



# Upaya meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir kritis ilmiah pada siswa dengan menggunakan model pembelajaran *PJBL STEM* pada materi termodinamika di kelas XI IPA 4 SMAN 10 Bandung semester ganjil tahun pelajaran 2018-2019

Elly Choliso S.Pd

SMAN 10 Bandung  
\*e-mail: echofisika@gmail.com

## Abstrak

Sains, teknologi, engineering dan matematika merupakan pendekatan dalam pembelajaran yang utama dalam kehidupan di abad 21. Pembelajaran di sekolah haruslah dapat melatih peserta didik agar dapat siap menjalani kehidupan di masa yang akan datang dengan memiliki keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah. Dari berbagai penelitian, salah satu model pembelajaran yang mampu melatih keterampilan berpikir kreatif atau kemampuan berpikir kritis adalah pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan keterampilan berpikir kritis ilmiah siswa SMA serta mempersiapkan dan menghantarkan siswa dalam lapangan pekerjaan dunia dengan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM secara bersamaan. Penelitian pre-experimental dengan desain penelitian one group pre-test post-test design dilakukan pada sampel berjumlah 36 siswa kelas XI IPA 4 SMA Negeri 10 Kota Bandung. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah setelah dilakukannya pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM, digunakan analisis data hasil pre-test dan post-test menggunakan *normalized gain*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM pada kategori sedang.

Kata kunci: Keterampilan berpikir kreatif ilmiah, Keterampilan berpikir kritis ilmiah, *PJBL STEM*.

## 1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dipaparkan latar belakang mengapa dilaksanakan penelitian, bagaimana rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan penelitian, manfaat penelitian bagi siswa, guru dan peneliti, batasan masalah pada penelitian, definisi operasional yang digunakan dalam penelitian, serta struktur organisasi penelitian yang tertulis pada Penelitian Tindakan Kelas ini.

### a. Latar Belakang Penelitian

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam dunia pendidikan saat ini akan sangat berpengaruh untuk kehidupan di masa ini ataupun masa mendatang, sehingga sangatlah penting untuk menjamin siswa memiliki keterampilan belajar, berinovasi, memanfaatkan teknologi, serta bekerja dan bertahan untuk kehidupannya di masa mendatang yang bahkan kita tidak pernah tahu dunia seperti apa yang akan dialami oleh siswa tersebut nanti.

Pembelajaran di sekolah haruslah dapat melatih peserta didik agar dapat siap menjalani kehidupan di masa yang akan datang.

Dikutip dari buku panduan "*An Educator's Guide to the Four Cs*" yang dikeluarkan oleh NEA (*National Education Association*), Menurut sebuah studi 2010 - American Management Association, AMA 2010 Survei Keterampilan Kritis

*"Three out of four (75.7 percent) executives who responded to the AMA survey said they believe these skills and competencies will become more important to their organizations in the next three to five years, particularly as the economy improves and organizations look to grow in a global marketplace. Additionally, 80 percent of executives believe fusing the "Three Rs" and "Four Cs" would ensure that students are better prepared to enter the workforce. According to these managers, proficiency in reading, writing, and arithmetic is not*

*sufficient if employees are unable to think critically, solve problems, collaborate, or communicate effectively.*"dari pemaparan survei yang dilakukan AMA tersebut keterampilan abad 21 yaitu *Four Cs*, kemampuan berpikir kritis, menyelesaikan masalah (kreatif), kolaborasi, dan komunikasi yang efektif merupakan keterampilan yang sangat diharapkan dapat dipersiapkan siswa untuk memasuki dunia kerja pada 3 sampai 5 tahun kedepan.

Dalam pendidikan abad 21 ini, terdapat tiga konsep inti dalam pendidikan, yaitu; 1) *life and career skills*, 2) *learning and innovation skills*, 3) *Information media and technology skills*. Tiga konsep abad 21 ini telah diadaptasi oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, yang dikembangkan pendidikan menuju Indonesia kreatif tahun 2045 (Murti, 2013)

Berdasarkan Kurikulum 2013 Revisi yang tercantum pada Permendikbud No. 24 tahun 2016 tentang Standar Kompetensi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah pada mata pelajaran fisika saat ini, siswa SMA diharapkan lulusannya memiliki kompetensi sebagai berikut:

- Menjalani kehidupan dengan sikap positif dengan daya pikir kritis, kreatif, inovatif, dan kolaboratif, disertai kejujuran dan keterbukaan, berdasarkan potensi proses dan produk fisika;
- Memahami fenomena alam di sekitarnya, berdasarkan hasil pembelajaran sains melalui bidang-bidang Fisika;
- Membedakan produk atau cara yang masuk akal dengan produk atau cara yang tidak bersesuaian dengan prinsip-prinsip Fisika;
- Mengambil keputusan di antara berbagai pilihan yang dibedakan oleh hal-hal yang bersifat ilmiah; Menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam kehidupannya, terutama memilih di antara cara-cara yang telah dikenal manusia berdasarkan pertimbangan ilmiah;

- Mengenali dan menghargai peran Fisika dalam memecahkan permasalahan umat manusia; dan
- Memahami dampak dari perkembangan Fisika terhadap perkembangan teknologi dan kehidupan manusia di masa lalu, maupun potensi dampaknya di masa depan bagi dirinya, orang lain, dan lingkungannya.

