

Pengembangan Modul Berbasis *Hands On Activity* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Hukum I Termodinamika

Shintia Datu^{1)*}, Treesje Katrina Londa²⁾, Jeferson Polii³⁾, Tineke Makahinda⁴⁾, Kamaruddin⁵⁾

Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Manado, Kabupaten Minahasa 95618 Indonesia

*Corresponding Author, email: shintiadatu16@gmail.com

Receipt : 22/11/2025; Revision : 27/02/2026; Accepted : 28/02/2026

ABSTRAK

Latar belakang penelitian ini didasari oleh masih kurangnya ketersediaan modul pembelajaran fisika berbasis *hands on activity* sehingga diperlukan pengembangan modul ajar yang dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui pengalaman nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika dan mengetahui efektivitas modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika. Pada penelitian ini menggunakan *research and development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*analysis, design, development, implementation, evaluation*). Hasil uji kelayakan materi diperoleh presentase 94% dan uji kelayakan media dengan presentase 88% yang menunjukkan bahwa modul tersebut sangat layak dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Subjek dalam penelitian pengembangan modul ini adalah peserta didik kelas XI A di SMA Katolik Karitas Tomohon. Berdasarkan uji statistik (*uji mann whitney*) diperoleh nilai signifikansi $0,001 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai posttest antara kelas eksperimen dan kontrol. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada materi hukum 1 termodinamika di SMA Katolik Karitas Tomohon layak dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran. Tersedianya modul ajar berbasis *hands on activity* ini dapat menjembatani teori dan praktik, sehingga memudahkan guru dalam menciptakan suasana belajar yang interaktif dan berpusat pada pengalaman langsung peserta didik dan pemahaman konsep yang mendalam

Kata kunci: Efektivitas, *hands on activity*, hukum 1 termodinamika, kelayakan

ABSTRACT

The background of this research is based on the lack of availability of hands-on activity-based physics learning modules so that it is necessary to develop teaching modules that can improve conceptual understanding through real experiences. This study aims to determine the feasibility of hands-on activity-based modules in physics learning and to determine the effectiveness of hands-on activity-based modules in physics learning. In this study using research and development (R&D) with the ADDIE development model (analysis, design, development, implementation, evaluation). The results of the material feasibility test obtained a percentage of 94% and the media feasibility test with a percentage of 88% which indicates that the module is very feasible and meets the established criteria. The subjects in this module development research were students of class XI A at Karitas Catholic High School Tomohon. Based on statistical tests (mann-whitney test) obtained a significance value of $0.001 < 0.05$ which indicates that there is a significant difference in posttest scores between the experimental and control classes. Thus it can be concluded that the development of hands-on activity-based modules in physics learning to improve understanding of physics concepts on the material of the 1st law of thermodynamics at Karitas Catholic High School Tomohon is feasible and effective for use in learning. The availability of this hands-on activity-based teaching module can bridge theory and practice, making it easier for teachers to create an interactive learning atmosphere that is centered on students' direct experiences and in-depth understanding of concepts.

Keywords: Effectiveness, feasibility, *hands on activity*, 1st law of thermodynamics

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika seringkali dianggap sebagai salah satu mata pelajaran yang paling sulit bagi peserta didik. Konsep-konsep fisika yang abstrak dan metode pembelajaran yang cenderung teoritis membuat banyak peserta didik merasa kesulitan untuk memahami materi. Banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep ini karena keterbatasan metode pembelajaran yang hanya berpusat pada penjelasan verbal dan masih

kurangnya pengalaman praktis, akibatnya, peserta didik cenderung pasif dan mengalami penurunan motivasi dalam belajar fisika. Pembelajaran fisika juga lebih menekankan kepada peserta didik untuk terampil dalam menyelesaikan soal sementara penjelasan tentang konteks dunia nyata diabaikan sehingga mengakibatkan peserta didik kesulitan untuk memahami konsep fisika (Arifuddin, 2022)

Pemahaman konsep merupakan salah satu aspek utama yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran fisika karena dapat berpengaruh pada hasil belajar peserta didik (Azizah, 2020). Pemahaman konsep memungkinkan peserta didik tidak hanya menghafal, tetapi dapat menjelaskan dan menggunakan ilmu yang dipelajari (Haswani & Nurasyah, 2024).

Menurut Hamid (2024) peserta didik hanya menghafal materi yang diajarkan guru tanpa mengetahui konsep-konsep yang ada dalam kehidupan nyata. Tingkat pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika masih rendah serta masih terdapat permasalahan dalam penguasaan konsep oleh peserta didik (Sulistiyono, 2022). Selain itu Ramananda (2024) mengemukakan bahwa rendahnya pemahaman konsep peserta didik masih menjadi permasalahan dalam proses belajar yang disebabkan karena dalam proses belajarnya peserta didik cenderung pasif dan bergantung pada penjelasan guru sehingga peserta didik tidak dapat belajar secara mandiri

Salah satu materi fisika yang mempunyai konsep-konsep abstrak, dan sulit divisualisasikan serta mempunyai kompleksitas yang tinggi terdapat pada materi termodinamika. Banyak siswa yang kesulitan dalam memahami konsep dasar pada materi termodinamika, siswa memiliki kesalahan dalam memahami istilah seperti kerja, panas, energi internal, entalpi, pada hukum 1 termodinamika dan pengaplikasiannya. (Sekarani, 2021)

Modul pembelajaran adalah salah satu alat belajar mandiri yang disesuaikan dengan kebutuhan individual peserta didik. Peserta didik yang cepat memahami materi dapat langsung beralih ke soal-soal latihan, sementara yang membutuhkan waktu lebih lama dapat mengulang materi sebanyak yang diperlukan. Dengan demikian, setiap peserta didik dapat mencapai pemahaman yang optimal tanpa merasa tertinggal atau terbebani (Triandini & Wayan, 2021,)

