

**PENGEMBANGAN ALAT PERAGA KONVERSI PANAS KE LISTRIK  
UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**SKRIPSI**

Oleh  
**FATHONI AHMAD**  
**NPM 1513022045**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN ALAT PERAGA KONVERSI PANAS KE LISTRIK UNTUK MENSTIMULUS BERPIKIR KREATIF

Oleh

**Fathoni Ahmad**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga konversi energi dari energi panas ke energi listrik yang dapat digunakan dalam pembelajaran sumber-sumber energi materi energi alternatif di sekolah, serta agar dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Design and Development Research (DDR)* yang terbagi menjadi empat tahap penelitian yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Sebelum digunakan dalam pembelajaran, alat peraga ini terlebih dahulu dilakukan uji kelayakan. Uji kelayakan alat peraga konversi energi ini dilakukan uji kevalidan dan uji kepraktisan alat.

Pada hasil uji kevalidan alat peraga diperoleh persentase sebesar 90,25% dengan kategori sangat valid. Hasil uji kepraktisan uji observasi pengguna memperoleh persentase penilaian sebesar 87,75% dengan kategori sangat baik dan uji respon pengguna memperoleh persentase penilaian 83% dengan kategori baik. Uji stimulus keterampilan berpikir kreatif mendapat hasil 78% dengan kategori baik. Berdasarkan uji kelayakan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat peraga ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran energi alternatif pada materi sumber-sumber energi disekolah sehingga dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif siswa.

**Kata kunci:** Alat Peraga, Konversi Energi, Energi Alternatif, Termoelektrik Generator, Keterampilan Berpikir Kreatif

**PENGEMBANGAN ALAT PERAGA KONVERSI PANAS KE LISTRIK  
UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**Oleh  
Fathoni Ahmad**

**Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PENDIDIKAN**

**Pada  
Program Studi Pendidikan Fisika  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

**Judul Skripsi** : **PENGEMBANGAN ALAT PERAGA KONVERSI PANAS KE LISTRIK UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**Nama Mahasiswa** : **Fathoni Ahmad**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : **1513022045**

**Program Studi** : **Pendidikan Fisika**

**Jurusan** : **Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Fakultas** : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Drs. Eko Suyanto, M.Pd.**  
**NIP 19640310 199112 1 001**

**Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.**  
**NIK 23601900923201**


**2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

**Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**  
**NIP 19600301 198503 1 003**

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua** : Drs. Eko Suyanto, M.Pd.



**Sekretaris** : Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.



**Penguji (Anggota)** : Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc.



**2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Drs. Dr. Patuan Raja, M.Pd.**  
NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 Agustus 2022

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fathoni Ahmad  
NPM : 1513022045  
Fakultas/Jurusan : Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan MIPA  
Alamat : Jl. Sumber Baru RT/RW 002/003 Desa Simpang Asam,  
Kecamatan Banjit, Kabupaten Way Kanan, Provinsi  
Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandarlampung, 29 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



**Fathoni Ahmad**  
NPM 1513022045



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Simpang Asam, Kecamatan Banjit, Kabupaten Way Kanan pada Sabtu, 03 Januari 1998 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Samulud dan Ibu Rusminah.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Lembang dan diselesaikan tahun 2003, melanjutkan di SDN 02 Simpang Asam dan diselesaikan tahun 2009, lalu di SMPN 3 Baradatu dan diselesaikan tahun 2012, kemudian di SMAN 1 Baradatu dan diselesaikan tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis dinyatakan diterima untuk melanjutkan studi di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2018 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margajaya, dan Program Pengalaman Lapangan (PPL) di MTs Nahdlatul Fata Lang Lang Muda Margajaya, Kec. Metro Kibang, Kab. Lampung Timur. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (HIMASAKTA) dan Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA) pada tahun 2015 di Universitas Lampung.