Dapat disimpulkan bahwa kompetensi yang diharapkan dimiliki lulusan SMA/MA setelah mempelajari fisika dari pemerintah, *output* akhirnya adalah siswa dapat mengambil keputusan dalam menyelesaikan masalah pada kehidupan dengan cara yang telah dikenal manusia melalui pertimbangan ilmiah yang menghargai peran fisika dan mengetahui dampak teknologi di masa depan untuk dirinya dan lingkungan. Maka sangat diperlukan proses pembelajaran dalam kelas yang mendukung pembentukan pola pikir siswa dalam menangani masalah dengan pertimbangan ilmiah. Kemampuan pemecahan masalah sangat berkaitan dengan kemampuan berpikir kreatif dan kritis.

Permendikbud no. 22 tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah menyebutkan bahwa salah satu prinsip pembelajaran adalah dari pendekatan tekstual menuju proses sebagai penguatan penggunaan pendekatan ilmiah. Maka dari itu keterampilan dalam proses berpikir pun harus sudah mulai ilmiah sehingga muncul keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah.

Pada pembelajaran sains, juga memerlukan kreativitas dalam analisis pemecahan masalah, sehingga muncullah istilah kreativitas ilmiah. Kreativitas ilmiah menggabungkan aspek kreativitas dan sains, sehingga dalam mengukur kemampuannya diperlukan tes khusus yang berbeda dengan kreativitas biasa.



**Gambar 1.** Keterkaitan Sains dan Kreativitas  
Sumber: Setyadin, dkk (2017)

Pada kreativitas biasa, Torrance (1990) menyebutkan tiga ciri kreativitas adalah *fluency* (kelancaran), *flexibility* (Keluwesan), dan *originality* (orisinalitas). Sedangkan uji kreativitas ilmiah menurut Hu W., dkk (2002) pada jurnal *A Science Creativity Test for Secondary Student* dalam kreativitas ilmiah terdapat tiga dimensi yang perlu dimunculkan sebagai alat ukurnya yaitu produk, proses, dan sifat. Dimensi produk terdiri dari teknis, pengetahuan ilmiah, fenomena ilmiah, dan masalah ilmiah. Dimensi aspek proses terdiri dari pemikiran dan imajinasi. Dimensi sifat terdiri dari *fluency*, *flexibility*, dan *originality*.

Studi pendahuluan dilaksanakan di salah satu SMA Kota Bandung dengan menggunakan penyebaran kuesioner (Lampiran 1.3) kepada 34 siswa dan wawancara dengan rekan kerja guru fisika (Lampiran 1.2). Berdasarkan hasil wawancara dengan rekan kerja guru fisika, kemampuan berpikir kreatif maupun kritis siswa di sekolah tersebut sangat tidak merata, menurut guru pada setiap kelas di sekolah tersebut hanya 1-2 orang yang memiliki kemampuan kreatif dan kritis yang menonjol. Model pembelajaran dengan

pendekatan STEM juga jarang untuk digunakan dalam pembelajaran, tugas proyek dengan menggunakan STEM yang pernah diberikan selalu ditugaskan di luar jam pelajaran. Berdasarkan hasil kuesioner, tidak semua siswa berminat untuk melanjutkan keahlian dibidang IPA, sehingga banyak yang tidak merasa peduli dengan pembelajaran fisika di kelas jika hanya sekedar penjelasan konsep tanpa keahlian penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Siswa juga lebih memahami pembelajaran fisika jika disampaikan dengan penampilan video, ataupun melakukan praktikum.

Studi pendahuluan juga disertai dengan memberikan tes keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan kritis ilmiah (Lampiran 1.1) kepada 34 siswa tersebut, dari hasil tes didapatkan bahwa sebagian besar siswa belum dapat mengemukakan ide dan pendapat dengan mengaitkannya pada pengetahuan sains. Hal ini ditunjukkan pada kolom *fluency-science knowledge*, sebagian besar siswa banyak yang tidak memberikan jawaban sehingga skornya nol, dan pada jumlah keseluruhan masih banyak yang belum mendekati skor maksimum. Data hasil

studi pendahuluan dapat dilihat pada Lampiran 4.1.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2016), menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah dilakukan proses pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM dapat meningkat dengan kategori sedang. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahida (2015) menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa pada pembelajaran kimia. Kedua penelitian tersebut menggunakan instrumen penelitian yang berupa pilihan ganda.

Umumnya penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui keterampilan berpikir kreatif atau kritis siswa dilaksanakan secara terpisah dan dilatihkan pada waktu yang berbeda. Padahal kedua keterampilan ini dapat dilatihkan dalam waktu yang bersamaan karena saling berkaitan. Dalam pengukuran keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah dalam satu set instrumen uraian dengan dibuat dengan saling berkaitan merupakan hal yang baru, sehingga siswa dapat menjawab dengan saling berkaitan dari jawaban sebelumnya.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa salah satu

alternatif pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kreatif ataupun kritis adalah dengan menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek atau *Project based learning* (PJB) pada pembelajaran sains. *Project based learning* merupakan metode belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah dalam pengumpulan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata (Hosnan, 2014). Menurut John Thomas, *project based learning* adalah pembelajaran yang memerlukan tugas-tugas kompleks, didasarkan pada pertanyaan/masalah menantang, yang melibatkan siswa dalam mendesain, memecahkan masalah, membuat keputusan, atau kegiatan investigasi, memberikan siswa kesempatan untuk bekerja secara mandiri selama periode lama, dan berujung pada realistik produk atau presentasi. Sehingga berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul “Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis Ilmiah Siswa Dengan Menggunakan Pendekatan STEM Pada Materi Termodinamika Di Kelas XI IPA 4 SMAN 10 Bandung Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2018 -2019”.