Metode yang digunakan dalam modul ajar fisika sebagian besar masih bersifat konvensional, akibatnya proses pembelajaran berlangsung secara satu arah, di mana guru menjadi satu-satunya yang aktif, sementara peserta didik cenderung pasif (Arifuddin, 2022). Guru perlu mengembangkan suatu bahan ajar sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan membuat peserta didik untuk lebih aktif dan mudah memahami konsep-konsep fisika yang diajarkan (Khaira, 2024). Pengembangan modul ajar harus didasarkan pada prinsip-prinsip tertentu agar tujuan pembelajaran dapat dicapai (Kemdikbud, 2024)

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dinilai efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pembelajaran berbasis *hands on activity*. Menurut Kartono dalam Sihotang & Tauran (2020) *Hands on Activity (HOA)* adalah model pembelajaran yang dirancang untuk melibatkan peserta didik secara aktif, mulai dari menemukan, mengajukan pertanyaan hingga menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen. *Hands on activity* merupakan model pembelajaran yang membantu peserta didik belajar melalui kegiatan langsung yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir berdasarkan pengalaman pada saat kegiatan praktik sehingga peserta didik dapat bersenang-senang dan memiliki motivasi yang tinggi dalam proses pembelajaran (Lenti & Magdalena, 2023). Dapat disimpulkan bahwa *hands on activity* adalah model pembelajaran yang dirancang agar peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan tangan (*hands on activity*) seperti beraktivitas, menemukan, mengumpulkan data, menganalisis dan membuat kesimpulan sendiri.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika dan di SMA Katolik Karitas Tomohon diidentifikasi beberapa temuan penting seperti kurangnya keaktifan dan partisipasi peserta didik. Peserta didik cenderung pasif dan kurang bertanya serta berdiskusi, yang menghambat pemahaman mendalam terhadap konsep. Selain itu permasalahan yang ditemukan pada peserta didik adalah masih banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika, terutama dalam topik-topik fisika yang bersifat abstrak. Selain itu meskipun sekolah memiliki laboratorium, penggunaannya belum optimal, sehingga pembelajaran lebih sering didominasi oleh metode ceramah, diskusi, dan tanya jawab. Kemudian

belum adanya modul pembelajaran berbasis aktivitas langsung (*hands on activity*) yang tersedia di sekolah menjadi kendala bagi guru untuk menerapkan pendekatan yang lebih interaktif secara konsisten, meskipun guru mengakui bahwa peserta didik cukup antusias saat melakukan kegiatan praktikum. Pembelajaran yang hanya menyajikan materi dalam bentuk rumus dan teori menyebabkan peserta didik beranggapan bahwa pelajaran fisika hanya tentang rumus dan teori, tanpa mengetahui bagaimana konsep dari materi yang dipelajari. Proses pembelajaran masih banyak bergantung pada buku teks dan penjelasan teoritis, sehingga kesempatan peserta didik untuk belajar secara aktif dan konkret masih terbatas. Padahal, peserta didik memiliki potensi besar untuk belajar melalui praktik langsung dan aktivitas yang dapat meningkatkan rasa ingin tahu.

Dari temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa diperlukan pengembangan sebuah media pembelajaran yang dapat mengatasi permasalahan ini. Media tersebut harus mampu meningkatkan keaktifan siswa, mengintegrasikan praktikum sederhana, dan mengubah peran siswa dari pasif menjadi partisipan aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah modul ajar yang dapat menjembatani antara teori dan praktik, yaitu dengan mengembangkan *hands on activity* yang relevan dan sederhana. Kebutuhan utama adalah modul yang tidak hanya berisi teori, tetapi juga panduan praktikum yang jelas untuk meningkatkan pemahaman konseptual.

Meskipun penelitian pengembangan modul fisika telah banyak dilakukan, namun sebagian besar media yang dihasilkan masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berfokus pada penurunan rumus matematis secara deduktif dan penjelasan verbal yang abstrak. Hal ini berbeda dengan pengembangan modul berbasis *hands on activity* dalam penelitian ini, yang secara spesifik dirancang untuk mentransformasi konsep termodinamika yang kompleks seperti hubungan antara kalor, usaha, dan energi dalam menjadi pengalaman sensorik melalui aktivitas fisik langsung. Berbeda dengan modul elektronik maupun bahan ajar pada penelitian sebelumnya yang cenderung menempatkan peserta didik sebagai penerima informasi pasif, modul berbasis aktivitas ini mengintegrasikan panduan praktikum sederhana ke dalam materi fisika. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konseptual secara kognitif, tetapi juga untuk mengatasi kejenuhan belajar dengan mengubah peran peserta didik menjadi partisipan aktif yang mampu mengonstruksi pengetahuannya sendiri melalui pembuktian empiris yang konkret.

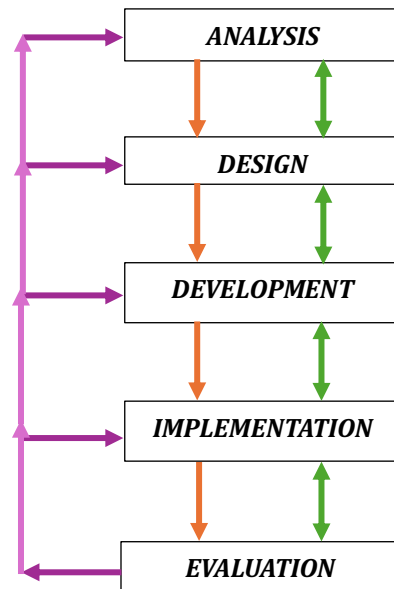
Dengan pengembangan modul pembelajaran berbasis *hands on activity*, diharapkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep fisika dapat meningkat. Modul ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk belajar melalui pengalaman nyata, yang dapat merangsang motivasi dan minat terhadap pembelajaran fisika. Selain itu, modul ini juga dapat menjadi panduan bagi guru dalam mengimplementasikan pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan efektivitas modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada materi Hukum I Termodinamika di SMA Katolik Karitas Tomohon.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *Reresearch and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Penelitian ini dilaksanakan di SMA Katolik Karitas Tomohon dengan subjek dalam penelitian pengembangan modul ini adalah peserta didik kelas XI A. Modul yang telah dikembangkan dilakukan uji kelayakan dan uji efektivitas. Data yang dibutuhkan untuk uji tersebut diperoleh dari hasil analisis lembar validasi ahli, angket respon peserta didik, dan pretest-posttest. Hasil analisis data yang didapatkan menentukan tingkat kelayakan dan keefektifan modul pembelajaran yang dikembangkan. Kelayakan modul ajar ditinjau dari nilai hasil validasi ahli. Keefektifan modul ditinjau dari nilai hasil pretest dan posttest peserta didik.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Metode ini untuk mengembangkan modul pembelajaran baru yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan

peserta didik. Alur yang dilakukan pada setiap tahap pengembangan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pengembangan model ADDIE versi Molena