## MOTTO

*Apapun yang terjadi tetaplah berjuang, selesaikan apapun yang telah kamu mulai sampai titik darah penghabisan.*

**(Fathoni Ahmad)**

*Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya. Dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya pula.*

**(Q.S. Al-Zalzalah : 7-8)**

*Hanya karena tidak dapat melakukan hal yang sama dengan orang lain, bukan berarti kita harus tergesa-gesa, cukup berpikir supaya diri kita dapat berguna sepenuhnya.*

**(Selesia Upitiria)**



## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala. yang selalu melimpahkan nikmat dan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai bakti kasih tulus yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Samulud dan Ibu Rusminah yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendukung dan mendo'akan semua kebaikan kepadaku. Semoga Allah memberikan kesempatan padaku untuk membalas jasa dan bisa selalu membahagiakan kalian.
2. Kedua kakakku tersayang Lyna Yuni Artika dan Harisman Hadi, terima kasih telah menjadi sosok kakak terbaik dalam hidup. Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan.
3. Keponakan penulis Dilara Sofea Al Haris yang selalu menghadirkan kebahagiaan dalam keluarga.
4. Atim Nuraini Lailiyah dan Widiya Astuti yang selalu menemani dan membantu penulis berjuang dari awal hingga menyelesaikan skripsi, *Wish You All the Best*.
5. Sahabat penulis selama kuliah di Pendidikan Fisika; Nurmala, Dewi, Dicky, Fauzi, Beria, Saadah, Burhan, Saiful dan Bayu yang selalu mendukung serta menyemangati.
6. Para pendidik yang senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat.
7. Keluarga besar Alien 2015, dan Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA).
8. Teman-teman Wisma Andini, Nafi Noor Hakim dan Zainuar Muhammad Yunus terima kasih sudah melengkapi hari-hari penulis selama di asrama.
9. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA.
3. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
4. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku pembimbing akademik sekaligus Pembimbing I atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan kesabarannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc., selaku Pembahas dan Validator yang memberikan bimbingan dan saran perbaikan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Doni Andra, M.Sc., Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., dan Bapak Agus Setiawan, M.Pd., selaku validator produk atas kesediaannya dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran, semangat, dan motivasi kepada penulis.

8. Bapak dan ibu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam proses belajar di Universitas Lampung.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Semoga kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan semoga skripsi ini bermanfaat di kemudian hari.

Bandarlampung, 29 Agustus 2022

Fathoni Ahmad

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Kajian Teori .....	5
2.1.1. Penelitian Pengembangan.....	5
2.1.2. Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran.....	6
2.1.3. Materi Sumber Energi .....	9
2.1.4. Konversi Energi Panas-Listrik .....	12
2.1.5. Kemampuan Berpikir Kreatif .....	18
2.1.6. Keterkaitan Alat Peraga dengan Keterampilan Berpikir Kreatif.....	20
2.2. Kerangka Pemikiran.....	20
2.2. Kerangka Pemikiran.....	21
2.3. Penelitian yang Relevan.....	22
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	24
3.1. Desain Penelitian Pengembangan .....	24
3.2. Instrumen Penelitian .....	27
3.3. Teknik Analisis Data.....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
4. 1. Hasil Penelitian .....	32
4.1.1. Produk .....	32
4.1.2. Hasil Uji Validitas.....	33
4.1.3. Hasil Uji Kepraktisan.....	34
4. 2. Pembahasan.....	36
4.2.1. Prosedur Penelitian .....	36

