

## Pengembangan Alat Peraga Mesin Kalor Sederhana sebagai Media Pembelajaran Fisika Materi Termodinamika

**Farhan Akmal Fauzi**

Fisika, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [farhanakmal.20039@mhs.unesa.ac.id](mailto:farhanakmal.20039@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga mesin kalor sederhana sebagai media pada pembelajaran fisika materi Hukum II Termodinamika. Kelayakan alat peraga dinilai berdasarkan penilaian validitas alat peraga oleh ahli, serta kepraktisan alat peraga yang dinilai berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik terhadapnya di kelas XI SMA. Desain uji penelitian menggunakan *one shot case study* tanpa kelas pembandingan dan tanpa pengukuran awal. Hasil penilaian validitas alat peraga diperoleh presentase validitas secara keseluruhan 89% dengan kategori sangat valid. Hasil penilaian kepraktisan alat peraga diperoleh presentase 88,5% (sangat baik) berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran dan 91,2% berdasarkan respon peserta didik (sangat baik). Berdasarkan penilaian validitas dan kepraktisan, alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Namun uji efektivitas alat peraga belum dilakukan, sehingga hasil dari penelitian ini belum cukup untuk menggambarkan kelayakan alat peraga yang dikembangkan secara keseluruhan.

**Kata Kunci:** *Mesin Kalor Sederhana, Validitas, Kepraktisan*

### Abstract

This study aims to develop a simple heat engine teaching aid as a media in physics lessons on the subject of the Second Law of Thermodynamics. The feasibility of the teaching aid is assessed based on the validity evaluations by experts and the practicality of the teaching aid, which is judged based on the implementation of the lessons and the students' responses in Class XI B at SMAS Kartika IV-3 Surabaya. The research design used is a one-shot case study without a comparison class and without initial measurements. The instruments used include a validation sheet for the teaching aid, an observation sheet for the implementation of the lessons, and a student response questionnaire. The results of the teaching aid validity assessment showed an overall validity percentage of 89%, categorized as very valid. The practicality assessment results showed a percentage of 88.5% (very good) based on lesson implementation and 91.2% based on student responses (very good). Based on the validity and practicality assessments, the developed simple heat engine teaching aid is highly feasible to be used as a learning medium. However, the effectiveness of the teaching aid has not yet been tested, so the results of this study are not sufficient to fully describe the overall feasibility of the developed teaching aid.

**Keywords :** *Simple Heat Engine, Practicality, Validity, Thermodynamics*

### PENDAHULUAN

Fisika merupakan mata pelajaran yang mempelajari berbagai konsep dan prinsip dasar yang berkaitan dengan sifat-sifat materi, energi, dan interaksi antara keduanya. Fisika membantu peserta didik dalam memahami fenomena alam yang terjadi di sekitar melalui pengamatan, eksperimen, analisis, dan penerapan konsep-konsep fisika (Eka Erlinawati & Bektiarso, 2019). Sejalan dengan pernyataan tersebut, Handriani dkk. (2015) menyampaikan bahwa pembelajaran fisika juga melibatkan penggunaan metode ilmiah, pengembangan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah. Dalam perkembangan sains dan teknologi, fisika merupakan ilmu pengetahuan yang bersifat fundamental (Utari et al., 2021). Berdasarkan pernyataan-

pernyataan sebelumnya, dapat diketahui bahwa pembelajaran fisika dapat membantu peserta didik dalam memahami fenomena-fenomena yang terjadi di sekitar, mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan dan inovasi dalam bidang sains, teknologi, dan rekayasa. Mengingat betapa pentingnya pelajaran fisika, seharusnya pembelajaran fisika dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik.

Namun, dalam praktiknya tidak sedikit peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mempelajari fisika. Kesulitan peserta didik dalam mempelajari fisika disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya materi fisika yang cenderung memiliki banyak persamaan dan pembelajaran fisika di kelas yang tidak kontekstual dan tampak abstrak (Utari et al., 2021). Rahayu dkk. (2016) menyampaikan bahwa selama ini guru menyampaikan materi pelajaran dengan metode ceramah kemudian dilengkapi dengan rumus-rumus dan perhitungan secara garis besarnya saja, sehingga pembelajaran berlangsung satu arah karena guru masih mendominasi proses pembelajaran. Dalam pelaksanaannya, pembelajaran fisika seharusnya melibatkan peserta didik secara langsung guna memperoleh pengalaman belajar yang lebih baik dan bukan sekedar menyampaikan materi pembelajaran (Ariyana dkk., 2019). Beberapa persoalan terkait kesulitan dalam pembelajaran fisika yang telah disebutkan, dapat memberikan pengalaman belajar dan pemahaman yang kurang bagi peserta didik.

