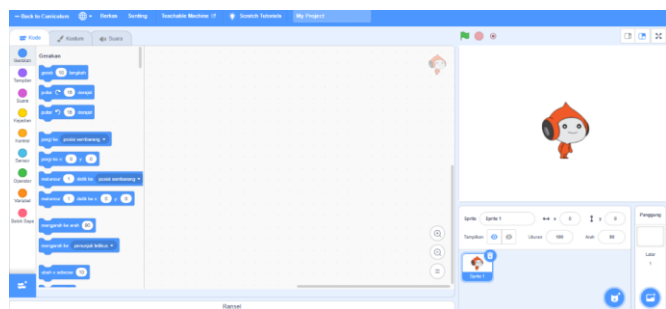
Hasil pemilihan media menghasilkan penggunaan *Scratch* dan *Teachable Machine* sebagai media pendukung dalam modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning*. *Scratch* dipilih karena merupakan *platform* pemrograman visual berbasis *drag and drop* yang mudah digunakan oleh pemula dan mampu mendukung pembuatan animasi, simulasi, serta aktivitas interaktif pembelajaran. Sementara itu, *Teachable Machine* dipilih karena merupakan *platform* berbasis *web* yang memungkinkan pengguna membuat model *machine learning* tanpa memerlukan kemampuan *coding* yang kompleks. Media tersebut digunakan untuk mendukung visualisasi konsep, simulasi pembelajaran, serta aktivitas interaktif peserta didik. Tampilan media yang digunakan disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Tampilan Website Teachable Machine

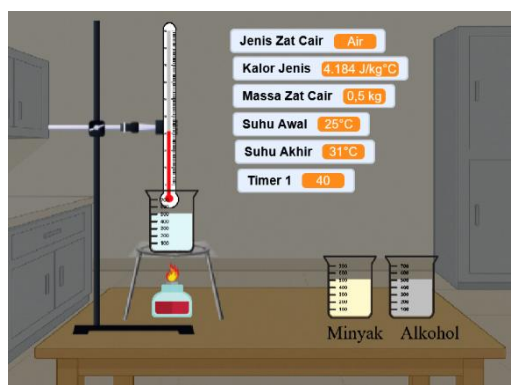
Hasil pemilihan format menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan disusun dalam format yang sistematis, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMP serta tuntutan Kurikulum Merdeka. Modul dirancang menggunakan model pembelajaran inkuiri. Selain itu, modul

mengintegrasikan platform digital *Scratch* dan *Teachable Machine* sebagai pendukung kegiatan pembelajaran. Penyajian modul dirancang menggunakan kombinasi materi, aktivitas pembelajaran, lembar kerja peserta didik, simulasi interaktif, dan evaluasi pembelajaran yang disusun secara sistematis. Dengan format tersebut, modul diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep suhu dan kalor secara lebih interaktif, kontekstual, serta sesuai dengan perkembangan teknologi digital.



Gambar 2. Tampilan Website Scratch

Tahap rancangan awal menghasilkan desain simulasi pembelajaran dan prototype modul. Simulasi yang dikembangkan meliputi simulasi suhu dan pengukurannya, hubungan kalor dan perubahan suhu, pengaruh massa terhadap perubahan suhu, konduktor dan isolator kalor, serta pemuai panjang. Simulasi tersebut dirancang menggunakan *Scratch* dan *Teachable Machine* untuk membantu peserta didik memvisualisasikan konsep suhu dan kalor secara interaktif melalui kegiatan pengamatan dan penyelidikan. Salah satu contoh simulasi yang dikembangkan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Simulasi Suhu dan Kalor

Selain menghasilkan desain simulasi pembelajaran, tahap rancangan awal juga menghasilkan *prototype* modul peserta didik dan modul panduan guru. Modul disusun secara sistematis yang meliputi halaman sampul, pendahuluan, manfaat dan kerelevansian, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta

konsep, pengenalan *Artificial Intelligence*, pengenalan *Teachable Machine*, pengenalan *coding*, pengenalan *Scratch*, alur logika pemrograman, pengantar materi suhu dan kalor, aktivitas pembelajaran, uraian materi, latihan soal, kesimpulan, dan daftar pustaka. Tampilan sampul modul peserta didik dan modul panduan guru disajikan pada Gambar 4.