4.2.2. Produk Alat Peraga dalam Menstimulus Keterampilan Berpikir Kreatif....	43
4.2.3. Hasil Percobaan Alat Peraga.....	46
4.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Alat Peraga .....	53
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1. Kesimpulan .....	53
5.2. Saran .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Berpikir Kreatif .....	19
2. Penelitian yang Relevan .....	22
3. Kebaruan Penelitian .....	22
4. Skala Likert pada Angket Uji Ahli .....	28
5. Angket Tanggapan Peserta Didik Terhadap Penggunaan Produk .....	29
6. Skala Likert pada Angket Respon Peserta Didik .....	29
7. Skor Penilaian terhadap Pilihan Jawaban .....	30
8. Klasifikasi Tingkat Pencapaian .....	31
9. Hasil Uji Validitas .....	33
10. Hasil Uji Kepraktisan dari Angket Observasi Pengguna .....	34
11. Hasil Uji Kepraktisan dari Angket Respon Pengguna .....	35
12. Saran Perbaikan oleh Validator .....	40
13. Hasil Uji Stimulus Keterampilan Berpikir Kreatif .....	45
14. Pengujian Modul Termoelektrik pada Alat Peraga .....	48
15. Pengujian Modul Termoelektrik yang dibebani Lampu USB 5 watt .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur TEG.....	14
2. Modul TEG .....	15
3. Elektron-elektron bergerak dari ujung panas menuju ujung dingin, menciptakan perbedaan potensial diantara ujung-ujung batang tembaga .....	16
4. Kerangka Pemikiran.....	21
5. Prosedur Penelitian.....	25
6. Desain Alat Peraga.....	26
7. Produk Alat Peraga Konversi Energi Panas ke Listrik: A) Tampilan packing alat, B) Tampilan alat dari atas, C) Tampilan alat dari depan, .....	33
8. Desain alat peraga .....	38
9. Tampilan keseluruhan alat .....	38
10. Bagian-bagian alat peraga: A) Lampu USB, B) Penstabil tegangan, C) Papan peyangga, D) Termometer, E) Wadah plastik, F) Kabel penghubung. ....	39
11. Bagian dalam wadah plastik: A) kabel dari sensor suhu, B) kabel dari TEG, C) plastic untuk meletakkan air, D) alumunium foil sebagai pelapis TEG.....	39
12. Desain rangkaian alat peraga sebelum dan sesudah perbaikan .....	42
13. Desain rangkaian alat peraga sebelum dan sesudah perbaikan .....	43
14. Kegiatan praktikum penggunaan alat peraga .....	46
15. Uji coba produk.....	47
16. Hasil pengukuran tegangan pada A) menit ke 30 dan B) menit ke 60 pada uji coba pertama.....	48
17. Grafik hubungan antara perbedaan suhu $T$ terhadap tegangan berdasarkan Tabel 15.....	49
18. Hasil pengukuran A) tegangan dan B) arus menit ke 30 pada uji coba kedua.....	50
19. Grafik hubungan antara perbedaan suhu $T$ terhadap tegangan berdasarkan Tabel 15.....	51
20. Grafik hubungan antara perbedaan suhu $T$ terhadap arus berdasarkan Tabel 16.....	51



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan pengetahuan dan teknologi abad ke-21 yang begitu pesat saat ini telah dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat di dunia. Banyak terobosan-terobosan baru di bidang teknologi yang membuatnya berbeda secara mendasar dengan revolusi-revolusi sebelumnya, atau lebih dikenal sebagai revolusi industri 4.0 (Schwab, 2016: 4). Berbagai persoalan dan permasalahan yang kompleks di dalamnya menuntut individu agar dapat menyesuaikan diri dengan menggunakan keterampilan-keterampilan yang mumpuni. Keterampilan abad ke-21 dapat membantu siswa belajar dan beradaptasi dengan segala bentuk perubahan seiring berjalannya waktu. Keterampilan abad ke-21 yang dimaksud adalah pengajaran *Four Cs*, yaitu: *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *collaboration* (berkolaborasi), dan *communication* (berkomunikasi) (Ongardwanich, N., Kanjanawasee, S., 2015)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 36 tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, tantangan internal dan eksternal mengharuskan sistem pendidikan di Indonesia mengadopsi konsep pembelajaran abad ke-21. Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu kompetensi pembelajaran Fisika yang perlu dikembangkan dalam diri siswa (Permendikbud Nomor 64 Tahun 2013).

Pengalaman dalam belajar dapat memudahkan siswa untuk memahami materi yang sedang dipelajari. Terkait dengan materi pembelajaran khususnya Fisika, siswa masih menganggap materi Fisika merupakan materi pelajaran yang sulit dan kurang menarik. Hal ini disebabkan karena dalam pembelajarannya siswa hanya menghafalkan rumus tanpa memahami maknanya (Samudra, G. B., Suastra, I. W., & Suma, 2014). Kecenderungan pembelajaran fisika yang kurang menarik merupakan hal wajar dialami oleh guru yang tidak memahami kebutuhan dari siswa. Salah satu solusi yang dapat dilakukan oleh guru dalam memberikan pengalaman berbeda dalam belajar fisika adalah dengan penggunaan media belajar misalnya dengan menggunakan media berupa alat peraga fisika. Fitri (2018) dalam penelitiannya menunjukkan penggunaan alat peraga dalam pembelajaran dapat membantu pembentukan minat dan kreativitas siswa.

