

## PENGEMBANGAN ALAT PERAGA MESIN CARNOT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DENGAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING

Vichi Cahyo Eko Saputro, Prabowo, Setyo Admoko

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: [vichisaputro@mhs.unesa.ac.id](mailto:vichisaputro@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu menghasilkan alat peraga mesin Carnot sebagai media pembelajaran fisika. Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan dengan model ADDIE dengan tahapan meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Perencanaan), *Develop* (Pengembangan), *Implementation* (Penerapan), dan *Evaluation* (Evaluasi). Alat praktikum yang dikembangkan diujicobakan secara luas pada peserta didik di SMA dengan menggunakan rancangan penelitian "*One Group Pre-test Post-test Design*" dengan tiga kelas eksperimen. Data hasil penelitian ini berupa validitas alat praktikum sebesar 84% dengan kategori sangat positif sehingga dapat dikatakan layak untuk digunakan. Adapun ketuntasan hasil belajar peserta didik sebesar 87% dari 87 peserta didik yang tersebar dalam tiga kelas. Berdasarkan hasil analisis lembar evaluasi hasil belajar peserta didik untuk mengetahui tingkat kenaikan nilai ranah kognitif peserta didik didapatkan nilai *gain* sebesar 0,65 yang tergolong pada kategori sedang. Sedangkan untuk respon peserta didik didapatkan respon yang sangat positif dengan presentase 85%. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa alat peraga mesin Carnot telah layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika materi Hukum II Termodinamika.

**Kata kunci :** Alat peraga mesin Carnot, media pembelajaran, kelayakan

### Abstract

The main purpose of this research is to produce Carnot engine apparatus as a medium of physics learning. This research method that used is development research of ADDIE model whose stages include Analysis, Design, Develop, Implementation, and Evaluation. The apparatus developed has been wide-ranging trial for student in high school using a "one group pre-test and post-test design" with three eksperiment classes. The result data of this research is the validity of Carnot engine apparatus to 84% with very suitable category to be used. The completeness of learning outcomes of learners for 87% of 87 students (divided in three classes). Based on the results of evaluation sheet analysis to determine the level of increase in the value of students knowledge obtained value of the gain score of 0.65 are classified in the category of medium. Meanwhile, the response of students is very positive with a percentage of 91.67%. Overall it can be concluded that 2<sup>nd</sup> Law of Thermodynamics apparatus has been feasible to be used as a medium of physics learning.

**Keywords :** Carnot engine apparatus, learning media, feasebility

### PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan penting terhadap kemajuan suatu bangsa, termasuk juga di Indonesia. Tuntutan zaman di era globalisasi mendorong pemerintah untuk melakukan kebijakan-kebijakan baru sebagai upaya pembangunan pendidikan di Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) untuk meningkatkan mutu pendidikan dan pembaharuan sistem

pendidikan adalah dengan menghadirkan kurikulum 2013 dengan beberapa kali revisi hingga saat ini.

Kurikulum 2013 merupakan kurikulum baru yang diterapkan oleh pemerintah untuk menggantikan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan. Kurikulum ini berbeda dari kurikulum sebelumnya. Pada kurikulum 2013 peserta didik dituntut untuk berperan aktif pada proses pembelajaran. Untuk menjadikan peserta didik berperan aktif, diperlukan pendekatan ilmiah (scientific approach)

yang terdiri dari 5M, yaitu Mengamati, Menanya, Mengumpulkan Informasi, Menalar dan Mengkomunikasikan. Pada Kurikulum 2013 terdapat beberapa mata pelajaran. Salah satunya yaitu fisika, fisika merupakan salah satu cabang utama dalam ilmu sains, hal ini dikarenakan berbagai prinsipnya merupakan dasar atas setiap cabang sains yang lainnya.

Fisika merupakan mata pelajaran wajib pada kelompok peminatan matematika dan ilmu pengetahuan alam. Pembelajaran fisika yang mengacu pada Kurikulum 2013, proses pembelajaran harus menyediakan pengalaman belajar bagi peserta didik. Pengalaman belajar bagi peserta didik dapat berupa pengalaman belajar langsung dan tidak langsung. Pengalaman belajar langsung bagi peserta didik dapat diberikan melalui kegiatan praktikum. Mengacu pada kerucut Edgar Dale, pemberian pengalaman secara langsung memberikan efektivitas pemahaman yang lebih tinggi daripada pengalaman tidak langsung.