#### **b. Landasan Teori**

Pembelajaran Berbasis Proyek dengan pendekatan STEM merupakan metode belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah dalam pengumpulan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata (Hosnan, 2014).

Model pembelajaran berdasarkan proyek dengan pendekatan STEM adalah suatu metode belajar dengan menghadapkan anak dengan persoalan sehari-hari yang harus dipecahkan secara berkelompok dengan cara menggabungkan antara Sains, Teknologi, Engineering dan Matematika. Menurut hasil penelitian, terdapat hubungan yang erat antara proses pengalaman yang sebenarnya dengan pendidikan (Moeslichatoen, dalam Hosnan 2014).

#### **Pendekatan STEM**

- **Teknologi**  
Inovasi-inovasi untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia
- **Matematika**  
Ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa bagi teknologi, sains, dan engineering
- **Sains**  
Kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran
- **Engineering(engineering)**  
Pengetahuan dan keterampilan untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan.

#### Karakteristik STEM Secara Umum

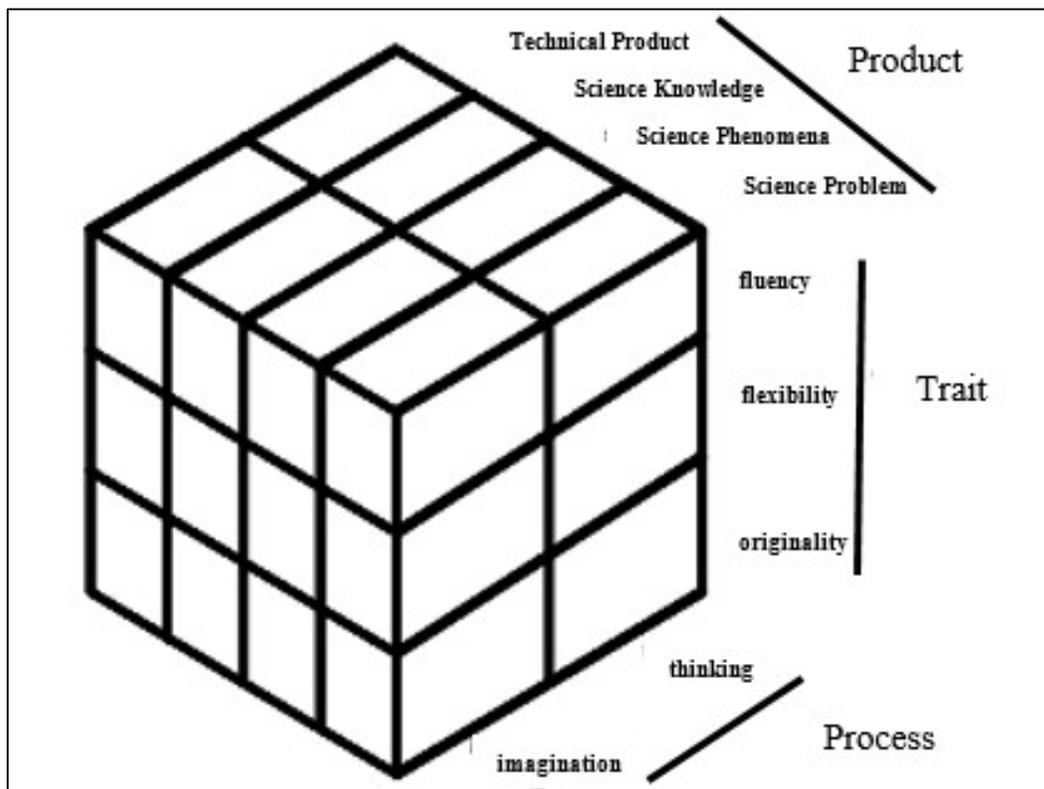
- Integrasi Sains, Teknologi, Enjiniring, dan Matematika dalam satu pengalaman belajar
- Pembelajaran berbasis Proyek
- Kontekstual dengan kehidupan nyata (*Real World Application*)
- Menyiapkan siswa untuk menjadi SDM yang mampu integratif
- Mengembangkan *softskill* dan keterampilan teknis

Tahapan-tahapan yang harus dilaksanakan pada pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM yang diadaptasi dari Keser dan Karagoca (dalam Hosnan, 2014, hlm. 325)

- Tahap 1  
Penentuan Proyek. Pembelajaran dimulai dengan penentuan pertanyaan mendasar (*start with essential question*) sehingga menentukan proyek berdasarkan tugas yang diberikan guru dimulai dengan investigasi yang mendalam.
- Tahap 2  
Perancangan langkah-langkah penyelesaian proyek. Siswa merancang langkah-langkah kegiatan penyelesaian proyek dari awal sampai akhir, termasuk perencanaan sumber/bahan/alat yang dapat mendukung penyelesaian tugas proyek.
- Tahap 3  
Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek. Melalui pendampingan guru, siswa dapat melakukan penjadwalan kegiatan yang telah dirancang.