Penelitian pendahuluan yang dilakukan di SMA Al-Huda, Lampung Selatan dengan metode penyebaran kuisioner pada siswa SMA kelas XII diketahui bahwa minat siswa terhadap pelajaran fisika tergolong rendah di mana 42,9% siswa menyatakan kurang suka dengan pelajaran fisika. 62,9% menyatakan bahwa kegiatan belajar fisika berlangsung dengan metode mencatat dan mengerjakan latihan soal sehingga membuat siswa terkadang bosan dengan aktifitas pembelajaran di kelas. Selain itu, guru juga menyampaikan bahwa kemampuan belajar fisika sebagian besar siswa tidak mumpuni, sehingga keterampilan abad ke-21 dapat dikatakan sangat rendah.

Guru juga menyampaikan bahwa alat laboratorium di sekolah sangat terbatas, banyak peralatan yang tidak lengkap, (hilang maupun rusak) atau memang dari awal belum ada, sehingga menyebabkan praktikum jarang dilakukan. Salah satu alat praktikum yang belum ada di laboratorium sekolah adalah alat peraga untuk menyampaikan materi tentang konversi energi. Materi konversi energi juga terdapat pada bab terakhir sehingga sering dilewati karena keterbatasan waktu menjelang persiapan Ujian Nasional. Padahal materi konversi energi sangat penting dipelajari untuk memperkaya pengetahuan siswa tentang sumber energi terutama energi listrik, dengan memahami materi tersebut diharapkan siswa

mempunyai peluang yang lebih besar untuk mencari alternatif sumber energi listrik di masa yang akan datang.

Alat peraga konversi energi panas menjadi energi listrik juga sangat sulit ditemukan sehingga pembuatan teknologi terkini untuk memperagakan konversi energi di sekolah sangat diperlukan, misalnya menggunakan alat Termoelektrik. Termoelektrik adalah alat yang memanfaatkan prinsip fisika untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas, namun ada fungsi lain yang dapat dimanfaatkan dari termoelektrik jika diberi perlakuan khusus yang jarang diketahui masyarakat yaitu kebalikannya, sebagai pengubah energi panas menjadi energi listrik atau biasa disebut Termoelektrik Generator (TEG). Sandy, et.al (2019) pada penelitiannya menyatakan bahwa pembangkit Termoelektrik memiliki prospek yang cerah dimasa depan sebagai sumber energi alternatif.

Hasil telaah pustaka yang telah dilakukan ternyata cukup banyak penelitian tentang konversi panas ke listrik yang memanfaatkan TEG. Diantaranya Harfi, R. dan Suntajaya, (2020) mengembangkan alat pengubah energi panas menjadi energi listrik memanfaatkan TEG dengan varian fluida panas dan fluida dingin. Selain itu Rifky, R., Fikri, A., dan Mujirudin (2021) mengembangkan konversi energi termal surya menjadi energi listrik menggunakan TEG dengan varian susunan sambungan TEG (seri dan paralel). Sejauh ini alat peraga konversi panas listrik cukup banyak dikembangkan namun belum ada yang memanfaatkan peraga konversi energi sebagai media pembelajaran fisika di sekolah yang dapat menstimulus kemampuan berpikir kreatif pada siswa.

Berdasarkan paparan diatas, maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Alat Peraga Konversi Panas ke Listrik untuk Menstimulus Keterampilan Berpikir Kreatif”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimanakah pengembangan alat peraga konversi panas ke listrik untuk menstimulus berpikir kreatif yang valid dan praktis?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan pengembangan alat peraga konversi panas ke listrik untuk menstimulus berpikir kreatif yang valid dan praktis.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai solusi keterbatasan alat bantu peraga yang dapat membantu siswa memahami tentang perubahan energi panas ke listrik.