Gambar 1 merupakan model ADIDIE versi Molenda (2003) yang menggambarkan ADDIE bersifat iteratif yang proses tahapannya dimulai dengan *Analisis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan berlanjut ke *Evaluation*. Namun pada setiap tahap para peneliti kembali ke tahap sebelumnya atau mengulangi tahap lain sebelum melanjutkan ketahap berikutnya, olah karena itu evaluasi dapat dilakukan kapan saja. Dengan kata lain, ADDIE adalah sebuah siklus yang terus berputar hingga dihasilkan produk pembelajaran yang optimal. Evaluasi yang terakhir digunakan untuk mengecek apakah hasilnya sudah sesuai atau belum, jika sudah maka Model dan Modul yang diharapkan telah selesai dan dapat digunakan.

Adapun tahap-tahap penelitian yang akan digunakan pada pengembangan modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan konsep fisika yaitu mengikuti tahapan ADDIE. Penjelasan lebih rinci mengenai tahap-tahap tersebut dijabarkan sebagai berikut: Tahap I Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis yang dilakukan dalam penelitian pengembangan ini meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai ketersediaan bahan ajar yang mendukung terlaksananya pembelajaran di sekolah yang akan dilakukan penelitian yaitu di SMA Katolik Karitas Tomohon

2. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan memperhatikan kurikulum yang sedang digunakan pada sekolah tempat penelitian. Hal ini dimaksudkan agar penelitian pengembangan yang dilakukan dapat sesuai dengan kurikulum yang berlaku

3. Analisis karakteristik peserta didik

Analisis karakteristik peserta didik adalah proses untuk memahami berbagai aspek yang melekat pada peserta didik. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, kebutuhan, dan gaya belajar. Analisis ini sangat penting dalam merancang pembelajaran yang relevan, menarik, dan efisien.

Tahap II Desain (*Design*)

Tahap perancangan (*design*) yang dilakukan dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan bahan/materi yang dapat dijadikan sebagai referensi penyusunan modul berbasis *hands on activity*
2. Penyusunan desain dan layout modul dilakukan dengan menyusun kerangka modul pembelajaran yang mencakup materi fisika, langkah-langkah kegiatan pembelajaran *hands on activity* lembar kerja peserta didik, serta evaluasi.
3. Penyusunan instrumen kelayakan modul berupa lembar angket validasi

Tahap III Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan modul dimulai dengan mengembangkan isi modul berbasis *hands on activity* berdasarkan desain yang telah disusun. Perancangan tata letak dan alur modul dilakukan secara keseluruhan dan sistematis agar mudah dipahami dan diikuti. Adapun struktur modul yang ajar berbasis *hands on activity* yang dikembangkan meliputi :

- 1) Bagian awal
Bagian ini berfungsi sebagai pengantar yang memberikan gambaran umum modul ajar berbasis *hands on activity*. Bagian ini terdiri atas cover, identitas modul, kompetensi dasar, tujuan modul.
- 2) Bagian isi
Bagian isi adalah bagian inti dari modul, di mana proses pembelajaran dan kegiatan praktikum terjadi. Bagian ini meliputi langkah-langkah pembelajaran dengan model *hands on activity*, bahan ajar dan LKPD
- 3) Bagian akhir
Bagian akhir terdiri atas soal latihan yang akan dikerjakan peserta didik sebagai latihan dalam memahami materi yang disampaikan agar memperkuat pemahaman dan memberikan kesempatan untuk merefleksikan proses belajar yang telah dilalui.

Setelah modul selesai maka akan dilakukan validasi modul oleh para ahli (ahli materi dan ahli media) melalui angket validasi untuk menilai kelayakan isi, bahasa, dan format modul. Kemudian dilakukan revisi berdasarkan masukan dari para ahli. Dilanjutkan validasi ahli lagi sampai modul berbasis *hands on activity* yang dikembangkan dinyatakan layak oleh validator ahli.

Tahap IV Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi modul berbasis *hands on activity* pada peserta didik, dilakukan dengan uji coba dalam pembelajaran di kelas (uji coba kelompok kecil pada beberapa peserta didik dan uji kelompok besar pada satu kelas penuh). Pada uji coba kelompok kecil terdiri dari 5 orang peserta didik. Setelah mempelajari materi pada modul peserta didik melakukan pengisian angket untuk yang bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap modul yang telah dikembangkan. Selanjutnya pada uji coba kelompok besar dilakukan uji coba lapangan yang bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari modul ajar yang dikembangkan dengan cara mengumpulkan data hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan modul (*pre-test* dan *post-test*).

Tahap V Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini mengevaluasi dilakukan dengan mengkaji hasil analisis data hasil penelitian kemudian membuat kesimpulan hasil pengembangan modul apakah efektif atau tidak. Kemudian melakukan perbaikan pada modul jika masih terdapat kekurangan.

Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan yaitu:

1. Lembar validasi
Angket validasi digunakan untuk memperoleh penilaian dari para ahli mengenai kelayakan modul. Tujuan dari angket validasi yaitu untuk mengumpulkan data tentang kelayakan modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep berdasarkan kesesuaian modul dan isi modul oleh ahli materi dan ahli media.
2. Lembar Angket peserta didik
Angket peserta didik digunakan untuk mengumpulkan pendapat mengenai respon peserta didik terhadap modul pembelajaran berbasis *hands on activity* yang dikembangkan. Angket diisi oleh peserta didik pada akhir kegiatan pembelajaran.
3. Pre tes- post tes

Dalam penelitian ini Pre-test dan post-test untuk mengukur pemahaman konsep fisika sebelum dan sesudah penggunaan modul (uji efektivitas modul)

Teknik analisis data

1. Analisis kelayakan

Modul yang sudah dikembangkan akan melalui uji kelayakan dalam hal ini kelayakan pada materi dan media. Uji kelayakan materi modul melibatkan tiga aspek utama yang dievaluasi oleh validator ahli, yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Sedangkan pada uji kelayakan media melibatkan tiga aspek utama yang dievaluasi oleh validator ahli, yaitu ukuran modul, desain sampul modul, dan desain isi modul.

Data hasil validasi dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat kelayakan hasil pengembangan yang berupa modul berbasis *hands on activity* dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dan untuk menganalisis hasil tanggapan dari validator menggunakan uji kelayakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{\Sigma x}{\Sigma x_i} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Presentase kelayakan
 Σx_i = Jumlah total jawaban skor validator
 Σx = Jumlah total skor jawaban tertinggi

(Puti, 2023)

Kemudian untuk menentukan tingkat validitas serta dasar pengambilan keputusan untuk merevisi modul menggunakan kualifikasi penilaian dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. kriteria kelayakan modul ajar

Interval Presentase (%)	Tingkat Kelayakan
80% –100%	Sangat Layak
60% –80%	Layak
40% –60%	Cukup Layak
20% – 40%	Tidak Layak
<20%	Sangat Tidak layak

(Puti, 2023)

Berdasarkan tabel diatas, penilaian modul ajar dikatakan layak jika memenuhi syarat pencapaian diatas 60% dari seluruh unsur yang terdapat dalam angket penilaian validasi ahli pembelajaran. Penilaian harus memenuhi kriteria layak. Jika dalam kriteria tidak valid maka dilakukan revisi sampai mencapai kriteria layak

Data analisis diperoleh dari angket respon peserta didik pada uji kelompok kecil terhadap penggunaan modul. Data diperoleh dari hasil uji coba produk. Dalam penelitian ini angket disusun dalam bentuk skala *likert* dengan empat alternatif jawaban, seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Skala pengukuran angket

Kriteria	Alternatif jawaban	Skor
Sangat setuju	SS	4
Setuju	S	3
Tidak setuju	TS	2
Sangat tidak setuju	STS	1

(Sugiyono, 2013)

Skor yang telah ditetapkan dapat dihitung menggunakan rumus persamaan :

$$Presentase = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil dari presentase skor kemudian dikategorikan untuk mengetahui kriteria berdasarkan tabel 3 berikut :

Tabel 3. kriteria respon peserta didik

Presentase	Kategori
81% – 100%	Sangat Baik
61% – 80%	Baik
41% – 60%	Cukup Baik
21 – 40%	Kurang Baik
≤ 20%	Tidak Baik

(Suhartono, 2022)

2. Analisis keefektifan

Untuk menguji keefektifan modul, data hasil *pre-test* dan *post test* dianalisis secara statistik menggunakan langkah-langkah berikut:

1. Analisis deskriptif

Analisis statistik deskriptif adalah metode dalam statistik yang digunakan untuk menggambarkan, meringkas, dan menyajikan data yang telah terkumpul secara sistematis seperti Mean (rata-rata), median, modus (mode), kuartil, desil, dan persentil

2. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hal ini diperlukan karena dalam statistik parametrik distribusi data yang normal adalah suatu keharusan dan merupakan syarat mutlak yang harus terpenuhi. Data di uji normalitasnya menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Jika 0,05 maka data dianggap berdistribusi normal. Rumus *Shapiro-Wilk* (Sugiyono, 2017)

3. Uji wilcoxon

Pada penelitian ini data tidak berdistribusi normal sehingga data akan dianalisis menggunakan uji non parametrik atau sebagai uji bebas distribusi adalah metode analisis statistik untuk data yang tidak mengasumsikan distribusi tertentu pada populasi (data tidak terdistribusi normal). Pada penelitian ini uji non parametrik yang digunakan adalah uji *wilcoxon*. Uji *wilcoxon* digunakan untuk membandingkan dua pengukuran yang berpasangan atau berhubungan dari kelompok yang sama. Dalam penelitian ini *pre-test* dan *post-test* kelas kontrol dan eksperimen. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak hipotesis pada uji *wilcoxon sign rank test* sebagai berikut:

- Jika (Asymp.Sig) < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya terdapat perbedaan.
- Jika (Asymp.Sig) > 0,05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak artinya tidak terdapat perbedaan. (Sugiyono, 2013)

4. Uji mann-whitney

Uji *mann-whitney* bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata- rata dua sampel bebas. Uji *mann-whitney* digunakan sebagai alternatif dari uji *independen t-test*, yaitu data penelitian yang tidak berdistribusi normal dan tidak homogen. Uji ini dipakai untuk mencari tahu apakah ada perbedaan signifikan antara dua kelompok, terutama ketika data tidak memenuhi syarat untuk menggunakan uji statistik parametrik (Selpia, 2024)

Perumusan uji statistik penelitian pada pengujian *mann mhitney* adalah sebagai berikut:

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_A: \mu_A \neq \mu_B$$

H_A = terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_0 = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

μ_A : Hasil pemahaman konsep fisika kelas eksperimen pada materi Hukum I Termodinamika yang menggunakan modul ajar berbasis *hands on activity*

μ_B : Hasil pemahaman konsep fisika kelas kontrol pada materi Hukum I Termodinamika yang tidak menggunakan modul ajar berbasis *hands on activity*