Media pembelajaran sebagai alat praktikum merupakan perangkat yang dibuat oleh guru sebagai alat untuk membantu peserta didik memperoleh informasi yang merangsang pikiran, kemampuan, sehingga mampu mendorong peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian di lapangan, frekuensi kegiatan praktikum IPA (termasuk di dalamnya fisika) di 8.886 SMA Negeri dan Swasta di Indonesia hanya 36% dari total kegiatan pembelajaran di kelas (Data Balitbang Depdiknas: 2015). Kondisi ini kurang sesuai dengan maksud dari kurikulum 2013 yang menekankan pada proses. Menurut Saleh (2006) juga menunjukkan bahwa kondisi fasilitas sarana dan prasarana laboratorium IPA (termasuk di dalamnya fisika) SMP dan SMA di sekolah yang terletak di daerah terpencil atau kepulauan di Indonesia, hingga saat ini: (1) fasilitas, alat dan bahan yang ada sangat minim jika dibandingkan dengan rasio jumlah pemakai, (2) praktikum yang telah direncanakan sering tertunda pelaksanaannya karena beberapa bahan dan alat yang tersedia jumlahnya kurang sesuai dengan kebutuhan kegiatan, dan (3) penggunaan alat dan bahan baru sebatas dengan metode demonstrasi atau hanya diperagakan untuk beberapa topik saja.

Pembelajaran inkuiri adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, guru hanya sebagai fasilitator dalam menyelenggarakan kegiatan pembelajaran untuk menemukan konsep dan teori yang dipelajari melalui praktikum (Simbolon, 2015). Berdasarkan penelitian Hasanah, dkk (2017) dan Fatmaryanti, dkk (2017), menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri lebih efektif dalam mengkomunikasikan materi melalui pembelajaran eksperimen, prediksi, hipotesis, dan interpretasi data. Penelitian dari Varela dan Costa (2015) menyatakan

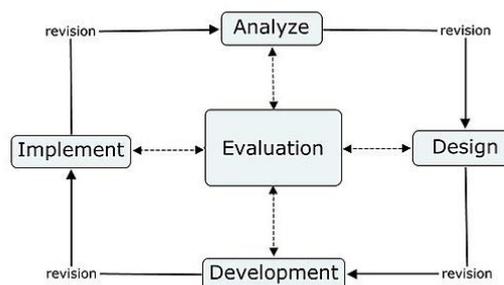
bahwa pembelajaran inkuiri merupakan pembelajaran interaktif antara peserta didik dengan guru yang dapat mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi dan pengembangan keterampilan dan penalaran yang lebih baik. Dyah Ayu Maharani (2019) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis phET dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dan A. Farid Ainul Marhum (2019) juga menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri materi terbimbing berbasis kegiatan laboratorium dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Siklus Carnot merupakan bagian dari materi fisika pokok bahasan termodinamika. Materi tersebut mempelajari hukum termodinamika yang di dalamnya terdapat proses siklus perpindahan kalor. Kegiatan pembelajaran di sekolah pada umumnya jarang dilakukan eksperimen, baik secara nyata maupun virtual. Guru hanya menyampaikan materi secara informatif dan metode yang dilakukan untuk menjelaskan pokok bahasan termodinamika biasanya adalah metode presentasi. Guru hanya menekankan pada keterampilan kognitif saja, padahal pada Kurikulum 2013 peserta didik diharapkan mampu memiliki beberapa keterampilan.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dalam penelitian ini adalah tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat peraga pada materi hukum II Termodinamika sebagai media pembelajaran.

## METODE

Media pembelajaran ini dikembangkan dengan metode ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implementation, Evaluation*). Penelitian dan pengembangan metode ADDIE berpedoman dari prosedur pengembangan bahan instruksional oleh Robert Maribe Branch. Penelitian ini mengembangkan alat peraga pada materi termodinamika pokok bahasan Hukum II Termodinamika yang belum ada di sekolah pada umumnya.



Gambar 1. Rancangan Model Pengembangan ADDIE

Uji coba dilakukan terhadap peserta didik melalui uji empiris untuk menguji alat peraga mesin stirling menggunakan “One Group pre-test and post-test Design”

dengan replikasi tiga kelas. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah lembar validasi, lembar tes kognitif, lembar observasi nilai keterampilan, lembar observasi nilai sikap, dan lembar angket respon peserta didik.