Untuk mengatasi persoalan dalam pembelajaran fisika, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan media pembelajaran. Dalam era digital dan teknologi informasi, pemilihan media pembelajaran yang tepat menjadi tantangan utama bagi pendidik. Selain itu, Kurikulum Merdeka yang diterapkan saat ini menuntut para pendidik untuk lebih kreatif dan inovatif dalam pemilihan model pembelajaran yang diterapkan dan media pembelajaran yang digunakan (Neswary & Prahani, 2023). Astuti & Bhakti (2018) menyampaikan bahwa pemilihan metode pembelajaran dan penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat mendukung meningkatnya kualitas proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran memiliki keunggulan dalam memberikan pengalaman belajar yang baik bagi peserta didik. Dengan demikian, integrasi media pembelajaran yang efektif dapat menjadi kunci dalam mencapai tujuan pembelajaran yang optimal.

Salah satu materi fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik adalah termodinamika. Termodinamika dikenal sebagai studi tentang panas dan transfer (Ratnaningtyas et al., 2019). Termodinamika mempelajari konsep pertukaran energi dalam bentuk kalor dan kerja, sistem pembatas dan lingkungan (Yolanda, 2021). Penerapan dari konsep ini dapat dijumpai terutama pada mesin kendaraan, mesin pemanas atau pendingin, dan mesin pembangkit listrik. Selain digunakan dalam fisika, materi termodinamika juga digunakan dalam kimia dan rekayasa, terkait dengan teori kinetik gas dan efisiensi mesin (Budi Bhakti et al., 2022). Dengan demikian konsep termodinamika merupakan salah satu konsep fisika yang sangat penting untuk dipahami oleh peserta didik. Namun, masih banyak peserta didik yang memiliki pemahaman yang salah yang akan berdampak pada kesalahan dalam menjawab persoalan termodinamika (Utari et al., 2021). Menurut Hakim et al. (2017) persoalan yang dialami peserta didik ada pada materi yang memuat banyak persamaan, kurang kontekstual, dan konsep yang terlalu abstrak salah satunya pada konsep Hukum II Termodinamika.

Pada dasarnya Hukum II Termodinamika menyatakan bahwa panas dapat mengalir dari objek panas menuju objek yang suhunya lebih rendah, bukan sebaliknya. Pernyataan dari hukum tersebut dipelajari lebih lanjut salah satunya melalui studi tentang mesin kalor. Prinsip ini akan lebih mudah dipahami dengan visualisasi yang tepat, salah satunya melalui media pembelajaran. Menurut Ma'ruf & Sultan (2023) media pembelajaran merupakan komponen yang sangat penting dalam proses pembelajaran termodinamika. Hal ini menjadi ide bagi peneliti untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran yang dapat digunakan pada pembelajaran materi Hukum II Termodinamika.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Helida, Ching, & Oyewo (2023) dengan judul "*Development of a Simple Stirling Engine Demonstration Tool on the Subject of Thermodynamics*", menceritakan tentang pengembangan alat peraga *stirling engine* sederhana berbahan dasar kaleng minuman yang dapat bekerja menggunakan pembakaran luar. Ketika mesin dipanaskan, volume dan tekanan udara dalam sistem akan meningkat, energi panas yang diberikan diubah menjadi energi gerak untuk menggerakkan roda. Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan yaitu