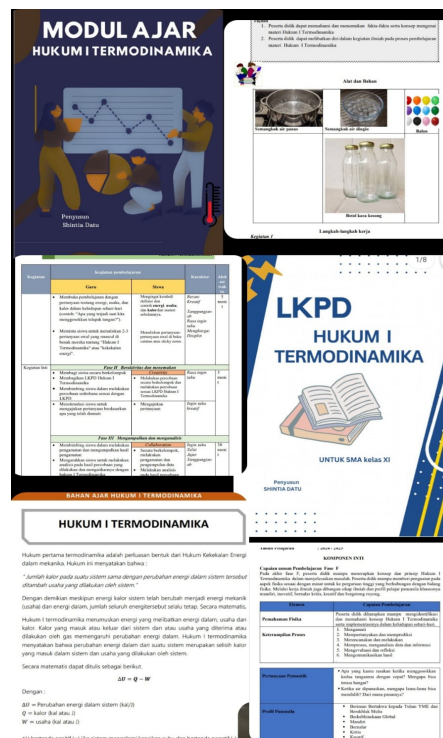
Dasar pengambilan keputusan untuk uji *Mann Whitney* ini adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai Asymp.Sig. (2-tailed) > 0,05, maka H_0 diterima
2. Jika nilai Asymp.Sig. (2-tailed) < 0,05, maka H_A diterima dan H_0 ditolak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk penelitian pengembangan ini adalah modul ajar berbasis *hands on activity* pada materi hukum 1 termodinamika. Dengan adanya modul ajar berbasis *hands on activity* pada materi hukum 1 termodinamika ini yang telah dikembangkan, diharapkan dapat membantu ketersediaan modul ajar yang dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik pada pembelajaran fisika yang sesuai dengan kurikulum merdeka.

Pengembangan modul ajar berbasis *hands on activity* ini dikembangkan berdasarkan karena masih kurangnya pendukung pembelajaran seperti kegiatan praktikum terutama pada materi hukum 1 termodinamika. Dengan demikian hasil pengembangan ini dimaksudkan untuk dapat menunjang pembelajaran agar membantu peserta didik dalam belajar secara menyenangkan sehingga dapat mengembangkan pengetahuan peserta didik terutama pada materi hukum 1 termodinamika. Prosedur pengembangan modul ajar ini di tempuh sesuai tahapan ADDIE yakni *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Hasil desain modul ajar yang telah dikembangkan dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Desain modul

Uji Kelayakan

Pada uji kelayakan materi modul divalidasi oleh satu validator ahli materi. Pengujian ini melibatkan tiga aspek utama yang dievaluasi oleh validator ahli, yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Untuk mengetahui hasil validasi materi dapat dilihat pada tabel 4 yang disajikan berikut ini.

Tabel 4. Hasil uji kelayakan materi

No	Aspek penilaian	Presentase	Kriteria
1	Kelayakan isi	98%	Sangat Layak
2	Kelayakan penyajian	90%	Sangat Layak
3	Kelayakan kebahasaan	94%	Sangat Layak
Jumlah rata-rata		94%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji kelayakan materi pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa materi pembelajaran pada modul yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan. Hal ini didukung oleh hasil uji kelayakan yang menunjukkan persentase yang tinggi pada setiap aspek penilaian. Pada aspek kelayakan isi sebesar 98%, aspek kelayakan penyajian sebesar 90%, dan aspek kelayakan kebahasaan sebesar 94%. Secara keseluruhan, rata-rata persentase kelayakan materi mencapai 94% dengan kriteria "Sangat Layak," hal ini mengindikasikan bahwa materi pada modul sudah baik dan memenuhi kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Pada uji kelayakan media melibatkan tiga aspek utama yang dievaluasi oleh validator ahli, yaitu ukuran modul, desain sampul modul, dan desain isi modul. Untuk mengetahui hasil validasi media dapat dilihat pada tabel 5 yang disajikan berikut ini.

Tabel 5. hasil uji kelayakan media

No	Aspek penilaian	Presentase	Kriteria
1	Ukuran modul	100%	Sangat Layak
2	Desain sampul modul	73%	Layak
3	Desain isi modul	90%	Sangat Layak
Jumlah rata-rata		88%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 5, aspek ukuran modul mendapatkan persentase sebesar 100% dengan kriteria sangat layak. Aspek desain sampul modul memperoleh persentase 73%, yang masuk dalam kriteria layak. Sementara itu, aspek desain isi modul mendapatkan persentase sebesar 90% dengan kriteria sangat layak. Secara keseluruhan, rata-rata persentase kelayakan media adalah 88%, yang termasuk dalam kriteria "Sangat Layak". Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memiliki kualitas yang sangat baik dan memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Pada tahap awal untuk pengujian modul ajar berbasis *hands on activity* pada materi hukum 1 termodinamika ini adalah uji kelompok kecil. Uji coba awal yang dilaksanakan ini dilakukan pada 5 orang peserta untuk menguji modul ajar. Hasil dari uji coba awal pengujian kelompok kecil ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik respon uji kelompok kecil

Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil yang dilakukan, respons peserta didik terhadap modul ajar berbasis *hands on activity* menunjukkan hasil yang sangat positif. Seperti yang terlihat pada grafik, persentase peserta didik yang memilih "Sangat Setuju" mencapai 80%, sementara 20% peserta didik memilih "Setuju". Tidak ada peserta didik yang memilih "Tidak Setuju" dan "Sangat Tidak Setuju". Sehingga hal ini menunjukkan bahwa peserta didik 100% memberikan respons yang positif sehingga modul ajar berbasis *hands on activity* sangat diterima dengan baik karena dapat memudahkan peserta didik untuk memahami materi pembelajaran fisika yang ada.

Modul ajar adalah suatu media pembelajaran yang efektif bagi guru untuk mencapai tujuan pembelajaran (Nengsih et al., 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Fatmi (2021) menjelaskan bahwa berdasarkan hasil *N-gain* terbukti bahwa modul pembelajaran memberikan hasil lebih efektif dalam proses pembelajaran dibandingkan sekadar menggunakan LKS atau buku teks.

Menurut Kamaruddin (2024) media pembelajaran fisika dapat meningkatkan interaksi dan pemahaman konsep peserta didik, serta mendorong kreativitas dan kemandirian dalam belajar. Dengan menggunakan modul ajar maka pembelajaran akan lebih efisien, efektif, dan relevan (Tegeh & Kirna, 2013). Sehingga dengan menggunakan modul pembelajaran berbasis *hands on activity* maka pembelajaran dapat berjalan dapat lebih terstruktur dan interaktif. Lenti & Magdalena (2023) juga mengungkapkan bahwa pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan memperkuat pemahaman terhadap materi.