(a) (b)
Gambar 4. (a) Sampul Modul Peserta Didik dan (b) Sampul Modul Panduan Guru

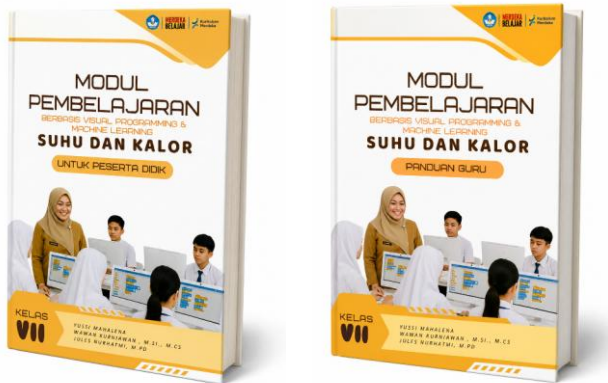
Modul juga dilengkapi aktivitas pembelajaran yang dirancang berdasarkan tahapan inkuiri terstruktur yang meliputi orientasi, konseptualisasi, investigasi, penarikan kesimpulan, dan diskusi. Aktivitas pembelajaran terintegrasi dengan penggunaan *Scratch* dan *Teachable Machine* sehingga peserta didik dapat melakukan pengamatan, penyelidikan, dan eksplorasi konsep suhu dan kalor secara lebih interaktif. Tampilan aktivitas pembelajaran berbasis inkuiri terstruktur disajikan pada Gambar 5.



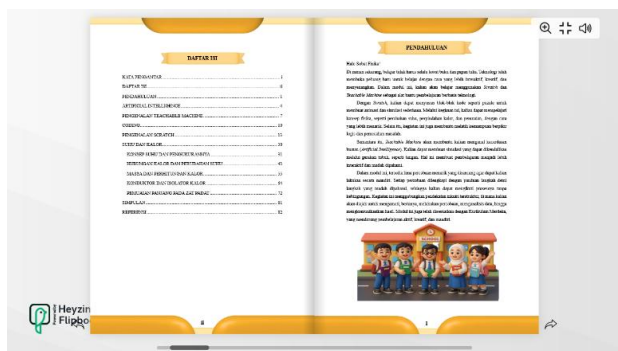
Gambar 5. Aktivitas Pembelajaran Berbasis Inkuiri Terstruktur

Modul pembelajaran yang telah dirancang disajikan dalam dua bentuk, yaitu modul cetak dan modul digital. Modul versi cetak dirancang sebagai

bahan ajar utama yang digunakan peserta didik dalam proses pembelajaran di kelas. Sementara itu, modul versi digital dirancang untuk mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel dan interaktif melalui perangkat digital. Modul digital memuat isi pembelajaran yang sama dengan modul cetak, namun dilengkapi akses menuju simulasi *Scratch* dan *Teachable Machine* melalui tautan dan QR code. Tampilan modul pembelajaran versi cetak dan digital disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Modul Pembelajaran Versi Cetak



Gambar 7. Modul Pembelajaran Versi Digital

Tahap Develop

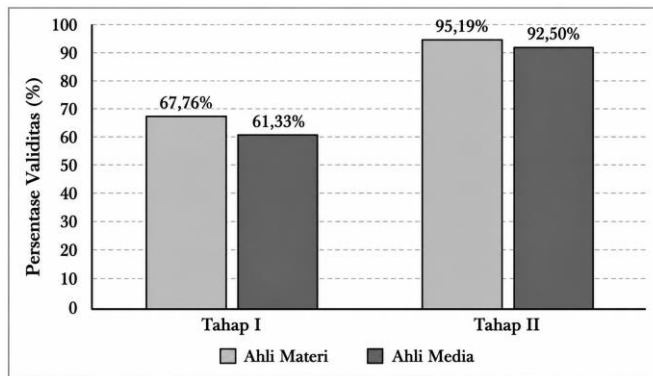
Tahap *Develop* dilakukan untuk menyempurnakan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* melalui proses validasi dan uji coba pengembangan. Tahap ini meliputi validasi ahli (*expert appraisal*) dan uji coba pengembangan (*developmental testing*).

Validasi ahli dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan modul yang dikembangkan. Berdasarkan rata-rata hasil penilaian, validasi ahli materi menunjukkan adanya peningkatan setelah dilakukan revisi. Persentase validasi pada tahap I sebesar 67,76% meningkat menjadi 95,19% pada tahap II dengan kategori sangat tinggi.

Berdasarkan hasil validasi tahap I, dilakukan beberapa revisi sesuai saran validator, yaitu

penambahan materi mengenai syarat zat termometrik, penambahan pembahasan tentang kesetimbangan termal, penjelasan perbedaan suhu dan kalor, penambahan contoh benda konduktor dan isolator, penyempurnaan penjelasan setelah tabel, serta perbaikan elaborasi pada beberapa soal agar lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran. Setelah dilakukan revisi, hasil validasi tahap II menunjukkan peningkatan pada seluruh aspek penilaian.