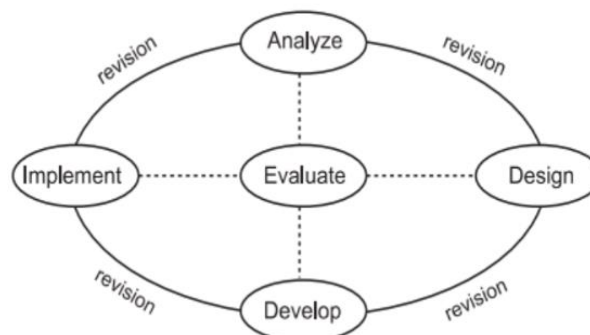
alat peraga yang dikembangkan layak digunakan dan dapat digunakan untuk menjelaskan konsep Hukum I Termodinamika, proses termodinamika, dan mesin carnot.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Liana, Linuwih, & Sulhadi (2020) dengan judul “*The Development of Thermodynamics Law Experiment Media Based on IoT: Laboratory Activities Through Science Problem Solving for Gifted Young Scientists*”, menceritakan tentang pengembangan media praktikum hukum termodinamika berbasis *internet of things*. Berbeda dari penelitian penelitian tentang *stirling engine* sebelumnya, pada penelitian ini alat peraga dikembangkan menggunakan beberapa komponen elektronika dengan komponen utama berupa perangkat *peltier*. Perangkat *peltier* ini berfungsi untuk mengubah panas yang diberikan pada *peltier* menjadi energi listrik. Alat peraga ini dapat digunakan untuk mejelaskan konsep hukum termodinamika, prinsip kerja konverter panas, dan efisiensi konverter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan layak untuk digunakan.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat peraga pada materi termodinamika sebagai media pembelajaran. Secara garis besar, alat peraga yang dikembangkan memiliki fungsi utama yaitu untuk memodelkan efisiensi termal dalam termodinamika. Meskipun telah ada beberapa alat peraga yang dikembangkan untuk materi termodinamika, alat peraga yang dirancang untuk mengajarkan konsep efisiensi termal masih kurang. Alat peraga yang akan dikembangkan memiliki desain yang sederhana, sehingga diharapkan akan lebih mudah atau lebih praktis untuk digunakan dalam lingkungan kelas. Maka dari itu peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Mesin Kalor Sederhana untuk Menentukan Nilai Efisiensi Termal Sebagai Media Pembelajaran pada Materi Termodinamika”.

## METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada desain pengembangan media instruksional ADDIE oleh Robert Maribe Branch. Metode ini dipilih karena metode ADDIE dikembangkan secara sistematis dan berlandaskan pada sistematis desain pembelajaran, sebagai upaya dalam mengatasi permasalahan dalam pembelajaran yang berkaitan dengan sumber belajar dan karakteristik pembelajar (Tegeh & Kirna, 2013). Tahapan pengembangan alat peraga dalam menurut metode ADDIE meliputi analisis (*analysis*), perancangan produk awal (*design*), pengembangan produk (*development*), implementasi produk (*impementation*), dan evaluasi produk (*evaluation*). Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan alat peraga mesin kalor sederhana sebagai media pada pembelajaran fisika materi Hukum II Termodinamika.



**Gambar 1. Skema Penelitian ADDIE**  
(Branch, 2010)

Uji coba empiris dilakukan untuk mengetahui kinerja alat peraga sebelum dilakukan uji coba lapangan kepada peserta didik. Uji coba kepada peserta didik dilakukan menggunakan desain *one shot case study* di mana sebuah kelompok diberi perlakuan kemudian diobservasi hasilnya (Sugiyono, 2010). Dengan demikian uji coba pada penelitian ini dilakukan tanpa menggunakan kelas pembandingan dan tanpa pengukuran awal. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar validasi ahli, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan lembar angket respon peserta didik.

Teknik analisis dalam penelitian ini meliputi analisis validitas alat peraga dan analisis kepraktisan alat peraga untuk mengetahui kelayakan alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan. Analisis validitas dilakukan berdasarkan penilaian terhadap alat peraga melalui lembar validasi yang dilakukan oleh tiga dosen ahli media. Sedangkan analisis kepraktisan dilakukan berdasarkan hasil observasi pembelajaran oleh guru fisika SMA dan angket respon peserta didik terhadap penggunaan alat peraga mesin kalor sederhana.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

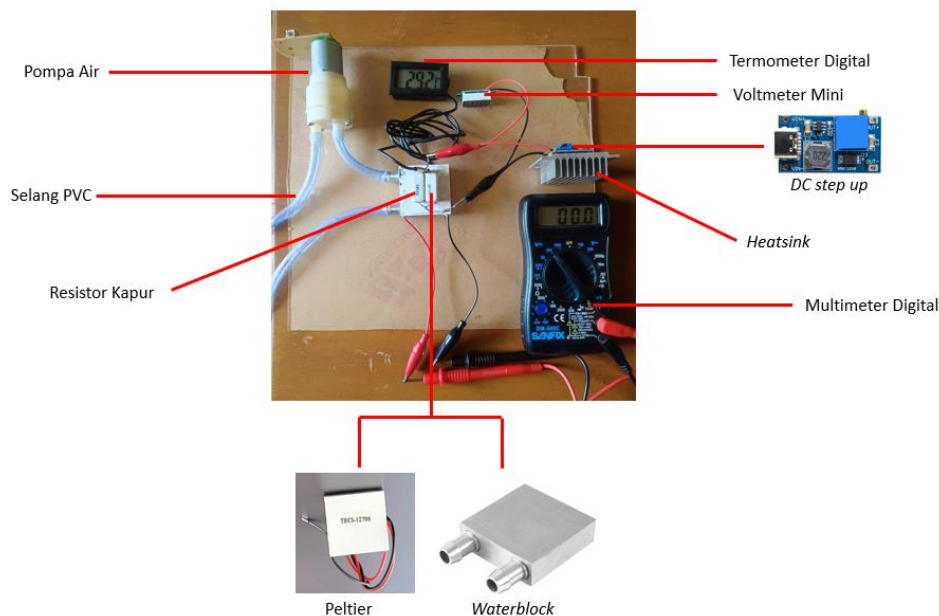
### Analisis (*analysis*)