Teknik analisis dalam penelitian adalah hasil validasi untuk mengetahui kelayakan alat peraga mesin Carnot, lembar tes kognitif, lembar observasi nilai keterampilan, lembar observasi nilai sikap untuk mengetahui hasil belajar peserta didik menggunakan alat peraga mesin Carnot, dan lembar angket respon peserta didik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis ini dilakukan untuk mengetahui masalah atau kekurangan yang ada dalam pembelajaran fisika SMA di sekolah. Tahapan ini terdiri dari tiga aspek yang akan dianalisis yaitu menganalisis permasalahan dalam pembelajaran fisika sebagai mata pelajaran eksak, menganalisis secara teoritis, dan menganalisis secara empiris. Hasil analisis permasalahan dalam pembelajaran fisika sebagai mata pelajaran eksak mengenai pembelajaran fisika disekolah berdasarkan hasil pra penelitian dan studi literasi. Fisika merupakan pembelajaran eksak yang sulit dipelajari oleh siswa, khususnya materi termodinamika. Berdasarkan hasil wawancara guru model pembelajaran yang sering diterapkan di sekolah masih menggunakan model diskusi Tanya jawab. Sehingga interaksi peserta didik terhadap fenomena alam masih kurang baik. Dalam kurikulum 2013 guru ditekankan untuk menghadapkan peserta didik kepada permasalahan yang kompleks, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran berbasis inkuiri. Selain itu belum ada alat peraga maupun alat praktikum dalam pembelajaran hukum II termodinamika di SMA. Sehingga pembelajaran fisika di SMA pada materi termodinamika bisa dikatakan belum menerapkan 5M yang meliputi (mengamati, menanya, mencoba, menalar, mengkomunikasikan).

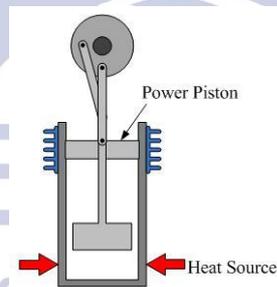
Berdasarkan menganalisis secara teoritis pembelajaran fisika di sekolah tentunya harus mengacu pada Kompetensi Dasar (KD) yang dimuat dalam silabus pembelajaran. Kompetensi Dasar pada materi termodinamika yaitu KD 4.7 Membuat karya/model penerapan Hukum I dan II Termodinamika dan makna fisisnya, yang menunjukkan peserta didik harus mengamati suatu fenomena dalam termodinamika melalui percobaan. Termodinamika merupakan materi yang sulit diamati karena bersifat mikroskopis. Sehingga perlu adanya alat peraga yang bekerja secara mikroskopis namun dapat diamati cara kerjanya. Mesin stirling sederhana merupakan alat peraga mesin Carnot karena

bekerja berdasarkan siklus Carnot dalam meteri hukum II Termodinamika. Dalam pembelajaran hukum II Termodinamika peserta didik mampu melakukan percobaan dan mengamati proses yang terjadi secara termodinamika yang terjadi selama mesin bekerja.

Berdasarkan menganalisis secara empiris akan dilakukan analisis lebih lanjut mengenai hasil pra penelitian yang dapat menunjang penggunaan alat peraga mesin Carnot dalam pembelajaran fisika di sekolah. Dari hasil wawancara guru fisika di SMA kurangnya kegiatan praktikum di sekolah menyebabkan rendahnya motivasi belajar peserta didik, sehingga mempengaruhi hasil belajar. Hal tersebut dikarenakan fasilitas alat peraga atau media pembelajaran yang kurang lengkap di laboratorium sekolah. Khususnya pada materi termodinamika tidak adanya alat peraga untuk menjelaskan materi termodinamika membuat guru harus lebih kreatif dalam melakukan kegiatan pembelajaran, karena dalam KD yang termuat dalam materi termodinamika peserta didik mampu mengamati fenomena dalam hukum I dan II termodinamika.