Selain validasi materi, validasi media juga dilakukan untuk menilai kualitas tampilan dan penyajian modul. Hasil validasi ahli media juga menunjukkan peningkatan setelah dilakukan revisi. Berdasarkan rata-rata hasil penilaian, persentase validasi oleh ahli media meningkat dari 61,33% pada tahap I menjadi 92,50% pada tahap II dengan kategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil validasi tahap I, revisi yang dilakukan meliputi perbaikan perpaduan warna pada beberapa bagian modul, penambahan identitas penulis pada sampul, penyesuaian tata letak sampul, penggantian barcode menjadi barcode permanen yang dilengkapi tautan, serta penyempurnaan beberapa gambar dan ilustrasi agar lebih sesuai dengan isi materi. Perbandingan hasil validasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Persentase Validasi oleh Ahli Materi dan Ahli Media

Setelah dinyatakan layak oleh ahli materi dan ahli media, modul yang telah direvisi kemudian diujicobakan kepada pengguna untuk memperoleh tanggapan serta mengetahui potensi modul dalam mendukung pembelajaran. Uji persepsi guru dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui tanggapan guru terhadap modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* yang dikembangkan. Berdasarkan rata-rata hasil penilaian seluruh aspek, hasil uji persepsi guru menunjukkan persentase sebesar 88,37% dengan kategori sangat baik. Aspek komponen penyajian memperoleh persentase 89,29%, aspek bahasa 83,33%, dan aspek tampilan modul 92,50%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul yang

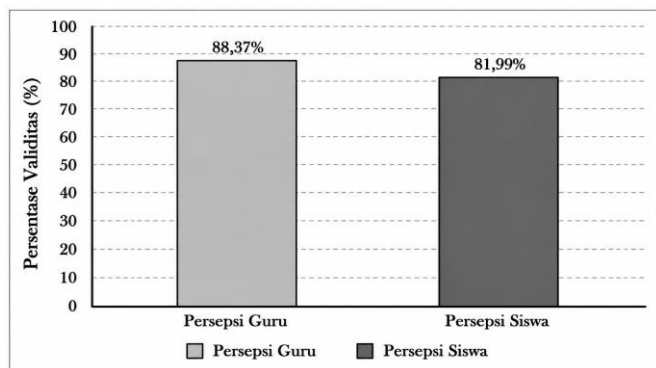
dikembangkan memperoleh respons sangat baik dari guru.

Selanjutnya, modul diimplementasikan dalam uji coba terbatas pada siswa kelas VII SMPN 5 Kota Jambi. Pada kegiatan ini, siswa mengikuti proses pembelajaran menggunakan modul yang dikembangkan, melaksanakan aktivitas berbasis inkuiri terstruktur, serta memanfaatkan *Scratch* dan *Teachable Machine* sesuai petunjuk yang terdapat dalam modul. Kegiatan uji coba ini bertujuan untuk memperoleh tanggapan siswa sekaligus mengukur pemahaman konsep setelah penggunaan modul. Dokumentasi pelaksanaan uji coba terbatas disajikan pada Gambar 9.



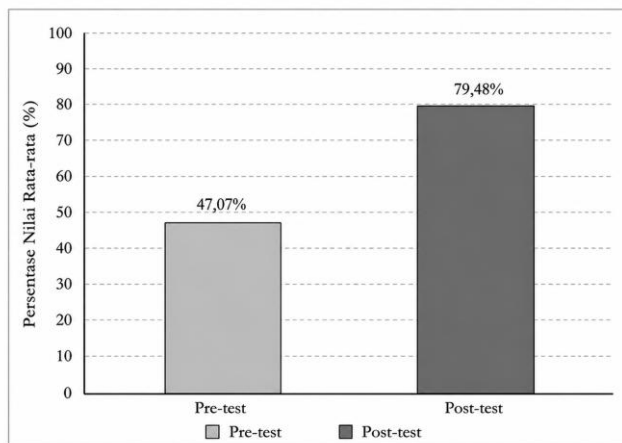
Gambar 9. Dokumentasi Pelaksanaan Uji Coba Terbatas

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran, siswa diminta mengisi angket persepsi untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap modul yang digunakan. Berdasarkan rata-rata hasil penilaian seluruh aspek, hasil uji persepsi siswa menunjukkan persentase sebesar 81,99% dengan kategori sangat baik. Aspek tampilan isi memperoleh persentase 81,03%, penggunaan bahasa 90,09%, fungsi modul 75,86%, dan kelengkapan komponen modul 80,97%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respons sangat baik terhadap modul yang digunakan dalam pembelajaran. Perbandingan rata-rata hasil uji persepsi guru dan siswa ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbandingan Hasil Uji Persepsi Guru dan Siswa

Setelah diperoleh data persepsi guru dan siswa, dilakukan analisis terhadap pemahaman konsep peserta didik melalui hasil pre-test dan post-test. Hasil tes pemahaman konsep menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata peserta didik setelah menggunakan modul. Nilai rata-rata pre-test sebesar 47,07% meningkat menjadi 79,48% pada post-test. Perbandingan nilai rata-rata pre-test dan post-test disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbandingan Nilai Rata-rata *Pre-test* dan *Post-test*

Sejalan dengan peningkatan nilai rata-rata tersebut, hasil analisis N-Gain menunjukkan nilai sebesar 0,61 dengan kategori sedang. Selain itu, seluruh indikator pemahaman konsep memperoleh persentase pada kategori tinggi hingga sangat tinggi setelah penggunaan modul. Temuan ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik mengalami peningkatan setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning*.