- Tahap 4  
Penyelesaian proyek dengan fasilitasi monitoring guru. Tahapan ini merupakan tahapan implementasi rancangan proyek yang telah direncanakan. Guru bertanggung jawab memonitor aktivitas siswa dalam melakukan tugas proyek
  - Tahap 5  
Penyusunan laporan dan presentasi/publikasi hasil proyek. Hasil proyek berupa produk dipresentasikan oleh siswa dan diuji hasilnya.
  - Tahap 6  
Evaluasi proses dan hasil proyek. Guru dan siswa pada akhir proses pembelajaran melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil tugas proyek. Refleksi dapat dilakukan secara individu atau kelompok. Pada evaluasi, siswa diberi kesempatan mengemukakan pengalaman selama menyelesaikan tugas proyek
- Kreativitas ilmiah menurut Hu Adey (2002) dari jurnal yang berjudul *A Scientific Creativity for Secondary Student*, menyebutkan bahwa kreativitas ilmiah sebagai semacam sifat intelektual atau kemampuan memproduksi atau berpotensi menghasilkan produk tertentu yang asli dan memiliki nilai sosial atau pribadi, dirancang dengan tujuan tertentu dalam keberatan, menggunakan informasi yang diberikan.
- Dari paparan tersebut, tersusunlah struktur Struktur Scientific tiga dimensi Kreativitas Model (SSCM) yang dirancang sebagai landasan teoritis yang pengukuran kreativitas ilmiah pada Gambar 2.1.





**Gambar 2.** A Scientific Structure Creativity Models (SSCM)

Dalam kreativitas ilmiah terdapat tiga dimensi yang perlu dimunculkan sebagai alat ukurnya yaitu produk, proses, dan sifat. Dimensi produk terdiri dari teknis, pengetahuan ilmiah, fenomena ilmiah, dan masalah ilmiah. Dimensi aspek proses terdiri dari pemikiran dan imajinasi. Dimensi sifat terdiri dari *fluency*, *flexibility*, dan *originality*.

Berpikir kritis merupakan proses intelektual yang dengan aktif dan terampil dalam mengkonseptualisasi, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi yang dikumpulkan atau dihasilkan dari pengamatan, pengalaman, refleksi, penalaran, atau komunikasi, untuk memandu keyakinan atau tindakan (Scriven & Paul, 1992).

Seseorang yang memiliki keterampilan berpikir kritis akan mampu mengidentifikasi informasi yang berguna dan memanfaatkannya untuk merumuskan solusi kemudian mengambil keputusan dalam memecahkan masalah. Sama halnya dengan kreatif ilmiah yang menggabungkan aspek berpikir kreatif dengan sains, maka kritis ilmiah juga menggabungkan aspek

berpikir kritis dengan pengetahuan sains dalam memecahkan suatu masalah. Aspek berpikir kritis ilmiah diadaptasi dari indikator berpikir kritis berdasarkan *Assessment of Critical Thinking Ability* (ACTA) (Brian White, 2011), dilihat dari 3 kemampuan berpikir kritis:

- 1) *Critical Thinking Ability 1*: Mengintegrasikan pengetahuan yang saling bertentangan ke dalam kesimpulan yang terpadu
- 2) *Critical Thinking Ability 2*: Merancang percobaan untuk menyelesaikan ambiguitas dalam pengetahuan baru
- 3) *Critical Thinking Ability 3*: Memperkirakan interpretasi lain dari pengetahuan tertentu

Pada model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM, tinjauan aspek *inventive thinking*, siswa dituntut untuk mencetuskan ide dari pemikiran asli yang merupakan salah satu indikator pada keterampilan berpikir kreatif ilmiah yaitu *originality*. Pada aspek komunikasi efektif, siswa berinkuiri dengan menyelidiki ketat

yang berarti siswa dituntut untuk dapat berpikir kritis ilmiah.

Pada pembelajaran berbasis proyek siswa diharapkan aktif dalam proses pembelajaran, dengan dituntut dapat menyelesaikan permasalahan yang diberikan dalam kehidupan sehari-hari yang nyata dengan solusi yang beragam. Untuk mendapatkan solusi yang tepat dari permasalahan yang diberikan, diperlukan keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan kritis ilmiah.

**c. Rumusan Masalah Penelitian**

Pertanyaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil peningkatan keterampilan berfikir kreatif ilmiah siswa setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM?
2. Bagaimana profil peningkatan keterampilan berfikir kritis ilmiah siswa setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM

**d. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan

berpikir kritis ilmiah setelah diterapkannya pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran, sedangkan secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui profil peningkatan keterampilan berpikir kritis ilmiah setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek. Dengan pendekatan STEM.
- 2) Mengetahui profil peningkatan keterampilan berpikir kreatif ilmiah setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM.

**2. Metode**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen karena tidak ada variabel kontrol dan sampel tidak dipilih secara random. Sedangkan desain penelitian yang digunakan adalah *One Group Pre-test and Post-test*. Dalam desain ini dilaksanakan dua kali tes, yaitu tes awal dan tes akhir. Tes awal dilaksanakan sebelum *treatment* dan *post-test* dilaksanakan setelah *treatment*. Bentuk perlakuan yang diberikan kepada peserta didik adalah pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek

**Tabel 1.** Desain Penelitian

<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
$O_1$	$X$	$O_2$

Keterangan:

- $O_1$  : Nilai pre-test (sebelum diberi perlakuan)
- $X$  : *Treatment* (Penerapan Pembelajaran berbasis proyek)
- $O_2$ : Nilai post-test (setelah diberi perlakuan)