## **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi beberapa hal yaitu:

1. Pengembangan yang dimaksud berorientasi untuk merancang suatu produk, yaitu alat peraga konverter energi panas menjadi energi listrik disertai panduan penggunaan.
2. Pengembangan produk alat peraga hanya dibatasi untuk memperagakan perbedaan suhu yang menghasilkan tegangan dan arus listrik.
3. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah termoelektrik generator (TEG).
4. Materi yang digunakan yaitu materi energi alternatif pada bab sumber-sumber energi kelas XII Fisika SMA.
5. Uji validasi dilakukan oleh ahli dari Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
6. Pengembangan perangkat peragaan konversi energi dibatasi hingga uji coba produk pada kelompok kecil.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kajian Teori**

#### **2.1.1. Penelitian Pengembangan**

Penelitian pengembangan atau sering disebut juga dengan istilah Research & Development (R&D) merupakan jenis penelitian yang umumnya banyak digunakan dalam dunia pendidikan. Adapun pengertian pengembangan menurut beberapa ahli yaitu; Sugiyono (2016) menyatakan bahwa penelitian pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Borg, dkk (2002) mengungkapkan bahwa penelitian pengembangan pendidikan adalah suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut dapat diketahui bahwa penelitian pengembangan adalah suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan secara sistematis dengan maksud mendapatkan suatu produk yang baru atau menyempurnakan produk yang sudah lama, kemudian produk tersebut diuji di lapangan. Perlu dilakukan analisis kebutuhan sebelum melakukan penelitian pengembangan, kemudian dilanjutkan dengan uji validasi kepada ahli media dan materi ketika produk telah dihasilkan. Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan dalam bidang pendidikan yaitu dapat berupa media pembelajaran.

Prosedur penelitian pengembangan terdiri dari kajian tentang temuan permasalahan produk yang akan dikembangkan, mengembangkan produk atas temuan-temuan permasalahan tersebut, melakukan uji coba di lapangan sesuai latar dimana produk tersebut akan digunakan, melakukan revisi terhadap hasil

yang didapatkan melalui hasil lapangan, dan dilakukan melalui serangkaian langkah yang sistematis, setiap langkah yang dilakukan harus mengacu pada hasil dari langkah sebelumnya hingga diperoleh produk yang baru. Penelitian ini menggunakan penelitian pengembangan yang diadaptasi Richey, Rita C., dan Klein (2007). Penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis*, *design*, *development*, dan *evaluation*.

Tahap pertama adalah analisis. Pada tahap ini bertujuan untuk menganalisis tujuan pengajaran, isi pengajaran, dan lingkungan pengajaran. Tahap desain yaitu merancang sarana untuk menyusun sumber-sumber belajar dan merancang strategi-strategi pembelajaran sesuai dengan tujuan pengajaran yang merupakan landasan untuk melancarkan praktik mengajar dengan lancar. Tahap selanjutnya adalah pengembangan yang akan memilah bahan ajar dan menghasilkan produk terkait. Tahap terakhir adalah evaluasi yang akan memantau dan menguji seluruh proses belajar mengajar, untuk menyusun laporan penilaian sebagai indikator keberhasilan proses belajar.

### **2.1.2. Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran**

Secara umum media pembelajaran merupakan salah satu cara atau alat bantu yang digunakan dalam proses pembelajaran. Menurut Asyhar (2011) mengemukakan bahwa: Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan (informasi) yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran dan media pembelajaran. Cheung (2009) menyatakan bahwa Media pembelajaran merupakan beberapa program inovatif yang menjadi akar pokok dalam membantu suatu proses pembelajaran yang perlu dikuasai pengajar. Berdasarkan beberapa pengertian di atas, umumnya media pembelajaran adalah segala bentuk perantara yang dapat menyampaikan informasi yang harus dikuasai oleh pengajar agar mempermudah dalam proses pembelajaran.

Alat peraga merupakan salah satu bentuk dari media pembelajaran. Alat peraga dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran dalam menerangkan/mewujudkan suatu konsep. Adapun menurut beberapa ahli yaitu;

Akinsola (2014) menyatakan bahwa penggunaan alat peraga memberikan instruksi yang lengkap sehingga menjamin tercapainya tujuan pendidikan. Asyhar (2011:9) mengemukakan bahwa alat peraga adalah media alat bantu pembelajaran dengan segala macam benda yang digunakan untuk memperagakan materi pelajaran. Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, bahwa alat peraga merupakan salah satu media pendidikan untuk membantu proses pembelajaran agar proses komunikasi dapat berjalan dengan baik, efektif, dan efisien.