Validasi Modul Pembelajaran

Hasil validasi menunjukkan bahwa modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning* dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur mengalami peningkatan kualitas setelah dilakukan revisi. Validasi ahli materi meningkat dari 67,76% menjadi 95,19% dengan kategori sangat tinggi. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan pada aspek materi, penyajian, dan penggunaan bahasa mampu meningkatkan kelayakan modul. Kelayakan isi menjadi aspek penting karena materi yang disusun secara sistematis dan sesuai tujuan pembelajaran dapat membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam dan terarah (Hanifa & Sitaresmi, 2026). Selain itu, penyajian bahan ajar yang didukung media visual yang sesuai dan terorganisir dapat membantu peserta didik memahami konsep secara lebih efektif serta

meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Wahidin, 2025). Penggunaan bahasa yang jelas dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik juga berperan penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran (Juriah et al., 2025).

Validasi ahli media juga mengalami peningkatan dari 61,33% menjadi 92,50% dengan kategori sangat tinggi. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan pada aspek tampilan, navigasi, tata letak, dan keterbacaan mampu meningkatkan kualitas modul yang dikembangkan. Tampilan dan navigasi yang dirancang dengan baik dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi peserta didik dalam menggunakan media pembelajaran (Dananjaya et al., 2022). Selain itu, tata letak dan tipografi yang tepat dapat meningkatkan kejelasan informasi yang disampaikan kepada peserta didik (Setiawan et al., 2025). Penggunaan bahasa yang mudah dipahami juga mendukung efektivitas media pembelajaran dalam membantu peserta didik memahami materi (Hidayatullah & Ramadhanti, 2026).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa aspek yang paling berkontribusi terhadap peningkatan validitas modul adalah integrasi visual programming menggunakan Scratch dan machine learning menggunakan Teachable Machine yang dikemas dalam aktivitas inkuiri terstruktur. Berdasarkan hasil validasi, validator menilai bahwa penggunaan simulasi interaktif mampu membantu penyajian konsep suhu dan kalor yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami oleh peserta didik SMP. Selain itu, penggunaan Teachable Machine memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual karena peserta didik tidak hanya mempelajari konsep fisika, tetapi juga mengenal penerapan kecerdasan artifisial dalam kehidupan nyata.

Analisis peneliti menunjukkan bahwa tingginya tingkat validitas modul tidak hanya disebabkan oleh kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, tetapi juga karena modul berhasil menghubungkan konsep IPA dengan teknologi digital yang sedang berkembang. Integrasi teknologi tersebut menjadikan modul lebih relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Aktivitas pembelajaran yang disusun secara bertahap melalui tahapan orientasi, konseptualisasi, investigasi, penarikan kesimpulan, dan diskusi juga memberikan struktur pembelajaran yang jelas sehingga memudahkan peserta didik dalam membangun pemahaman konsep. Hasil penelitian ini didukung oleh Cahyani et al. (2024) yang menyatakan bahwa revisi berdasarkan hasil validasi ahli dapat meningkatkan kualitas dan kelayakan bahan ajar. Selain itu, Nurhatmi et al. (2025) juga menjelaskan bahwa produk pembelajaran yang dikembangkan melalui prosedur pengembangan yang sistematis cenderung memperoleh

tingkat validitas yang tinggi dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Tingginya tingkat validitas modul tidak hanya dipengaruhi oleh kesesuaian materi dan desain pembelajaran, tetapi juga oleh integrasi *visual programming* dan *machine learning* yang dirancang sesuai karakteristik peserta didik SMP. Scratch memungkinkan penyajian konsep suhu dan kalor dalam bentuk simulasi visual yang mudah dipahami, sedangkan *Teachable Machine* memberikan pengalaman pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* yang sederhana dan relevan dengan perkembangan teknologi saat ini. Kehadiran kedua platform tersebut dinilai validator mampu meningkatkan interaktivitas, kontekstualitas, dan inovasi modul sehingga mendukung pencapaian kategori sangat valid.

Persepsi Guru dan Siswa

Hasil uji persepsi menunjukkan bahwa modul memperoleh respons yang sangat baik dari guru maupun peserta didik. Guru memberikan penilaian sebesar 88,37%, sedangkan siswa memberikan penilaian sebesar 81,99%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul diterima dengan baik oleh pengguna dan dianggap mampu mendukung proses pembelajaran IPA pada materi suhu dan kalor.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa guru menilai modul memiliki keunggulan pada aspek tampilan, sistematika penyajian materi, serta integrasi teknologi yang mudah diterapkan dalam pembelajaran. Guru menilai bahwa penggunaan Scratch dan Teachable Machine memberikan variasi pembelajaran yang selama ini belum pernah diterapkan di sekolah. Selain itu, adanya panduan penggunaan yang jelas memudahkan guru dalam mengimplementasikan modul selama proses pembelajaran berlangsung.