### Rancangan (*Design*)

Perancangan awal dalam pengembangan alat peraga mesin Carnot ini diadopsi dari berbagai sumber dari penelitian terdahulu. Peneliti tidak langsung mengadopsi alat mesin Carnot namun dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan dalam pembelajaran fisika SMA di sekolah. Desain dan tahap pembuatan alat peraga mesin Carnot seperti Gambar 2.



Gambar 2a.



Gambar 2b.

Gambar 2. Rancangan Alat Peraga Mesin Carnot

Dari Gambar 2a. tersebut diadaptasi dari berbagai sumber penelitian terdahulu. Setelah disesuaikan dengan kebutuhan di sekolah maka alat peraga mesin Carnot seperti Gambar 2b. Bentuk alat peraga mesin Carnot merupakan bentuk dari mesin stirling tipe beta, dimana terdapat piston *displacer* dan piston *power* yang dihubungkan dalam satu poros.

### Pengembangan (*Develop*)

Dalam tahap ini alat peraga mesin Carnot di uji cobakan untuk mengetahui apakah data yang akan

diperoleh sesuai dengan teori yang ada sebelum melakukan validasi. Uji coba alat juga bertujuan untuk mengetahui apakah alat peraga mesin Carnot layak digunakan atau tidak. Dalam uji coba ini menentukan variabel yang dapat diperoleh selama melakukan percobaan. Variabel kontrol yaitu jumlah bunsen sebagai sumber panas, variabel manipulasi yaitu lamanya waktu yang diperlukan selama satu kali percobaan, dan variabel respon yaitu banyaknya putaran selama satu percobaan. Berikut ini merupakan hasil uji coba alat peraga mesin Carnot.

Tabel 1. Hasil Pengamatan

No Percobaan	Jari-jari roda (m)	Jumlah bunsen	Waktu	Jumlah putaran
1	0,04	1	10	30
2	0,04		15	49
3	0,04		20	67

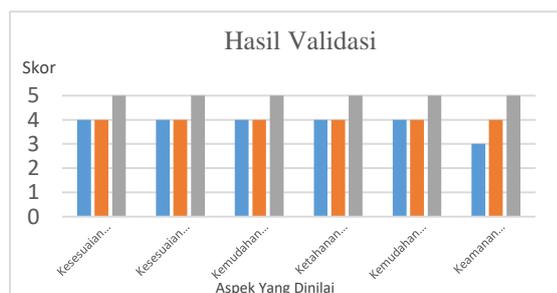
Dari Tabel 1. akan diperoleh data hasil percobaan menentukan kerja yang dilakukan alat peraga mesin Carnot seperti Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan

Waktu	Massa roda (kg)	Kecepatan anguler (rad/s)	Kerja yang dilakukan
10	$60 \times 10^{-3}$	18,40	$16,2 \times 10^{-3}$ J
15		20,51	$20,2 \times 10^{-3}$ J
20		21,03	$21,2 \times 10^{-3}$ J

Berdasarkan Tabel 2. diperoleh besar kerja yang dilakukan mesin selama 10 detik, 15 detik, dan 20 detik berturut-turut sebesar  $16,2 \times 10^{-3}$  J,  $20,2 \times 10^{-3}$  J, dan  $21,2 \times 10^{-3}$  J. Semakin lama waktu yang diberikan maka semakin besar kerja yang dihasilkan.

Setelah melewati tahap uji coba, alat peraga mesin Carnot akan divalidasi oleh tiga validator. Hasil persentase dari validasi alat peraga mesin Carnot sebesar 84% dan berdasarkan kriteria skala Likert alat peraga ini sangat positif untuk digunakan. Sehingga alat peraga mesin Carnot layak digunakan. Adapun diagram hasil validasi dari tiga validator seperti pada Gambar 3.



Keterangan :  
■ Validator 1  
■ Validator 2  
■ Validator 3

Gambar 3. Hasil Validasi

### Penerapan (Implementation)

Setelah melakukan validasi alat peraga mesin Carnot dinyatakan layak untuk diuji cobakan ke SMA dengan tiga kali replikasi (tiga kelas). Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengetahui hasil belajar peserta didik selama mengikuti pembelajaran menggunakan alat peraga mesin Carnot, selain itu juga untuk mengetahui respon peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan alat peraga mesin Carnot. Hasil belajar yang akan dinilai meliputi hasil belajar ranah pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Diperoleh nilai rata – rata dari ketiga kelas tersebut seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata – rata Peserta Didik

Kelas	Nilai Rata-rata		
	Pengetahuan	Sikap	Keterampilan
Replikasi 1	77,8	80,67	81,00
Replikasi 2	79,2	80,86	81,03
Replikasi 3	81,4	80,36	80,53

Ketiga ranah yang dinilai tersebut digunakan untuk menentukan hasil belajar peserta didik. Ketuntasan hasil belajar peserta didik dapat diketahui jika hasil belajar peserta didik berada diatas KKM yang ditentukan sekolah sebesar 75. Rata-rata nilai ketuntasan peserta didik seperti pada Gambar 4.