Tahap analisis dilakukan sebelum melakukan penelitian untuk menganalisis proses pembelajaran di SMA dan mengetahui media pembelajaran yang telah digunakan. Analisis pembelajaran dilakukan melalui wawancara secara langsung kepada peserta didik untuk mengetahui aktivitas pembelajaran fisika dan memahami karakteristik peserta didik. Sebagian besar peserta didik kelas XI menyampaikan bahwa mata pelajaran fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang sulit untuk dipahami dan bersifat terlalu abstrak. Selain itu peserta didik lebih senang untuk menghafalkan rumus-rumus yang ada sebelum memahami materi yang dipelajari dengan baik.

Analisis media pembelajaran dilakukan melalui wawancara kepada guru fisika SMA untuk mengetahui media pembelajaran yang digunakan. Untuk mendukung hasil wawancara, dilakukan observasi laboratorium fisika guna mengetahui ketersediaan alat atau fasilitas di SMA. Hasil dari observasi yang dilakukan yaitu SMA yang menjadi tempat penelitian memiliki fasilitas pendukung pembelajaran fisika pada materi Termodinamika, seperti Perpindahan panas. Namun, belum ada alat peraga yang menunjang praktikum Hukum II Termodinamika terkait efisiensi termal. Hal ini memperkuat latar belakang penelitian ini untuk mengembangkan alat peraga mesin kalor sederhana yang dapat digunakan untuk menunjang pembelajaran fisika pada materi Hukum II Termodinamika.

### Perencanaan (*Desain*)

Tahap perencanaan dilakukan setelah menganalisis pembelajaran di sekolah dan media pembelajaran dengan menyusun rencana pembelajaran serta merancang alat peraga mesin kalor sederhana. Pada tahap ini dilakukan perancangan desain alat peraga yang akan dikembangkan agar sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, juga dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran serta instrumen-instrumen pembelajaran.



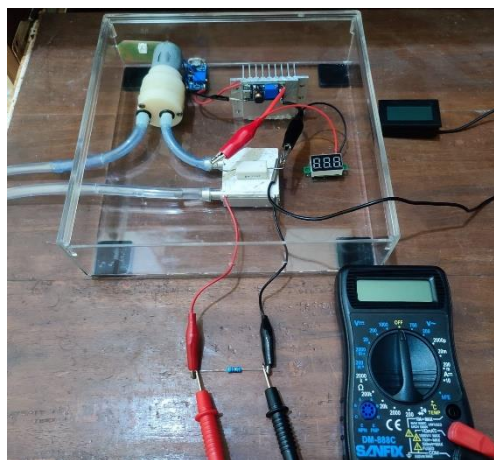
**Gambar 2. Rancangan Alat Peraga Mesin Kalor Sederhana**

Gambar 2. Merupakan desain awal alat peraga yang memiliki dimensi 20x20x5cm dengan tiga bagian. Tiga bagian yang dimaksud yaitu komponen output, komponen pemanas, dan komponen pendingin. Komponen output sebagai fungsi utama dari alat peraga ini adalah perangkat *peltier*. *Peltier* merupakan komponen utama pada alat peraga yang dikembangkan untuk mensimulasikan perbedaan suhu yang diberikan pada *peltier*, sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Komponen pemanas pada alat peraga ini berupa resistor kapur yang dipasang pada sisi panas *peltier*. Suhu yang dihasilkan dapat diatur berdasarkan tegangan yang diberikan melalui komponen *dc step up*. Komponen pendingin pada alat peraga ini terdiri dari pompa air, selang PVC, dan *waterblock*. Pompa air dan selang PVC pada alat peraga ini digunakan untuk mengalirkan air es menuju *waterblock* yang dipasang pada sisi dingin *peltier*. Multimeter digunakan untuk mengukur output yang dihasilkan oleh *peltier*. Sedangkan termometer digital digunakan untuk mengukur suhu panas dan dingin yang diberikan.