Dari sisi peserta didik, tingginya skor persepsi menunjukkan bahwa siswa merasa lebih tertarik dan lebih aktif selama pembelajaran menggunakan modul yang dikembangkan. Berdasarkan hasil observasi selama uji coba terbatas, peserta didik menunjukkan antusiasme yang tinggi ketika melakukan eksplorasi simulasi pada Scratch maupun saat menggunakan Teachable Machine. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi interaktif mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Analisis peneliti menunjukkan bahwa respons positif siswa tidak hanya dipengaruhi oleh tampilan visual modul yang menarik, tetapi juga karena siswa diberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi dan penyelidikan secara langsung. Aktivitas tersebut memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran konvensional yang hanya berfokus pada penyampaian materi oleh guru. Melalui kegiatan eksplorasi, siswa

dapat menghubungkan konsep suhu dan kalor dengan fenomena yang diamati secara langsung melalui simulasi dan aktivitas digital.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Hanifa dan Sitaresmi (2026) yang menyatakan bahwa kualitas modul pembelajaran yang baik dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Namun demikian, temuan penelitian ini menunjukkan kontribusi yang lebih spesifik, yaitu bahwa integrasi visual programming dan machine learning dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran IPA sekaligus memperkenalkan teknologi digital yang relevan dengan perkembangan pendidikan saat ini.

Pemahaman Konsep Siswa

Pada modul yang dikembangkan, machine learning diterapkan melalui platform Teachable Machine yang digunakan peserta didik untuk melatih model klasifikasi sederhana berdasarkan data yang dikumpulkan selama aktivitas pembelajaran. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik melakukan proses observasi, pengumpulan data, pengujian model, analisis hasil, dan penarikan kesimpulan. Aktivitas tersebut sesuai dengan tahapan model inkuiri terstruktur sehingga machine learning tidak hanya berfungsi sebagai teknologi pendukung, tetapi juga sebagai sarana investigasi ilmiah bagi peserta didik.

Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis *visual programming* dan *machine learning*. Sebelum pembelajaran, sebagian besar peserta didik berada pada kategori sedang, sedangkan setelah pembelajaran sebagian besar peserta didik berada pada kategori tinggi dan sangat tinggi. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model inkuiri terstruktur yang dipadukan dengan *visual programming* dan *machine learning* berkontribusi terhadap peningkatan kualitas proses pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ni'mah & Widodo (2022) yang menyatakan bahwa model pembelajaran inkuiri terstruktur mampu meningkatkan pemahaman konsep karena peserta didik terlibat aktif dalam proses penyelidikan selama pembelajaran.

Peningkatan pemahaman konsep juga didukung oleh penggunaan simulasi interaktif berbasis *Scratch* yang memungkinkan peserta didik mengamati hubungan antara kalor, massa, kalor jenis, dan perubahan suhu secara langsung. Penggunaan simulasi tersebut membantu peserta didik memahami konsep secara lebih jelas dan meningkatkan keterlibatan selama pembelajaran. Hasil ini didukung oleh penelitian Ganish & Subali (2025) serta Mas'ulah & Perdana (2024) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis *Scratch*

efektif meningkatkan pemahaman konsep melalui visualisasi dan simulasi interaktif. Temuan tersebut diperkuat oleh Kurniawan et al. (2019) yang melaporkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi yang dipadukan dengan pendekatan inkuiri dapat memfasilitasi peserta didik dalam mengonstruksi konsep melalui aktivitas penyelidikan dan eksplorasi secara langsung.

Berdasarkan indikator pemahaman konsep, seluruh indikator mengalami peningkatan setelah penggunaan modul. Indikator memberikan contoh dan noncontoh memperoleh persentase tertinggi sebesar 91,38% dengan kategori sangat tinggi, menunjukkan bahwa peserta didik mampu menghubungkan konsep suhu dan kalor dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Temuan ini sejalan dengan penelitian Putri & Pasaribu (2025) yang menyatakan bahwa media visualisasi interaktif membantu peserta didik memahami konsep dengan lebih mudah melalui pengamatan langsung terhadap objek dan proses yang dipelajari. Selain itu, indikator menyatakan ulang konsep dan menyajikan konsep dalam bentuk representasi IPA juga memperoleh kategori sangat tinggi. Namun, indikator mengaplikasikan konsep dalam penyelesaian masalah memperoleh persentase terendah sebesar 68,10% dengan kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menerapkan konsep pada soal berbasis analisis dan perhitungan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Khatmani et al. (2024) yang menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal suhu dan kalor yang memerlukan kemampuan analisis.