Keterangan :  
■ Kelas replikasi 1  
■ Kelas replikasi 2  
■ Kelas replikasi 3

Gambar 4. Hasil Belajar Peserta Didik

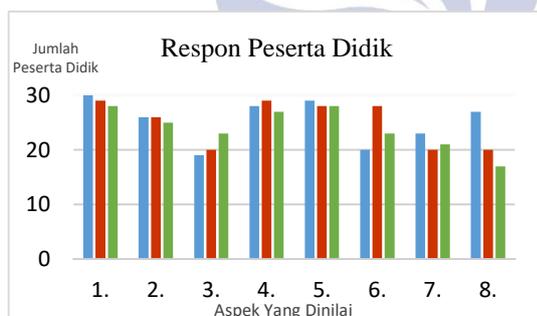
Persentase ketuntasan berturut-turut adalah 83%, 82%, dan 96%. Kemajuan hasil belajar peserta didik dapat diketahui menggunakan uji gain ternormalisasi berdasarkan hasil *pre test* dan *post test*. Rekapitulasi kemajuan peserta didik dapat dilihat pada tabel. Selain itu kriteria peningkatan kemampuan kognitif peserta didik ini dilakukan dengan uji *n gain* dan diperoleh nilai rata – rata 0,65 sehingga masuk dalam kriteria sedang. Peningkatan hasil belajar tersebut terjadi karena beberapa faktor, diantaranya adalah meningkatnya motivasi belajar peserta didik dengan adanya alat peraga mesin Carnot dalam

pembelajaran yang sebelumnya tidak pernah ada. Sehingga memicu rasa ingin tahu peserta didik.

### Evaluasi (Evaluation)

Pada tahap ini alat peraga mesin Carnot akan dievaluasi kelebihan maupun kekurangan baik secara konteks maupun konstruksi. Untuk mengetahui kelebihan maupun kekurangan alat peraga mesin Carnot ini dilakukan dengan membagikan angket respon peserta didik. Penilaian angket respon peserta didik terhadap penggunaan alat peraga mesin Carnot ini dengan menjawab “Ya” atau “Tidak” sesuai dengan pertanyaan yang telah disediakan dari delapan aspek., kemudian dari hasil tersebut diinterpretasikan kedalam skala *Likert*.

Gambar 5. menunjukkan hasil respon peserta didik dari tiga kelas. Persentase nilai respon peserta didik dengan jumlah populasi 87 terhadap alat peraga mesin Carnot sebesar 85%. Berdasarkan kriteria skala *Likert* Tabel 3.5 respon peserta didik terhadap alat peraga mesin Carnot sangat positif. Adapun beberapa aspek yang dinilai kurang dari kriteria tersebut ada tiga aspek, yaitu nomor 3, 7, dan 8 sebesar 71%, 74%, dan 74%. Berdasarkan kriteria skala *Likert* aspek tersebut dinilai positif. Secara keseluruhan alat peraga mesin Carnot ini sangat positif untuk dikembangkan dalam pembelajaran fisika.