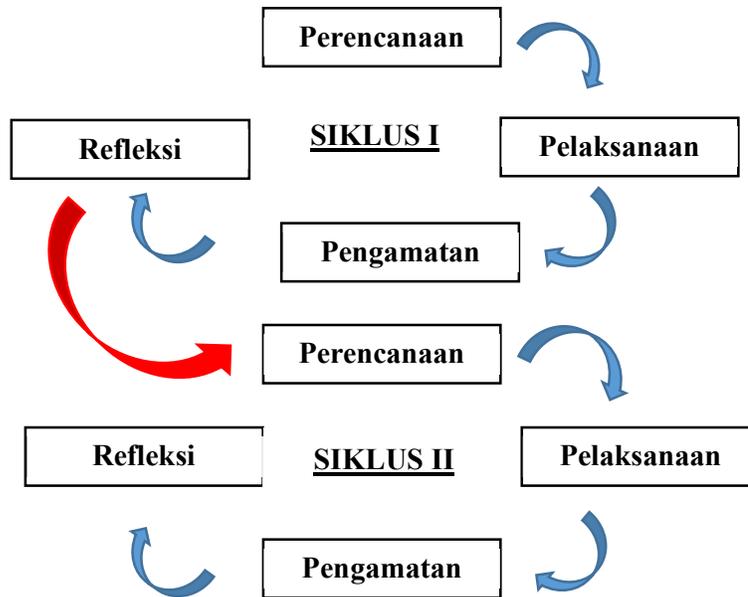
**a. Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA 4 SMA Negeri 10 Bandung. Sampel diambil dengan melakukan teknik *sampling purposive*.

**b. Instrumen penelitian**

Dalam penelitian ini untuk menilai kemajuan siswa dalam pembelajaran yang telah dilakukan, yaitu Tes keterampilan berfikir kreatif dan kritis dibuat dengan menyajikan dua konten yang kaya akan masalah, disesuaikan dengan indikator berfikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah yang telah ditentukan. Instrumen yang diberikan kepada peserta didik adalah instrumen yang telah memperoleh judgement oleh rekan guru pengajar fisika dan telah dilakukan uji coba kepada siswa SMA kelas XII IPA yang telah mempelajari

mengenai Termodinamika Lembar Observasi. model pembelajaran berbasis proyek (*Project based learning*) pada saat berlangsungnya pembelajaran mengenai keterlaksanaan kegiatan menggunakan materi Termodinamika



Gambar 3. Skema Langkah PTM

**c. Teknik Analisis Instrumen Penelitian**

Untuk menguji kelayakan instrumen penelitian, dilakukan analisis sebagai berikut:

- 1) Validitas
  - a) Validitas yang dilakukan pada uji instrumen adalah Validitas Konstruksi  
Pengerjaan validitas ini berdasarkan logika bukan pengalaman. Instrumen yang telah dibuat dengan disesuaikan dengan teori-teori dikonsultasikan kepada ahli. Hasil *judgement* ahli dapat dilihat pada Lampiran 2.2.
  - b) Validitas Empiris  
Cara untuk mengetahui validitasnya adalah dengan menggunakan korelasi *product momen*
- 2) Reliabilitas  
instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah pertanyaan berbentuk uraian sehingga dalam menentukan reliabilitas digunakan persamaan *crombach alpha*

3) Tingkat Kesukaran

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sulit (Arikunto, 2012). Dalam menentukan indeks kesukaran/*difficulty index* (P) dari soal yang dibuat, digunakan persamaan

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

- P = indeks kesukaran
- B = banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar
- JS = jumlah seluruh siswa

Dikarenakan soal yang diberikan adalah soal uraian, maka pada setiap skor yang diperoleh di setiap soal, dibagi lagi dengan skor maksimumnya

**d. Teknik Pengumpulan data**

Teknik pengumpulan data disesuaikan dengan jenis data yang dibutuhkan pada penelitian. Untuk mengetahui keterampilan berfikir kritis digunakan instrumen ini diberikan sebelum kelas eksperimen

diberikan perlakuan dan setelah kelas eksperimen diberikan perlakuan. Instrumen yang digunakan *pre-test* dan *post-test*. dilakukan penskoran pada setiap jawaban siswa dengan adanya rubrik penilaian.

Teknik pengumpulan data hasil observasi dilakukan oleh observer dengan memberikan tanda ceklis pada kolom "ya" jika kegiatan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM terlaksana dan memberikan tanda ceklis pada kolom "tidak" jika kegiatan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM tidak terlaksana

#### e. Teknik Pengolahan Data

Pemberian skor pada jawaban tes berpikir kreatif ilmiah disesuaikan dengan rubrik yang mengacu pada instrumen tes kreativitas ilmiah pada jurnal yang ditulis oleh Hu dan Adey. Pemberian skor kreatif ilmiah meliputi: *Fluency* (Kelancaran), *Flexibility* (Keluwesan), *Originality* (Orisinalitas), *Fluency-Science Knowledge*.

Pemberian skor Kritis Ilmiah disesuaikan dengan rubrik yang mengacu pada kriteria

ACTA (*Assesmen of Critical Thinking Ability*). Teknik pengolahan data menggunakan *Normalized Gain*.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### a. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah Secara Keseluruhan

Soal tes yang diberikan kepada siswa untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif ilmiah terdiri dari 2 kasus yang memuat 4 pertanyaan uraian pada masing-masing kasus yang diberikan. 4 pertanyaan uraian dibuat berdasarkan 3 aspek berpikir kreatif ilmiah, yaitu *fluency*, *flexibility*, dan *originality*.