Analisis N-Gain menunjukkan nilai sebesar 0,61 dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan mampu memfasilitasi peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada kategori sedang. Peningkatan tersebut tidak hanya terlihat dari skor tes, tetapi juga pada seluruh indikator pemahaman konsep yang diukur dalam penelitian. Temuan ini sejalan dengan penelitian Manurung et al. (2024) yang menyatakan bahwa pemahaman konsep tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengingat informasi, tetapi juga kemampuan menghubungkan dan menerapkan konsep dalam penyelesaian masalah serta kehidupan sehari-hari.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep terjadi karena peserta didik memperoleh kesempatan untuk membangun konsep melalui proses penyelidikan yang terstruktur. Selama pembelajaran, peserta didik tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga melakukan pengamatan, eksplorasi simulasi, analisis hasil pengamatan, serta diskusi untuk menarik kesimpulan.

Proses tersebut memungkinkan peserta didik membangun pemahaman konsep secara aktif sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih mudah dipahami dan diingat.

Peningkatan pemahaman konsep juga dipengaruhi oleh penggunaan Scratch yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak pada materi suhu dan kalor. Melalui simulasi interaktif, peserta didik dapat mengamati hubungan antara kalor, massa, kalor jenis, dan perubahan suhu secara langsung. Visualisasi tersebut membantu peserta didik memahami hubungan antarvariabel yang sebelumnya sulit dipahami hanya melalui penjelasan teoritis.

Selain itu, penggunaan Teachable Machine memberikan pengalaman belajar yang berbeda karena peserta didik terlibat dalam proses pengumpulan data, pelatihan model sederhana, pengujian hasil, serta interpretasi keluaran sistem machine learning. Aktivitas tersebut sejalan dengan tahapan model inkuiri terstruktur yang menekankan kegiatan observasi, investigasi, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Dengan demikian, machine learning tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana yang mendukung proses berpikir ilmiah peserta didik.

Analisis peneliti menunjukkan bahwa indikator memberikan contoh dan noncontoh memperoleh persentase tertinggi karena peserta didik lebih mudah menghubungkan konsep dengan fenomena yang diamati melalui simulasi. Sebaliknya, indikator mengaplikasikan konsep dalam penyelesaian masalah memperoleh nilai paling rendah karena masih memerlukan kemampuan analisis dan penalaran yang lebih kompleks. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun modul mampu meningkatkan pemahaman konsep secara umum, kemampuan pemecahan masalah masih perlu dikembangkan melalui latihan yang lebih intensif.

Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran suhu dan kalor berbasis visual programming dan machine learning dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur menghasilkan produk yang sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Hasil validasi ahli materi dan ahli media menunjukkan kategori sangat tinggi, sedangkan persepsi guru dan peserta didik menunjukkan kategori sangat baik. Penggunaan modul juga mampu memfasilitasi peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi suhu dan kalor yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai dari 47,07 pada pre-test menjadi 79,48 pada post-test dengan nilai N-Gain sebesar 0,61 (kategori sedang). Selain itu, peningkatan pemahaman konsep terlihat pada berbagai indikator, seperti kemampuan menyatakan ulang

konsep, mengklasifikasikan objek, memberikan contoh dan noncontoh, menyajikan konsep dalam berbagai representasi IPA, serta mengaplikasikan konsep dalam penyelesaian masalah. Dengan demikian, modul yang dikembangkan berpotensi menjadi salah satu alternatif bahan ajar inovatif untuk mendukung pembelajaran suhu dan kalor di SMP.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada SMP Negeri 5 Kota Jambi atas segala dukungan, kerja sama, dan fasilitas yang telah diberikan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Wawan Kurniawan, S.Si., M.Cs. dan Bapak Jules Nurhatmi, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga sehingga penelitian dan penyusunan artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh guru, peserta didik, rekan, sahabat, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penelitian berlangsung. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar inovatif yang mendukung pembelajaran IPA, khususnya pada materi suhu dan kalor, serta berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik melalui pemanfaatan visual programming dan machine learning.

Referensi

- Anggraini, S., & Nelmira, W. (2023). Validitas Media E-Modul Pembuatan Gaun Pesta untuk Siswa Kelas XI di SMKN 3 Kota Solok. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 1168-1172. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i1.5403>
- Anjiana, R., Yuliasuti, I., Rahayu, A., Kristiani, Y., & Mustofa, R. F. (2025). Optimasi Penggunaan Laboratorium IPA di SMP: Evaluasi Ketersediaan Sarana Prasarana Laboratorium dan Kualitas Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(1), 103-113. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jpm.s.v13i1.84339>
- Apriyanti, M., Maria, H. T., & Syarif, M. M. (2024). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Menggunakan Three-Tier Test Materi Suhu dan Kalor di SMPN 01 Boyan Tanjung. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(1), 305-325. <https://doi.org/https://jurnal.stokbinaguna.ac.id/index.php/JURDIP/article/view/2812>
- Astuti, A., & Fitriani, A. (2025). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran IPA Berbasis 4C untuk