Pada alat peraga mesin kalor sederhana ini, peneliti menghitung nilai efisiensi termal berdasarkan output yang dihasilkan oleh perangkat *peltier*. Konsep ini dipilih berdasarkan sub materi Hukum II Termodinamika tentang mesin kalor dimana setiap mesin tidak mungkin memiliki efisiensi sempurna karena pasti ada sebagian panas yang terbuang melalui reservoir suhu rendah.

### Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan dilakukan dua macam validasi yaitu validasi isi yang dilakukan oleh tiga dosen validator untuk mengetahui kelayakan alat peraga, dan validasi empiris melalui uji coba untuk mengetahui kinerja dari alat peraga. Hasil dari penilaian validasi alat peraga yang dilakukan oleh tiga dosen validator, diperoleh presentase sebesar 89% dengan kategori sangat valid menurut skala Likert. Dengan demikian, alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai media dalam pembelajaran Hukum II Termodinamika. Berikut merupakan gambar alat peraga setelah melalui proses validasi.



**Gambar 3. Produk Akhir (Mesin Kalor Sederhana)**

Setelah melalui tahap validasi oleh validator, selanjutnya dilakukan uji coba alat peraga untuk mengetahui kesesuaian data yang diperoleh dengan teori yang sudah ada sebelumnya. Pada percobaan ini, air yang digunakan untuk dialirkan menuju reservoir dingin memiliki suhu 13,6°C. Percobaan dilakukan dengan mengontrol nilai tegangan input (V) yang diberikan pada resistor pemanas ( $R_P=22\Omega$ ). Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap suhu pada reservoir suhu tinggi ( $T_H$ ) dan juga pengukuran tegangan output ( $V_{WR}$ ) menggunakan voltmeter digital yang dihubungkan dengan resistor beban (R) 1 $\Omega$ . Selain itu juga dilakukan perhitungan terhadap nilai daya input menggunakan persamaan  $P_H = V^2/R_P$ . Berikut merupakan tabel hasil percobaan alat peraga.

**Tabel 1. Hasil Uji Coba Alat Peraga**

No.	V (volt)	T <sub>H</sub> (°C)	V <sub>WR</sub> (volt)	P <sub>H</sub> (Watt) (V <sup>2</sup> /R <sub>p</sub> )
1.	3,5	32°C	0,09	0,56
2.	4,0	36,2°C	0,13	0,72
3.	4,5	39,3°C	0,16	0,92
4.	5,0	44,1°C	0,20	1,14
5.	5,5	46°C	0,23	1,37
6.	6,0	51,1°C	0,27	1,63
7.	6,5	54,8°C	0,30	1,92
8.	7,0	60°C	0,36	2,23
9.	7,5	64,1°C	0,40	2,56
10.	8,0	70,5°C	0,45	2,90

Berdasarkan data percobaan yang ditampilkan pada tabel 1, diketahui bahwa tegangan input yang diberikan berbanding lurus terhadap suhu yang diberikan pada reservoir suhu tinggi oleh resistor pemanas. Dengan demikian tegangan output yang dihasilkan oleh perangkat *peltier* akan semakin tinggi.

Setelah diperoleh data hasil pengukuran menggunakan alat peraga, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai efisiensi termal yaitu efisiensi asli ( $e$ ) dan efisiensi carnot ( $e_c$ ) berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran seperti pada tabel 1. Efisiensi asli menunjukkan kinerja alat peraga pada kondisi operasionalnya, sedangkan efisiensi carnot merupakan efisiensi tertinggi yang dapat dicapai oleh mesin. Efisiensi asli dapat dihitung menggunakan persamaan  $e = \frac{P_{WR}}{P_H}$  (Giancoli-- 6th ed, 2005),  $P_{WR}$  merupakan daya output yang dapat dihitung dengan membagi tegangan output ( $V_{WR}$ ) dengan resistor beban ( $R$ ). Sedangkan efisiensi carnot dapat dihitung menggunakan persamaan  $e_c = \frac{T_H - T_L}{T_H}$  (Giancoli,-- 6th ed, 2005).  $T_H$  merupakan suhu pada reservoir suhu tinggi sedangkan  $T_L$  merupakan suhu pada reservoir suhu rendah. Sebelum melakukan perhitungan, suhu diubah ke dalam satuan Kelvin terlebih dahulu. Tabel berikut merupakan hasil perhitungan dari efisiensi termal yang meliputi efisiensi asli dan efisiensi carnot.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Efisiensi Termal**