Bungkuran (2021) menjelaskan bahwa bahan ajar yang melibatkan aktivitas praktikum terbukti membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih mendalam. Dengan demikian, penggunaan modul berbasis *hands on activity* diharapkan mampu memfasilitasi peserta didik untuk membangun sendiri pemahamannya melalui kegiatan eksperimen sederhana pada materi hukum 1 termodinamika. Dengan demikian, modul ajar yang dikembangkan tidak hanya memenuhi kriteria kelayakan, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan efektif bagi peserta didik.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa modul ajar yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Kelayakan materi dan media yang tinggi, serta respons positif dari peserta didik terhadap uji coba modul, menunjukkan bahwa modul ini dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika.

Uji efektivitas modul

Hasil uji keefektifan penggunaan modul ajar dalam penelitian ini dapat diketahui dari hasil uji statistik pada pretest dan posttest kelas kontrol dan kelas eksperimen pada saat menerapkan modul ajar yang telah dikembangkan. Adapun langkah-langkah uji statistik yang dilakukan yaitu:

1. Analisis statistik deskriptif

Analisis statistik deskriptif tujuannya adalah merangkum dan memberikan gambaran yang jelas tentang data seperti perhitungan ukuran tendensi sentral (mean, median, modus) serta ukuran penyebaran (standar deviasi, minimum, maksimum). Pada hasil uji statistik deskriptif dengan menggunakan IBM SPSS 29 mengenai hasil kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Analisis statistik deskriptif

	N	Range	Min	max	mean	Std. Dev
<i>Pretest eksperimen</i>	30	40	0	40	14.60	10.278
<i>Posttest eksperimen</i>	30	60	33	93	76.60	11.401
<i>Pretest kontrol</i>	30	46	0	46	19.70	9.869
<i>Post test kontrol</i>	30	40	46	86	62.83	9.699
<i>Valid N (listwise)</i>	30					

Berdasarkan tabel 6 di peroleh data deskriptif pretest kelas eksperimen, posttest kelas eksperimen, dan pretest kelas kontrol, serta posttest kelas kontrol. Pada kelas eksperimen nilai rata-rata pretest 14.60, dan nilai rata-rata posttest 76.60 sedangkan pada kelas kontrol nilai rata-

rata pretest 19.70, dan nilai rata-rata posttest 62.83. Hal Ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai pretest kelas eksperimen. Namun setelah diberi perlakuan, dengan kelas eksperimen menerima pembelajaran menggunakan modul berbasis *hands on acivity* sementara kelas kontrol tanpa menggunakan modul maka nilai posttest untuk kelas eksperimen meningkat Dengan demikian, berdasarkan data posttest, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang dibanding kelas kontrol.

2. Uji normalitas

Uji normalitas merupakan uji prasyarat sebelum analisis data statistik, yang berfungsi untuk memverifikasi kelayakan data untuk diuji menggunakan metode statistik parametrik (jika terdistribusi normal) atau statistik nonparametrik (jika tidak terdistribusi normal). Hasil dari uji ini mengidentifikasi pola distribusi dari data penelitian.

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan metode *shapiro wilk* dan dianalisis melalui program IBM SPSS 29 dengan taraf signifikan sebesar 0.05. Data dinyatakan normal jika memenuhi syarat signifikasi yaitu > 0.05 . Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini :

Tabel 7. Uji Normalitas

		Shapiro-Wilk		
	Kelas	statistic	df	Sig.
Hasil belajar	Pretest eksperimen	.937	30	.076
	Posttest eksperimen	.798	30	<.001
	Pretest kontrol	.934	30	.062
	Posttest kontrol	.909	30	.014

Berdasarkan uji normalitas yang dinyatakan pada tabel 7 dengan metode *shapiro wilk* diperoleh bahwa data pretest untuk kedua kelas, baik eksperimen dengan nilai sebesar 0.076 dan kelas kontrol dengan nilai sebesar 0.062 berdistribusi normal karena nilai signifikansinya lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$). Sebaliknya, data posttest untuk kedua kelas, baik eksperimen dengan nilai sebesar <0.001 maupun kontrol dengan nilai 0.014, tidak berdistribusi normal karena nilai signifikansinya lebih kecil dari 0.05 ($p < 0.05$).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan uji normalitas *shapiro wilk* dua data berdistribusi tidak normal, maka dapat diketahui kedua kelompok tidak homogen sehingga tidak perlu dilakukan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan data tidak berdistribusi normal oleh sebab itu data akan diuji menggunakan metode statistik non parametrik.

3. Uji wilcoxon

Pada penelitian ini data tidak berdistribusi normal sehingga digunakan uji *non-parametric* dengan menggunakan *wilcoxon* atau disebut dengan *wilcoxon signed rank*. Uji wilcoxon dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata pretest posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Adapun bentuk perumusan dari uji *wilcoxon* ini adalah sebagai berikut :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan nilai pretest dan posttes

H_1 : Terdapat perbedaan antara nilai pretest dan posttest

Hasil uji Wilcoxon dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Uji *wilcoxon*

	Posttest eksperimen-pretest eksperimen	Posttest kontrol-pretest kontrol
Z	-4.790 ^b	-4.790 ^b
Asymp.Sig.(2-tailed)	<.001	<.001

a. Wilcoxon Signed Ranks

Test

b. Based on negative ranks

Berdasarkan tabel 8 hasil uji wilcoxon pada kelompok eksperimen maupun kontrol, terdapat perbedaan nilai pretest dan posttest, dimana diperoleh nilai $p < 0.001$. Nilai ini jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 0.05 ($p > 0,05$) sehingga dapat diketahui terdapat perbedaan rata-rata nilai hasil pretest dan posttest pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen.

Dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai rata-rata pretest dan posttest yang terlihat perlu dikonfirmasi melalui uji wilcoxon untuk membuktikan bahwa perbedaan atau peningkatan nilai antara pretest dan posttest adalah perubahan nyata dan bukan sekadar kebetulan, melainkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

4. Uji *mann-whitney*

Uji *mann-whitney* digunakan untuk membandingkan median nilai posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada penelitian ini data tidak berdistribusi normal sehingga digunakan alternatif pengganti uji *independen t-test*, yakni uji *mann-whitney*. Uji *mann-whitney* bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil *posttest* kelas kontrol dan eksperimen.

Adapun perumusan uji statistik *mann-whitney* yaitu:

$H_0: \mu_A = \mu_B$ (Tidak terdapat perbedaan rata-rata hasil pemahaman konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol)

$H_A: \mu_A \neq \mu_B$ (Terdapat perbedaan rata-rata hasil pemahaman konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol)

Hasil perhitungan uji *mann-whitney* disajikan pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Uji *mann-whitney*

	Hasil belajar modul ajar
Mann-whitney U	143.000
Wilcoxon W	608.000
Z	-4.606
Asymp.sig.(2-tailed)	<.001
a. Grouping Variable: kelas	

Berdasarkan tabel 9 diperoleh nilai signifikansi (Asymp. Sig. 2-tailed) sebesar $<0,001$, yang mana nilai tersebut lebih kecil dari 0.05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_A diterima, artinya terdapat perbedaan pemahaman konsep antara kedua kelas sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan modul ajar berbasis *hands on activity* dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi hukum 1 termodinamika.

Dapat diketahui bahwa meskipun secara langsung terlihat adanya perbedaan pada nilai rata-rata posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, namun uji *mann-whitney* tetap perlu dilakukan karena uji ini mengevaluasi seberapa sering nilai dari kelas eksperimen menempati peringkat yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai dari kelas kontrol.

Setelah posttest dilakukan, terjadi peningkatan pemahaman konsep baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Namun, peningkatan yang dialami oleh kelas eksperimen jauh lebih signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan hasil temuan dari penelitian yang dilakukan Arifuddin (2022) yang mana dalam penelitiannya membuktikan bahwa setelah menggunakan bahan ajar kontekstual berbasis *hands on activity* pemahaman konsep fisika peserta didik meningkat.

Ketika peserta didik terlibat dalam kegiatan berbasis *hands on activity*, seperti eksperimen sederhana, motivasi belajar meningkat lebih tinggi dan lebih mampu memahami konsep fisika. Seperti yang dikemukakan oleh Makahinda (2016) melalui kegiatan praktikum yang memiliki prosedur ilmiah yang terdiri dari pengamatan, pengumpulan data dari apa yang diamati, menganalisis data, dan menyimpulkan, sangatlah relevan dengan prosedur dalam memahami konsep-konsep termodinamika, dan akan sangat membantu proses penemuan dan pemahaman terhadap konsep-konsep tersebut.

Proses pembelajaran fisika tidak dapat dipisahkan dari kegiatan praktikum. Melalui praktikum, peserta didik dapat membangun pemahaman konsep yang mendalam dengan menghubungkan hasil observasi empiris dengan kerangka teori yang telah dipelajari sebelumnya

(Rizaldi, 2023). Dengan melibatkan peserta didik secara langsung dalam melakukan percobaan, peserta didik dapat lebih memahami konsep fisika secara mendalam. Selain itu, kegiatan praktikum juga dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik.

Data efektivitas modul diperoleh melalui implementasi modul dalam proses belajar mengajar. Berdasarkan hasil pengujian efektivitas dengan menggunakan program IBM SPSS didapati bahwa terdapat perbedaan pemahaman konsep yang signifikan untuk kelas yang menggunakan modul ajar berbasis *hands on activity* dengan yang tidak. Hasil ini diperoleh melalui pengujian *mann whitney* sehingga modul yang dikembangkan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Penerapan strategi *hands on activity* dalam modul ajar ini terbukti secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi Hukum I Termodinamika, khususnya dalam membedakan entitas abstrak antara kalor (Q), usaha (W), dan energi dalam (ΔU). Melalui keterlibatan multisensori dalam aktivitas fisik langsung peserta didik tidak lagi sekadar menghafal formulasi matematis, melainkan mampu mengonstruksi pemahaman bahwa energi yang masuk ke dalam sistem akan terdistribusi menjadi perubahan energi internal dan kerja mekanik. Konkretisasi fenomena mikroskopis menjadi pengalaman makroskopis yang dapat diamati ini efektif menghilangkan miskonsepsi yang sering terjadi pada pembelajaran teoretis, sehingga transisi dari pemahaman intuitif ke pemahaman ilmiah menjadi lebih koheren dan mendalam.

Dibandingkan dengan penelitian pengembangan modul fisika sebelumnya yang cenderung berfokus modul cetak berbasis rangkuman materi, modul berbasis *hands on activity* ini menawarkan keunggulan dalam aspek interaktivitas fisik dan kedalaman eksplorasi. Sementara penelitian pesertaterdahulu seringkali menempatkan peserta didik sebagai penerima informasi pasif yang bergantung pada penjelasan verbal. Modul ini mengintegrasikan panduan eksperimen langsung yang menjembatani kesenjangan antara teori dan realitas laboratorium. Hal ini memberikan nilai kebaruan (*novelty*) dibandingkan modul konvensional karena mampu mengoptimalkan ketersediaan alat praktikum di sekolah yang selama ini belum terberdayakan, sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih autentik daripada sekadar visualisasi secara teori di layar komputer.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi peran guru fisika di SMA Katolik Karitas Tomohon, yakni pergeseran peran dari pemberi instruksi tunggal (*lecturer*) menjadi fasilitator pembelajaran yang adaptif. Dengan tersedianya modul berbasis aktivitas langsung yang terstruktur, guru dapat mengelola kelas secara lebih efektif tanpa harus terjebak dalam metode ceramah yang mendominasi. Implikasi lebih lanjut bagi guru adalah kemudahan dalam melakukan penilaian autentik terhadap proses berpikir peserta didik saat melakukan eksperimen, serta mendorong kreativitas guru dalam memanfaatkan alat peraga sederhana di lingkungan sekitar untuk menjelaskan konsep-konsep fisika yang kompleks secara bermakna dan aplikatif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa modul ajar berbasis *hands on activity* pada materi hukum 1 termodinamika yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dengan persentase kelayakan materi 94% dan kelayakan media 88%. Selain itu respon peserta didik terhadap modul sangat baik hal ini menunjukkan bahwa modul ajar ini sangat diterima oleh peserta didik dan dapat memudahkan dalam memahami materi hukum 1 termodinamika. Modul ajar berbasis *hands on activity* materi hukum 1 termodinamika efektif digunakan dalam pembelajaran fisika hal ini ditunjukkan oleh peningkatan signifikan nilai posttest dan hasil uji *mann-whitney* dengan signifikansi $0,001 < 0,05$. Secara pedagogis, modul ini efektif menjembatani konsep fisika yang bersifat abstrak dan mikroskopis menjadi pengalaman belajar konkret. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pelibatan aktivitas fisik mampu menurunkan beban kognitif dan meminimalisir miskonsepsi pada materi hukum 1