- Penguatan Keterampilan Abad 21 di SMP Negeri 20 Lebong. *Journal of Natural Sciences*, 6(3), 313–324. <https://doi.org/10.34007/jonas.v6i3.1036>
- Azzahara, J. S., & Lestari, A. (2026). Integrasi 4C (Critical Thinking , Creativity , Communication , Collaboration) dalam Pembelajaran Modern. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 3(1), 14–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.62383/aliani.v3i1.1445>
- BSKAP. (2022). Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 009/H/KR/2022 tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka. <https://guru.kemendikdasmen.go.id/dokumen/74r6YnDzK3?parentCategory=PendidikanKarakter>
- BSKAP. (2025). Naskah Akademik Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial pada Pendidikan Dasar dan Menengah. <https://repositori.kemendikdasmen.go.id/33291/>
- Cahyani, T., Said, A., & Supeno. (2024). Validitas dan Kepraktisan Bahan Ajar Modul Cetak Berbasis Multirepresentasi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*, 8(4), 767–774. https://journal.unublitar.ac.id/pendidikan/index.php/Riset_Konseptual/article/view/1105
- Dananjaya, M. W. P., Indrawan, G., & Sariyasa. (2022). Perancangan Tampilan Aplikasi Pembelajaran Pinandita dengan Metode Five Planes , Heuristic Evaluation , Concurrent Think Aloud , Serta Cognitive Walkthrough. *JURIKOM: Jurnal Riset Komputer*, 9(1), 93–101. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i1.3859>
- Fatayah, F., Yuliana, I. F., & Muf'idah, L. (2022). Analisis Validitas Dan Reliabilitas Dalam Mendukung Ketuntasan Belajar Model STEM. *Buana Pendidikan: Jurnal Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Unipa Surabaya*, 18(1), 49–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.36456/bp.vol18.no1.a5175>
- Fortuna, T. D., Risdianto, E., & Hamdani, D. (2022). Persepsi Guru Dan Siswa Terhadap Keterbacaan E-Modul Alat-Alat Optik Berbantuan Mind Mapping Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Kota Bengkulu. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 2(1), 19–24. <https://ejournal.unib.ac.id/jipf/article/download/25368/11277>
- Ganish, S. T., & Subali, B. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Materi Fluida Dinamis Berbasis Scratch untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Unnes Physics Education Journal*, 14(3), 296–301.
- Goodwin, J. R. (2024). What ' s the Difference ? A Comparison of Student-Centered Teaching Methods. *Education Sciences*, 14(7), 736. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci14070736>
- Hakimy, J., & Fajrina, S. (2025). Optimalisasi Teknologi dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran : Literatur Review. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(3), 33437–33441. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/32935>
- Hanifa, & Sitaresmi, P. D. W. (2026). Desain E-modul Interaktif untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep Peserta Didik pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 14(1), 107–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jpm.s.v14i1.91702>
- Hasanah, N., Saragi, S. E., & Simanjuntak, M. P. (2025). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi di SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan. *Invention: Journal Research and Education Studies*, 6(3), 905–914. <https://doi.org/https://doi.org/10.51178/invention.v6i3.2914>
- Hidayatullah, A. A., & Ramadhanti, D. (2026). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif dalam Pembelajaran Mengevaluasi Informasi dalam Teks Negosiasi untuk Siswa SMA. *Belajar Bahasa: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Bahasa & Sastra Indonesia*, 11(1), 24–39. <https://ejournal.unmuhjember.ac.id/index.php/BB/article/view/4498>
- Juriah, I., Ritonga, M. U., & Adisaputra, A. (2025). Analisis Bahan Ajar Bahasa Indonesia Terhadap Tingkat Pemahaman Isi Bacaan Siswa. *Edu Society: Jurnal Pendidikan, Ilmu Sosial, Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 802–810. <https://doi.org/https://doi.org/10.56832/edu.v5i1.883>
- Khatmani, F. K., Liliawati, W., & Imansyah, H. (2024). Analisis Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMP Pada Materi Suhu dan Kalor menggunakan Tes Isomorfik: Rasch Model. *Wahana Pendidikan Fisika*, 9(1), 11–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/wapfi.v9i1.52655>