No.	Efisiensi Asli (%)	T <sub>H</sub> (K)	ΔT (K) (T <sub>H</sub> - T <sub>L</sub> )	Efisiensi Carnot (%)
1.	1,4%	305 K	18,4 K	6,03%
2.	2,3%	309,2 K	22,6 K	7,3%
3.	3,1%	312,3 K	25,7 K	8,2%
4.	3,6%	317,1 K	30,5 K	9,6%
No.	Efisiensi Asli (%)	T <sub>H</sub> (K)	ΔT (K) (T <sub>H</sub> - T <sub>L</sub> )	Efisiensi Carnot (%)
5.	3,9%	319 K	32,4 K	10,1%
6.	4,7%	324,1 K	37,5 K	11,6%
7.	5,1%	327,8 K	41,2 K	12,5%
8.	5,8%	333 K	46,4 K	13,9%
9.	6,3%	337,1 K	50,5 K	14,9%
10.	7,0%	343,5 K	56,9 K	16,4%

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa nilai efisiensi asli dari alat peraga semakin meningkat berdasarkan peningkatan tegangan input yang diberikan. Selain itu, perbedaan suhu pada reservoir suhu tinggi dan reservoir suhu rendah berbanding lurus terhadap efisiensi carnot yang dihasilkan. Efisiensi pada alat peraga ini pada dasarnya merupakan efisiensi dari komponen utama yang digunakan berupa perangkat termoelektrik yang dapat menghasilkan arus listrik searah jika diberi perbedaan temperatur yaitu *peltier*. Penelitian lain yang dilakukan oleh

Widipratama dkk. (2023) juga menjelaskan bahwa output dan efisiensi dari termoelektrik dapat ditingkatkan apabila perbedaan suhu pada sisi panas dan sisi dingin perangkat ditingkatkan.

Selama dilakukan uji coba, juga diketahui bahwa alat peraga yang dikembangkan hanya dapat bekerja pada tegangan input 3,4volt – 8volt. Apabila tegangan input yang diberikan kurang dari 3,4volt atau lebih dari 8volt, maka alat peraga menjadi tidak stabil. Walaupun demikian, alat peraga ini sudah dapat memberikan gambaran yang cukup baik terkait cara kerja mesin kalor bagi peserta didik.

### **Penerapan (Implement)**

Tahap *Implementation* (implementasi) merupakan tahap penerapan pembelajaran di SMA menggunakan alat peraga mesin kalor sederhana yang telah dikembangkan setelah dinyatakan valid oleh dosen validator. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model inkuiri terbimbing. Analisis keterlaksanaan pembelajaran dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran Hukum II Termodinamika menggunakan alat peraga mesin kalor sederhana. Keterlaksanaan pembelajaran diamati oleh guru fisika di SMA. Kegiatan pembelajaran dilakukan selama satu kali pertemuan (2x45 menit).

Berdasarkan hasil observasi, diperoleh presentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 88,5% dengan kategori sangat baik menurut skala Likert. Dengan demikian guru telah melaksanakan semua fase pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing menggunakan alat peraga mesin kalor sederhana.

### **Evaluasi (Evaluation)**

Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap kepraktisan alat peraga menggunakan angket respon peserta didik. Angket respon yang diberikan kepada peserta didik digunakan mengetahui kepraktisan alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan. Penilaian menggunakan skala guttman dengan pernyataan “YA” atau “TIDAK” yang terdiri dari delapan pertanyaan. Angket respon peserta didik diisi oleh 15 peserta didik yang dibagikan di akhir kegiatan pembelajaran.

Nilai rata-rata presentase dari angket respon ini yaitu 91,2% dengan kategori sangat baik. Pada poin 5 dan 6 diperoleh presentase yang kurang optimal yaitu 80% dan 73,3% dengan kategori baik. Hal ini dikarenakan peserta didik masih merasa sedikit kesulitan ketika mengoperasikan alat peraga, terutama ketika melakukan pengukuran tegangan output menggunakan multimeter. Selain itu beberapa peserta didik merasa kurang aman ketika mengoperasikan alat peraga dikarenakan terdapat beberapa komponen yang masih asing bagi peserta didik. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa, alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan cukup praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan penilaian validitas alat peraga yang dilakukan oleh tiga dosen validator, alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan memiliki presentase validasi secara keseluruhan sebesar 89% dengan kategori sangat valid dan layak untuk digunakan. Alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan telah memenuhi aspek kepraktisan berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan presentase 88,5% (sangat baik) dan angket respon peserta didik dengan presentase 91,2% (sangat baik). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa alat peraga mesin kalor sederhana yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi Hukum II Termodinamika.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Annisah, S., Jurai, S., & Metro, S. (2017). Alat Peraga Pembelajaran Matematika. *Jurnal Tarbawiyah, Vol. 11, No. 1* (Vol. 11).
- Ariyana, Y., Bestary, R., & Mohandas, R. (2019). Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