Peningkatan keterampilan berpikir kreatif ilmiah dianalisis dari hasil *pre-test* dan *post-test* menggunakan perhitungan *normalized gain*, pengolahan data dapat dilihat pada Lampiran 4.3. Rekapitulasi dari rata-rata hasil *pre-test* dan *post-test* secara keseluruhan terdapat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Peningkatan Keterampilan Berfikir Ilmiah

<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
9,15	15,11	0,31	Sedang

Berdasarkan tabel 2 model pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek yang menuntut keaktifan siswa dalam berpikir memecahkan masalah yang diberikan pada proses kegiatan belajar mengajar dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif ilmiah siswa pada materi Termodinamika dengan kategori sedang. Hasil penelitian dengan kategori sedang ini dapat dikarenakan

waktu pembelajaran yang terlalu singkat dalam pelaksanaan proyek, sehingga belum bisa mencapai peningkatan dengan kategori tinggi. Namun, peningkatan pada setiap aspek dapat terlihat terutamanya pada aspek *originality*, lebih banyak siswa yang mampu menjawab dengan jawaban yang berbeda dari contoh ataupun dari teman-temannya yang lain.

**Tabel 3.** Rekapitulasi skor gain keterampilan berpikir kreatif ilmiah pada setiap submateri

Sub Materi Belajar	<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
Hukum I Termodinamika	5,81	8,61	0,34	Sedang
Hukum II Termodinamika	3,35	6,42	0,35	Sedang

**b. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah pada Setiap Submateri**

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan pada keterampilan berpikir kreatif pada topik Hukum Termodinamika I

setelah pembelajaran berbasis proyek lebih besar dibanding pada topik Hukum Termodinamika II dengan selisih nilai *n-gain* 0,1 walaupun keduanya berada pada kategori peningkatan yang sedang.

**Tabel 4.** rekapitulasi pre-test dan post –tes berfikir ilmiah pada setiap aspek

Aspek Peningkatan	<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
<i>Fluency</i>	3,31	3,88	0,16	Rendah
<i>Flexibility</i>	1,27	1,58	0,42	Sedang
<i>Originality</i>	0,73	1,12	0,30	Sedang
<i>Fluency-Science Knowledge</i>	0,50	2,04	0,62	Sedang

Berdasarkan yang disajikan pada Tabel 4. aspek *fluency* menjadi aspek yang peningkatannya paling rendah dibanding aspek kreatif ilmiah yang lain pada kasus Hukum Termodinamika I . Nilai rata-rata skor *fluency* pada saat *pre-test* tidak terlalu rendah sehingga tidak terlihat peningkatan

yang menonjol antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Dan setelah dilakukan pembelajaran, pada hasil *post-test* siswa jawaban yang diberikan tidak terlalu banyak karena siswa juga mempertimbangkan jawabannya apakah masuk akal atau tidak.

**Table 5.** Peningkatan *keterampilan berpikir kritis* ilmiah secara keseluruhan

<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
5,84	12,08	0,34	Sedang

**c. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Ilmiah Secara Keseluruhan**

Berdasarkan nilai *n-gain* yang diperoleh pada Tabel 4.6, model pembelajaran pendekatanL STEM berbasis proyek yang selain menuntut keaktifan siswa, tapi juga

menggali konsep siswa saat proses kegiatan belajar mengajar pada materi Termodinamika dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis ilmiah siswa pada kategori sedang.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Keterampilan Berpikir Kritis Ilmiah secara keseluruhan pada setiap sub materi

Sub Materi Belajar	<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
Hukum Termodinamika I	3,65	6,84	0,38	Sedang
Hukum Termodinamika II	2,19	5,23	0,31	Sedang

**d. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Ilmiah pada Setiap Submateri**

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa peningkatan pada keterampilan berpikir kritis ilmiah pada topik Hukum Termodinamika I dan Hukum Termodinamika II berada pada kategori peningkatan yang sedang, meski

berbeda 0,07 dengan peningkatan pada materi Hukum Termodinamika I lebih besar dibanding dengan materi Hukum Termodinamika II. Perbedaan ini dapat disebabkan karena pada Hukum Termodinamika I, soal yang diberikan mudah.

**Tabel 7.** Rekapitulasi pre-test dan post-test berpikir kritis ilmiah setiap aspek pada submateri Hukum Termodinamika I

Aspek Peningkatan	<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
<i>Critical ability 1</i>	1,42	2,15	0,28	Rendah
<i>Critical ability 2</i>	1,42	2,96	0,60	Sedang
<i>Critical ability 3</i>	0,80	1,73	0,29	Rendah

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis ilmiah siswa pada aspek *critical ability 1* yaitu mengintegrasikan pengetahuan yang saling bertentangan ke dalam kesimpulan yang terpadu mengalami peningkatan yang rendah. Dalam menjawab pertanyaan masih ada yang belum melibatkan data. Bagi yang sudah

melibatkan data yang diberikan, masih ada juga yang belum menghubungkan dengan gejala alam Sehingga pada peningkatannya masih tergolong rendah pada Tabel 8 mengalami peningkatan sebesar 0,32 sehingga berada pada kategori yang sedang.