- Kurniawan, W., Jufrida, J., Basuki, F. R., Ariani, R., & Fitaloka, O. (2019). Virtual Laboratory Based Guided Inquiry : Viscosity Exsperiments. *JIPF: Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 4(2), 91–98. <https://doi.org/10.26737/jipf.v4i2.1069>
- Lestari, W. Y., Surtikanti, H. K., Rahman, T., & Riandi. (2025). Analisis Ketersediaan dan Standarisasi Sarana Prasarana Laboratorium IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1), 194–203. <https://doi.org/https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2471>
- Manurung, M. Z., Afifah, N., & Hermanto, B. (2024). Peningkatan Pemahaman Konsep pada Materi Perpangkatan Siswa SMP Berbasis Android Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(4), 1477–1485. <https://doi.org/https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2009>
- Marisa, U., Yulianti, & Hakim, A. R. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Karakter Peduli Lingkungan di Masa Pandemi Covid-19. *Seminar Nasional PGSD UNIKAMA*, 4(September), 323–330. <https://conference.unikama.ac.id/artikel/index.php/pgsd/article/view/514>
- Mas'ulah, N. F., & Perdana, R. (2024). Development of Scratch-Based Interactive Animation Media on Uniformly Accelerated Rectilinear Motion to Improve Students' Understanding of Concepts. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12(2), 272–286. <https://doi.org/10.20527/bipf.v12i2.18369>
- Mawaddah, F. (2023). Meta Analisis Pengaruh Penerapan Bahan Ajar Modul Elektronik Terintegrasi Model Pembelajaran Pada Keterampilan Abad 21 Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26505–26516. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/10848>
- Mu'aziyah, S. E. S., Rahmawati, I., Agustin, H., Izzah, I. N., & Novena, I. (2025). Diagnosis Miskonsepsi Siswa pada Konsep Suhu, Kalor, dan Pemuaian sebagai Dasar Pengembangan Modul IPA SMP. *Lambda: Jurnal Pendidikan MIPA Dan Aplikasinya*, 5(2), 651–661. <https://doi.org/https://doi.org/10.58218/lambda.v5i2.1842>
- Nabila, Y. Z., & Astriani, D. (2023). Penerapan Metode Pembelajaran Tutor Sebaya Setting Kolaboratif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(September), 644–650. <https://doi.org/https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1132>
- Nasyor, H. S., Afdinillah, N. M. R., Zainiyati, H. S., & Asrohah, H. (2026). Tantangan Implementasi Coding dan Artificial Intelligence dalam Kurikulum Nasional: Perspektif Keadilan dan Kesiapan Pembelajaran. *Dirasah: Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam*, 9(1), 451–460. <https://ejournal.iaifa.ac.id/index.php/dirasah/article/view/2886>
- Ni'mah, M., & Widodo, W. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terstruktur Berbantuan Virtual-Laboratory PhEt untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Listrik Dinamis. *PENSA E-JURNAL: PENDIDIKAN SAINS* |, 10(2), 296–304. <https://doi.org/https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/45289>
- Nurhatmi, J., Sepriyadi, T., & Murtini. (2025). Development of Learning Videos on Solar System Material to Enhance Student Learning Motivation. *Jurnal Gentala Pendidikan Dasar*, 10(1), 192–205. <https://online-journal.unja.ac.id/gentala/article/view/40893>
- Prihatin, M. R. (2025). Koding dan AI di Sekolah: Kajian Literatur terhadap Kesiapan Kurikulum dan Pembelajaran di SD/SMP. *STRATEGY: Jurnal Inovasi Strategi Dan Model Pembelajaran*, 5(3), 219–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.51878/strategi.v5i3.6022>
- Putri, F. P., & Pasaribu, R. L. (2025). Kajian Literatur Sistematis: Efektivitas Penggunaan GeoGebra sebagai Media Visualisasi Interaktif terhadap Pemahaman Konsep Bangun Ruang. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 15(2), 170–183. https://jurnal.unipasby.ac.id/buana_matematika/article/view/11009
- Septiana, Y., Nugraha, H. M., & Sirozi, M. (2026). The Student-Centered Learning Approach and the Development of 21st-Century Skills. *JKPI: Jurnal Konseling Pendidikan Islam*, 7(2), 449–458. <https://jurnalalkhairat.org/ojs/index.php/jkpi/article/view/1702>
- Setiawan, H., Alya, & Amayati, V. (2025). Analisis Tipografi Dan Tata Letak Terhadap Daya Serap Informasi Dalam Media Cetak. *Syiar: Jurnal Ilmu Komunikasi, Penyuluhan Dan Bimbingan Masyarakat Islam*, 8(1), 42–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.37567/syiar.v8i1.3739>
- Siahaan, F. E., & Sihotang, C. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Untuk

- Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Simki Pedagogia*, 6(1), 161-168.
<https://doi.org/10.46650/wa.14.1.1343.1-4>
- Syifaurrehmadania. (2024). Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Menggunakan Pendekatan Steam Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Siswa Pada Materi SPLDV KELAS VIII. UNIVERSITAS JAMBI.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exeptional Children*. Indiana University.
- Wahidin. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Ilmiah Edukatif*, 11(1), 285-295.
<https://journal.iaisambas.ac.id/index.php/edukatif/article/view/3720>
- Yani, R., Anwar, R. B., & Vahlia, I. (2022). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan Kontekstual Disertai Qr Code Pada Materi Logaritma. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 224.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4703>