- Astuti, I. A. D., & Bhakti, Y. B. (2018). Interactive learning multimedia based Microsoft excel on the temperature and heat. *Unnes Science Education Journal*, 7(1).
- Basri, S., & Khatimah, H. (2019). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Sparkol Videoscribe Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI SMA Negeri 6 Jeneponto. *Karst: Jurnal Pendidika Fisika Dan Terapannya*, 2(2), 85–90. <http://ejournals.umma.ac.id/index.php/karts/article/view/428>
- Budi Bhakti, Y., Agustina Dwi Astuti<sup>1</sup>, I., & Prasetya, R. (2022). Four-Tier Thermodynamics Diagnostic Test (4T-TDT) to Identify Student Misconception. *KnE Social Sciences*, 2022, 106–116. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.11958>
- Branch, R. M. (2010). Instructional Design: The Addie Approach. In *Instructional Design: The Addie Approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Daniyati, A., Saputri, Bulqis, I., Wijaya, R., & Septiyani, Aqila, S. (2023). Konsep Dasar Media Pembelajaran Ricken Wijaya STAI DR.KHEZ Muttaqien Purwakarta. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(1), 285.
- Douglas C. Giancoli, -- 6th ed, 2005
- Eka Erlinawati, C., & Bektiarso, S. (2019). Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Pada Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1), 2527–5917.
- Firmansyah, D., & Dede. (2022). Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 1(2), 85–114. <https://doi.org/10.55927/jiph.v1i2.937>
- Fitri Mulyani, N. H. (2021). Analisis perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di bidang pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling. Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 3(1), 101-109.
- Gustafsson, J. (2017). Single case studies vs. multiple case studies: A comparative study.
- Hakim, A., Liliarsari, L., Setiawan, A., & Saptawati, G. A. P. (2017). Interactive multimedia thermodynamics to improve creative thinking skill of physics prospective teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(1), 33-40.
- Hakim, M. L., Prabowo, P., & Yuanita, Y. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Inkuiri Terbimbing Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Kalor di SMA. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 5(1), 764-768.
- Handriani, L. S., Harjono, A., & Doyan, A. (2015). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terstruktur dengan pendekatan saintifik terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(3), 210-220.
- Hapsari, D. P., & Manzilah, D. (2016). Pengaruh Perencanaan Pajak Terhadap Manajemen Laba Dengan Arus Kas Operasi Sebagai Variabel Kontrol. *JAK (Jurnal Akuntansi) Kajian Ilmiah Akuntansi*, 3(2). <https://doi.org/10.30656/jak.v3i2.209>
- Helida, Y., Ching, C. P., & Oyewo, A. (2023). Development of a Simple Stirling Engine Demonstration Tool on the Subject of Thermodynamics. *Journal of Educational Technology and Learning Creativity*, 1(2), 59-67.
- Hosnah, W. M. (2017). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar fisika di SMA. *Jurnal pembelajaran fisika*, 6(2), 196-200.
- Karo-Karo, S., I., R., Rohani. (2018). Manfaat Media Dalam Pembelajaran. *Axiom: Vol. Vii, No. 1, Januari – Juni 2018*.
- Kemendikbud. (2011). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika SMA untuk SMA*. DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS.
- Liana, Y. R., Linuwih, W., & Sulhadi, S. (2020). The development of thermodynamics law experiment media based on IoT: Laboratory activities through science problem solving for gifted young scientists. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(1), 51-64.
- Maruf, M., Dhiqfaini Sultan, A.. Analysis of The Use of Interactive Multimedia Android Thermodynamics to Reduce Student Misconceptions. *European Online Journal of Natural and Social Sciences, Česká Republika*, 12, mar. 2023.
- Mawardi. (2018). Merancang model dan media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(1), 26–40.