**Tabel 8.** Rekapitulasi pre-test dan post-test berpikir kritis ilmiah setiap aspek pada submateri Hukum Termodinamika II

Aspek Peningkatan	<Pre-test>	<Post-test>	<g>	Kategori
<i>Critical ability 1</i>	1,00	1,96	0,32	Sedang
<i>Critical ability 2</i>	0,62	1,96	0,40	Sedang
<i>Critical ability 3</i>	0,58	1,31	0,21	Rendah

**e. Keterlaksanaan Model Pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek**

Dalam penerapan model pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek, peneliti sebagai guru yang dibantu oleh 1-2 orang observer pada setiap pertemuan untuk mengamati keterlaksanaan proses pembelajaran. Observer bertugas untuk mengamati dan mendata aktivitas guru dan siswa dalam keterlaksanaan proses pembelajaran di kelas yang telah dirancang sesuai tahapan-tahapan model pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek. Setelah melakukan *pre-test*, penelitian dilaksanakan dengan 4 kali pertemuan, satu pertemuan berdurasi 2 jam pelajaran (80 menit). Materi yang dijadikan topik pembahasan proyek adalah Hukum Termodinamika I dan Hukum Termodinamika II. Pada pertemuan 1 dan 2 membahas materi Hukum Termodinamika I, sedangkan pada pertemuan 3 dan 4

membahas materi Hukum Termodinamika II. Pada pertemuan 1 diberikan penjelasan mengenai pengertian Termodinamika dan fenomena alam yang ada kaitannya dengan Hukum Termodinamika, mengerjakan LKS berpikir kreatif ilmiah dan berpikir kritis ilmiah yang diberikan secara berkelompok. Pada pertemuan 2 siswa diberi kesempatan untuk mendesain proyek yang berkaitan dengan fenomena alam. Pada pertemuan 3 diberikan konsep awal mengenai fenomena alam tentang alat yang bekerja berdasarkan hukum termodinamika dipandu pengisian LKS berpikir kreatif ilmiah dan kritis ilmiah. Pada pertemuan 4 pelaksanaan proyek dengan menggunakan bahan yang tersedia dan melakukan uji coba pada proyek pertama dan proyek kedua, serta penarikan kesimpulan hasil pembelajaran. Setelah *treatment* yang diberikan pertemuan selanjutnya dilaksanakan *post-test* untuk mengukur hasil belajar siswa.

**Tabel 9.** Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek

Pertemuan	Materi Pembelajaran	Presentase keterlaksanaan	
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
1	Hukum Termodinamika I	90,43%	88,07%
2		73,33%	73,33%
3	Hukum Termodinamika II	100%	96,87%
4		100%	100%
Rata-Rata		90,94%	89,56%

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh rata-rata kegiatan guru dan kegiatan siswa yang terlaksana termasuk dalam kriteria "hampir seluruh kegiatan terlaksana". Sehingga dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek hampir seluruhnya terlaksana meski belum 100% dikarenakan keterbatasannya waktu pembelajaran.

**f. Keterlaksanaan Pertemuan 1 dan 2**

Pada pertemuan pertama membahas mengenai materi Hukum Termodinamika I, dengan diawali apersepsi mengenai pengertian Termodinamika dan fenomenanya. Setelah kegiatan penggalan konsep awal yang dimiliki siswa, guru memberikan penjelasan mengenai manfaat mempelajari termodinamika. Selanjutnya dilaksanakan tahapan-tahapan pembelajaran pendekatan STEM. Berbasis

proyek Pada tahap 1 yaitu penentuan pertanyaan mendasar, guru meminta siswa siswa untuk menonton video mengenai berbagai jenis alat elektronik, pada tahap ini setelah siswa melihat video, guru membimbing siswa untuk memahami permasalahan yang dimaksud.

Pada tahap 2 yaitu menyusun perencanaan proyek guru memberi kesempatan siswa untuk memikirkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang dimaksud. Dilanjutkan dengan pemberian permasalahan yang terdapat pada Lembar Kegiatan Siswa (LKS) sebagai pelaksanaan tahap 3 dari pembelajaran pendekatan STEM berbasis proyek yaitu menyusun jadwal proyek. Sebelum pengerjaan LKS, guru memberikan penjelasan secara umum mengenai permasalahan yang ditanyakan yang berkaitan dengan Termodinamika. Setelah menjelaskan intruksi secara umum dalam pengerjaan LKS, guru mempersilahkan siswa untuk berdiskusi dalam pengerjaan LKS

Sedangkan untuk contoh hasil pengerjaan siswa pada pertanyaan berpikir kritis ilmiah dapat dilihat pada Gambar 4.33.

Pada tahap pembuatan proyek yang terdapat pada LKS dilanjutkan pada pertemuan kedua merupakan tahap 4 dari pembelajaran berbasis proyek. Siswa membuat proyek dengan disesuaikan dari apa yang telah dijawab dan didesain pada LKS yang telah dijawab berdasarkan diskusi kelompok dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan oleh siswa. Proyek pertama ini siswa membuat sebuah prototipe mesin panas atau mesin dingin.

Pada tahap 5 yaitu menguji proses dan hasil belajar, dan tahap 6 evaluasi pengalaman dan presentasi

#### g. Keterlaksanaan Pertemuan 3 dan 4

Pada pertemuan ketiga membahas mengenai materi Hukum Termodinamika II, dengan diawali apersepsi mengenai makna Hukum Termodinamika. Setelah kegiatan penggalan konsep awal yang dimiliki siswa, guru memberikan penjelasan mengenai mesin panas dan mesin dingin. selanjutnya dilaksanakan tahapan-tahapan pada pembelajaran berbasis proyek.

Pada **tahap 1** yaitu menentukan pertanyaan mendasar, siswa diminta memperhatikan video tentang cara kerja kulkas yang memiliki kecepatan putaran yang berbeda saat merentangkan tangannya dibandingkan dengan tidak merentangkan tangannya. Siswa diberikan kesempatan untuk menganalisis permasalahan yang bisa didapat dari video tersebut.

Pada tahap 2 yaitu menyusun perencanaan proyek, siswa diberikan kesempatan untuk memberikan solusi untuk penerapan konsep tersebut untuk membuat sebuah proyek yaitu membuat prototipe mesin panas dan mesin dingin..