termodinamika. Penelitian ini masih memiliki batasan pada ruang lingkup materi yang spesifik dan ketergantungan pada ketersediaan alat praktikum. Oleh karena itu, disarankan untuk pengembangan lanjutan dengan memanfaatkan simulasi digital (*virtual lab*) serta perluasan cakupan materi pada konsep termodinamika lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifuddin, A., Sutrio, S., & Taufik, M. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Kontekstual Berbasis Hands On Activity dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 895. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.631>
- Azizah, Z., Reyza, M., Taqwa, A., Ibnu, D., & Assalam, T. (2020). Analisis Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik Menggunakan Instrumen Berbantuan Quizizz. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(2), 2.
- Bungkuran, A., Taunaumang, H., & Komansilan, A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbantuan Amrita Olabs Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Pendidikan Fisika Charm Sains*, 2(3), 149–155.
- Fatmi, N., Siska, D., & Nadia, E. (2021). Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/relativitas.v4i2.5257>
- Hamid, A., Elisa, & Nopriansah, R. (2024). Tingkat Pemahaman Konsep Fisika Pada Siswa Sma Menggunakan Metode Investigative Science Learning Environment (ISLE). *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 11(1), 1–13.
- Haswani & Nurasyah. (2024). Effectiveness Of Physics Learning Modules On Concept Understanding Of The Eighth-Grade Students Of Junior High School. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 12(1), 28. <http://jurnalfkipuntad.com/index.php/jpft>
- Kamaruddin, K., Silangen, P. M., & Londa, T. K. (2024). Pendampingan Implementasi Model PJBL Menggunakan Website Sebagai Media Pembelajaran Fisika di SMAN 2 Tondano. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 7(12), 5689–5698. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v7i12.17791>
- Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi. (2024). Modul Ajar. [https://cdn-ppg.simpkb.id/S3/Daljab/PPB/Perangkat%20Ajar/2.%20Prinsip%20&%20Prosedur%20Penyusunan%20Modul%20Ajar%20\(07_04\).Pdf](https://cdn-ppg.simpkb.id/S3/Daljab/PPB/Perangkat%20Ajar/2.%20Prinsip%20&%20Prosedur%20Penyusunan%20Modul%20Ajar%20(07_04).Pdf).
- Khaira, N. N., Idris, S., Novita, N., & Setiawan, T. (2024). Pengembangan LKPD Fisika Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Materi Gerak Lurus. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 119.
- Lenti, V., & Magdalena, R. (2023). The Influence Of The Hands On Activity Learning Model On Student Learning Activities In Science Class V At State Elementary School. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional*, 2, 179.4.
- Makahinda, T. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Teknologi Dan Teknik Asesmen Terhadap Hasil Belajar Termodinamika. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 7(1), 10–19. <https://doi.org/10.21009/jep.071.02>
- Nengsih, D., Febrina, W., Maifalinda, Junaidi, Darmansyah, & Demina. (2024). Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Pelatihan*, 8(1), 150–158.
- Puti, S., Latief, M., Rohandi, M., & Suwandi, ad. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality Pada Materi Perakitan Komputer Kelas X TKJ di SMK Negeri 1 Gorontalo. *Journal of Information Technology Education*, 3(1). <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/inverted>
- Ramananda, P. C., Arifin, S., & Liana, L. (2024). Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa dengan Pembelajaran Guided Discovery Learning. *Supremum Journal of Mathematics Education*, 8(1), 129–141. <https://doi.org/10.35706/sjme.v8i1.10081>

- Rizaldi, R., Syahwin, & Hasanah, U. (2023). Validitas E-Modul Praktikum Fisika SMA Berbasis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 923. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.931>
- Sekarani, T. S., Wiyono, K., & Muslim, M. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Termodinamika Dengan Cri Berbantuan Cbt Siswa SMA Negeri 21 Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*.
- Selpia, D., Fathurrahman, M., Susilawati, M., Pratiwi, N., & Purnami, R. (2024). Penerapan Uji Mann-Whitney Dalam Perbandingan Prestasi Akademik Mahasiswa Statistika Universitas Hamzanwadi Angkatan 2022 Dan 2023. *Jurnal Exbar Hamzanwadi*, 1(2).
- Sihotang, R., & Tauran, S. (2020). Pembelajaran Kontekstual Tipe Hands On Activity Dan SAVI (Somatic, Auditory, Visual And Intelectual) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa SMP. *Jurnal Padagogik*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.35974/jpd.v3i1.2232>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian bisnis: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi dan R&D* (3rd ed.). Alfabeta.
- Suhartono, Zain, S. G., & Tahirah, U. Y. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Analisis Desain Sistem Informasi Berbasis Case Method Team Work Based. *Information Technology Education Journal*, 1(3), 54–59.
- Sulistiyono, S. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Scientific Investigation untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Penguasaan Materi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 2(1), 35. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v2i1.157>
- Tegeh, I. M., & Kirna, I. M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian Pendidikan Dengan ADDIE Model. *Jurnal IKA Undiksha*, 11, 12–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/ika.v11i1.1145>
- Triandini, W., & Gunada, I. W. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 91.