Keterangan : ■ Kelas replikasi 1  
■ Kelas replikasi 2  
■ Kelas replikasi 3

Gambar 5. Hasil Respon Peserta Didik

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi alat peraga mesin Carnot dari tiga validator, alat ini layak digunakan dengan presentasi validitas sebesar 84%. Berdasarkan skala *Likert* dapat dikategorikan sangat positif sehingga dapat dikatakan layak untuk digunakan. Hasil belajar keseluruhan peserta didik menggunakan alat peraga mesin Carnot sebesar 80,1% dengan *gain* ternormalisasi 0,65 sehingga dalam kriteria sedang. Hal ini dapat menunjukkan peningkatan hasil peserta didik menggunakan alat peraga mesin Carnot. Respon peserta didik menggunakan alat peraga mesin Carnot ini sebesar 85%. Berdasarkan skala *Likert* ini dalam kategori sangat positif.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aulls, M. W. & Shore, B. M. 2008. *Inquiry in Education. The Conceptual Foundations for Research as a Curricular Imperative*. Volume 1. New York: Lawrences Erlbaum Associates.
- Asyhar R. 2011. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press Jakarta
- Arifin, L., & Sunarti, T. (2017). Peningkatan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Guided Inquiry pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 68-78.
- Arsyad, Azhar. 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Balitbang. 2007. *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu*. Jakarta: Puskur, Depdiknas.
- Bloom, Benjamin S., etc. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals, Handbook I Cognitive Domain*. New York : Longmans, Green and Co.
- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer
- Darmawan, I P. A. dan Sujoko, E. 2013. Revisi Taksonomi Pembelajaran Benjamin S. Bloom. *Satya Widya*. Vol. 29 (1): hal. 30-39.
- Fatmaryanti, S. D. Suparmi. Sarwanto and Ashadi. 2017. Student Representation of Magnetic Field Concepts in Learning by Guided Inquiry. *Journal of Physics: Conferences Series*. Vol. 795.012059: pp. 1-7.
- Hake, Richard R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. CA: Indiana University, (Online), (<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChangeGain.pdf>), diakses 20 Februari 2016.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 1997. *Fisika Dasar 1 Edisi Ke Tiga*. Jakarta: Erlangga.
- Hasanah, U. Hamidah, I. and Utari, S. 2017. Trained Inquiry Skills on Heat and Temperature Concepts. *Journal of Physics: Conferences Series*. Vol. 895.012103: pp.1-6.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. 2002. *Instructional media and technology for learning, 7th edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Krathwohl, David R. 2002. *A revision of Bloom's Taxonomy : an overview – Theory Into Practice*

- Liewellyn, D. (2014). *Teaching High School Science Through Inquiry and Argumentation 2nd Edition*. New York: Hawker Brownlow Education.
- Maharani, Dyah Ayu & Supardi, Z. A. imam. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Laboratorium PHET Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Teori Kinetik Gas. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Universitas Negeri Surabaya*. ISSN: 2302-4496, Vol. 08, No. 02, hal 477-481.
- Marhum A. Farid Ainul & Budiningarti, Hermin. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Kegiatan Laboratorium Untuk Meningkatkan Hasil Pembelajaran Peserta Didik Pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Universitas Negeri Surabaya*. ISSN: 2302-4496, Vol. 08, No. 01, hal 457-460.
- Marzano. Robert J. (1988). *Dimensions of Thinking A Framework for Curriculum and Intruction*. Alexandria: ASCD.
- Moran, M.J & Shapiro H.N. 2004. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics (buku Termodinamika Teknik)*. Alih bahasa: Yulianto S.N., & Adi Surjosatyo. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mujadi,. Sukarno, dan Wiranto. 1994. *Materi Pokok Desain dan Pembuatan Alat Praktikum IPA*. Jakarta: Universitas Terbuka, Depdikbud.
- Prabowo. 2011. *Metodologi Penelitian (Sains dan Pendidikan Sains)*. Surabaya: UNESA University Press.
- Prabowo. 2013. *Proceeding Penelitian*. Surabaya: Unipress.
- Religia R., A Hainur Rasyid. 2017. Pengembangan KIT Sederhana Stirling Engine pada Materi Termodinamika sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Universitas Negeri Surabaya*. ISSN: 2302-4496, Vol. 06 No. 03, September 2017, 113-119.
- Saleh, H. (2006). *Pedoman Penggunaan Laboratorium*. Bandung: Remaja
- Sanjaya, Wina. 2012. *Media Komunikasi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Serway, R.A & John W. Jewett. 2004. *Physics for Scientists and Engineers*. Thomson Brooks/Cole.
- Simbolon, D. H. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Eksperimen Riil dan Laboratorium Virtual terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*. Vol. 21 (3): hal. 299-315.
- Varela, P. and Costa, M. F. 2015. Explore the concept of “light” and its interaction with matter: an inquiry-based science education project in primary school. *Journal of Physics: Conferences Series*. Vol. 605.012041: pp. 1-9.