Dilanjutkan pada tahap 3 dengan pemberian permasalahan yang terd Setelah menjelaskan intruksi secara umum dalam pengerjaan LKS, guru mempersilahkan siswa untuk berdiskusi dalam pengerjaan LKS, dengan guru berkeliling memantau kegiatan siswa

Pada tahap pembuatan proyek yang terdapat pada LKS dilanjutkan pada pertemuan ke 4. Tahap 4 Siswa membuat proyek dengan disesuaikan dari apa yang telah dijawab dan didesain pada LKS yang telah dijawab berdasarkan diskusi kelompok dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan oleh siswa. Pada proyek kedua ini siswa membuat sebuah prototipe mesin panas atau mesin dingin

Pada tahap 5 menguji proses dan hasil belajar, perwakilan siswa diberikan kesempatan untuk mempresentasikan dan menguji hasil proyek yang telah dibuat. Pada tahap ini presentasi dan pengujian langsung dilaksanakan untuk proyek pertama dan proyek kedua *apat pada Lembar Kegiatan Siswa (LKS)* Pada **tahap 6** yaitu mengevaluasi pembelajaran, dilaksanakan sekaligus pada proyek pertama dan kedua. Siswa diberikan kesempatan untuk mengevaluasi hasil proyek dan menarik kesimpulan pembelajaran

#### 4. Simpulan

Berdasarkan data hasil penelitian, pengolahan dan analisis data hasil penelitian, peneliti dapat menyimpulkan bahwa secara umum pembelajaran dengan pendekatan STEM berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif

ilmiah dan berpikir kritis ilmiah, dengan rincian kesimpulan sebagai berikut:

1. Profil peningkatan keterampilan berpikir kreatif ilmiah siswa secara umum mengalami peningkatan pada kategori sedang dengan nilai *normalized gain* sebesar 0,31. Pada aspek *fluency* dan *flexibility* peningkatan berada pada kategori rendah, sedangkan untuk aspek *originality*, dan *fluency* yang dikaitkan dengan pengetahuan sains mengalami peningkatan dengan kategori sedang.
2. Profil peningkatan keterampilan berpikir kritis ilmiah siswa secara umum mengalami peningkatan pada kategori sedang dengan nilai *normalized gain* sebesar 0,34. Pada aspek *critical ability* 1 dan 2 peningkatan terjadi pada kategori sedang sedangkan untuk aspek *critical ability* 3 pada kategori rendah

### Saran

Saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

- Arikunto, S. 2012. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara
- Hake, R. R., 1999. *Analizing Change-Gain. American Educational Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology*
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Hu, W., Adey, P. 2002. A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, pp. 389-403.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2014. *Naskah Pembelajaran Fisika Kurikulum 2013 di SMA*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2016. *Silabus IPA SMA versi 120216*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2016. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 24 tahun 2016 Tentang Standar Kompetensi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.

1. Peningkatan keterampilan abad 21, selain keterampilan berpikir kreatif ilmiah dan kritis ilmiah, dapat juga dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keterampilan kolaborasi siswa dengan menggunakan LKS pada perangkat pembelajaran penelitian ini dengan menganalisis sumber jawaban siswa saat diskusi kelompok.
2. Pada saat penggunaan pendekatan STEM berbasis proyek ini peneliti dan siswa menjadi fokus pada pelaksanaan proyek, sehingga kemampuan kognitif siswa dalam menyelesaikan masalah perhitungan tidak dilatihkan, maka perlu adanya upaya tambahan agar siswa tetap dapat melatih kemampuan kognitifnya. Hal ini dapat dipecahkan salah satunya dengan pemberian penugasan atau pemberian modul pendukung pembelajaran berbasis proyek

### Daftar Pustaka

- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2016. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 22 tahun 2016 Tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Mayasari, T. dkk. 2016. Apakah Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* Mampu Melatihkan Keterampilan Abad 21?. *JPFK* 2, hlm. 48 – 55.
- Murti, K. E. 2013. Pendidikan Abad 21 dan Implementasinya pada Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk Paket Keahlian Desain Interior. *Artikel Kurikulum 2013 SMK*
- NEA. 2016. *An Educater's Gouide to the Four Cs*. Tersedia : [Online] <http://www.nea.org/tools/52217.htm> . [27 Januari 2017]
- Pratama, H., dan Prastyaningrum, I. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbantuan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* 6(2).

- Scriven, M., dan Paul, R. 1987, *Defining critical thinking*. Tersedia [Online]: <http://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>.
- Schneider, V. 2002. Critical Thinking in the Elementary Classroom: Problem dan Solution. *Educator Publishing Service*.
- Setyadin, A. H., dkk. 2017. Desain Instrumen Tes Kreativitas Ilmiah Berbasis Hu dan Adey dalam Materi Kebumihan. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 2(1), hlm. 56-62.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Torrance, E. P. dan Presbury, J. 1984. *The Criteria of Success Used in 242 Recent Experiment Studies of Creativity*. *Creative Child and Adult Quarterly*, 9, 238-243.
- UPI. 2016. *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Wahida, F., Rahman, F. Gonggo, S. T. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Parigi. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako* 4(3), hlm. 36-43.
- White, B., Stains, M., Escriu-Sune, M., Medaglia, E., Rostamjad., Chinn, C. Dan Sevia, H. 2011. A Novel Instrument for Assessing Students' Critical Thinking Abilities. *Journal of College Science Teaching* 4(5).