- Marpanaji, E., Mahali, M. I., & Putra, R. A. S. (2018, December). Survey on how to select and develop learning media conducted by teacher professional education participants. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1140, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Mulyatiningsih, Endang. (2012). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nasution, S. W. R. (2018). Penerapan model inkuiri terbimbing (guided inquiry) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika. *Jurnal Education and Development*, 3(1), 1-1.
- Neswary, S. B. A., & Prahani, B. K. (2023). The Use of Digital Pocketbooks to Support Merdeka Curriculum in Physics Learning: Literature Review. *Anatolian Journal of Education*, 8(2), 135–146. <https://doi.org/10.29333/aje.2023.829a>
- Nomleni, T., F., Manu, T., S., R. 2018. Pengembangan Media Audio Visual dan Alat Peraga dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Pemecahan Masalah. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, Vol. 8 No. 3, September 2018: 219-230
- Nugraha, D. A., & Somatanaya, A. G. (2018). Pelatihan Perancangan dan Aplikasi Alat Peraga Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Siliwangi*, 4, 186–191.
- Nurhasana, Intan. (2021). Penggunaan Media Audio-Visual Pada Mata Pelajaran Bahasa Arab. *Al-Fikru: Jurnal Pendidikan Dan Sains*, 2 (2), 2021
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal misykat*, Volume 3 (1), 171-187.
- Nursulistiyono, E. (2018). Design and development of multipurpose Kundt's tube as physics learning media. *Journal of Physics: Conference Series*, 983, 012011. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012011>
- Puspitarini, Y. D., & Hanif, M. (2019). Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 53–60. <https://doi.org/10.29333/aje.2019.426a>
- Rahayu, D., Pratikto, H., & Rahayu, W. P. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Kontekstual Bermuatan Karakter Pada Mata Pelajaran Kewirausahaan di SMK Cendika Bangsa Kepanjen. *Jurnal Pendidikan Bisnis Dan Manajemen*, 2(3), 225–232
- Ratnaningtyas, L., Jumadi, Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019). Android-based physics comic media development on thermodynamic experiment for mapping cooperate attitude for senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1), 012054. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012054>
- Religia, R., & Achmadi, H. R. (2017). Pengembangan KIT Sederhana stirling engine pada materi termodinamika sebagai media pembelajaran fisika SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 113-119.
- Riduwan. (2013). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sanjaya, Wina. (2013). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Bandung: Kencana Prenada Media group.
- Saputro, C. E., Prabowo, P., & Admoko, S. (2019). Pengembangan Alat Peraga Mesin Carnot Sebagai Media Pembelajaran Dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 716-721.
- Saputro, K., A., Sari, C., K., Winarsi, SW. 2021. Pemanfaatan Alat Peraga Benda Konkret untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu Vol 5 No 4Tahun 2021*.
- Sari, D. N., Handhika, J., & Kurniadi, E. (2020, November). Pengembangan Alat Peraga Mesin Stirling Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Hukum Termodinamika II Pada Siswa Kelas XI SMA. In *SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*.
- Shabrina, Annisa & Diani, Rahma. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Web Enhanced Course Dengan Model Inkuiri Terbimbing. *Indonesian Journal Of Science And Mathematics Education Vol.2, No.1*, 9-26. DOI : 10.24042/IJSME.V2I1.3922
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Sukma., Komariyah, L., Syam, M. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*) Dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Saintifika*, 18(1)
- Sumiharsono, R., & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran: buku bacaan wajib dosen, guru dan calon pendidik*. Pustaka Abadi
- Suriani, N., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Konsep Populasi dan Sampling Serta Pemilihan Partisipan Ditinjau Dari Penelitian Ilmiah Pendidikan. *IHSAN : Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 24–36. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.55>
- Tegeh, I. M., & Kirna, I. M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian Pendidikan dengan ADDIE Model. *Jurnal IKA*, 11(1), 16. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IKA/article/view/1145>
- Telaumbanua, Y. (2020). Efektifitas penggunaan alat peraga pada pembelajaran matematika pada sekolah dasar pokok bahasan pecahan. *Warta Dharmawangsa*, 14(4), 709-722.
- Ulfa, R. (2021). Variabel penelitian dalam penelitian pendidikan. *Al-Fathonah*, 1(1), 342-351.
- Utari, K., Mulyaningsih, N. N., Astuti, I. A. D., Bhakti, Y. B., & Zulherman, Z. (2021). Physics calculator application with matlab as a learning media to thermodynamics concept. *Momentum: Physics Education Journal*, 5(2), 101–110. <https://doi.org/10.21067/mpej.v5i2.5133>
- Widipratama, K., Wijaya, I. W. A., & Janardana, I. G. N. (2023). Rancang Bangun Incinerator Pembakaran Sabut Dan Tempurung Kelapa Di UD. Nadi Utama Sebagai Pembangkit Listrik Menggunakan Peltier TEG SP1848 27145SA. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 11089-11101.
- Yolanda, Y. (2021). Pengembangan Modul Ajar Fisika Termodinamika Berbasis Kontekstual. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(03), 80–95. <https://doi.org/10.57008/jjp.v1i03.12>