Alat peraga memegang peranan penting dalam menciptakan proses pembelajaran. ada lima fungsi pokok dari alat peraga dalam proses belajar mengajar menurut Sudjana, (2005:99) yaitu:

- a. Penggunaan alat peraga dalam proses belajar mengajar bukan merupakan fungsi tambahan tetapi mempunyai fungsi tersendiri sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif.
- b. Penggunaan alat peraga merupakan bagian yang integral dari keseluruhan situasi mengajar. Ini berarti bahwa alat peraga merupakan salah satu unsur yang harus dikembangkan guru.
- c. Alat peraga dalam pengajaran penggunaannya integral dengan tujuan dan isi pelajaran. Fungsi ini mengandung pengertian bahwa penggunaan alat peraga harus melihat tujuan dan bahan pelajaran.
- d. Penggunaan alat peraga dalam pengajaran bukan semata-mata alat hiburan, dalam arti digunakan sekedar melengkapi proses belajar supaya lebih menarik perhatian siswa.
- e. Penggunaan alat peraga dalam pengajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar mengajar dan membantu siswa dalam menangkap pengertian yang diberikan guru.

Kelebihan penggunaan alat peraga menurut Sudjana (2005:64) adalah sebagai berikut:

- a. Menumbuhkan minat siswa karena pelajaran menjadi lebih menarik
- b. Memperjelas makna bahan pelajaran sehingga siswa lebih mudah memahaminya.



- c. Metode mengajar akan lebih bervariasi sehingga siswa tidak akan mudah bosan.
- d. Membuat lebih aktif melakukan kegiatan belajar seperti mengamati, melakukan dan mendemonstrasikan dan sebagainya.

Sementara itu kekurangan penggunaan alat peraga dalam pengajaran menurut Sudjana (2005:64) diantaranya :

- a. Memerlukan alat peraga yang cukup banyak. Dalam proses pembelajaran membutuhkan berbagai alat penunjang dalam penggunaan alat peraga.
- b. Banyak waktu yang diperlukan untuk persiapan. Dalam kegiatan proses belajar mengajar banyak waktu yang diperlukan guru untuk mempersiapkan terlebih dahulu.
- c. Membutuhkan perencanaan yang cukup matang.

Alat peraga yang digunakan hendaknya memiliki karakteristik tertentu.

Karakteristik alat peraga menurut Ruseffendi (2006:131) adalah sebagai berikut:

- a. Tahan lama (terbuat dari bahan yang cukup kuat).
- b. Bentuk dan warnanya menarik.
- c. Sederhana dan mudah di kelola (tidak rumit).
- d. Ukurannya sesuai dengan ukuran fisik anak.
- e. Dapat mengajikan konsep matematika (tidak mempersulit pemahaman).
- f. Sesuai dengan konsep pembelajaran.
- g. Dapat memperjelas konsep (tidak mempersulit pemahaman).
- h. Peragaan itu supaya menjadi dasar bagi tumbuhnya konsep berpikir yang abstrak bagi siswa.
- i. Bila kita mengharap siswa belajar aktif (sendiri atau berkelompok) alat peraga itu supaya dapat di manipulasikan , yaitu: dapat diraba, dipegang, dipindahkan, dimainkan, dipasangkan, dicopot, (diambil dari susunannya) dan lain-lain.

Alat peraga yang dapat digunakan terbagi dua jenis yaitu alat peraga benda asli dan benda tiruan. Agar fungsi dan manfaat alat peraga sesuai dengan yang

diharapkan, perlu diperhatikan beberapa syarat menurut Ruseffendi (2006:132) yaitu :

- a. Sederhana bentuknya dan tahan lama (terbuat dari bahan yang tidak cepat rusak).
- b. Kalau bisa dibuat dari bahan yang mudah diperoleh dan murah.
- c. Mudah dalam penyimpanan dan penggunaannya.
- d. Memperlancar pengajaran dan memperjelas konsep dan bukan sebaliknya.
- e. Harus sesuai dengan usia anak.
- f. Jika memungkinkan, dapat digunakan untuk beberapa topik.
- g. Bentuk dan warnanya menarik sehingga lebih menarik perhatian siswa.

### **2.1.3. Materi Sumber Energi**

Pembelajaran ini menyuguhkan kompetensi dan memberi kesempatan kepada Siswa untuk menyajikan ide atau gagasan dalam memecahkan masalah keterbatasan sumber daya energi, baik alternatif yang berdampak pada kehidupan sehari-hari. Inti pembahasan materi ini adalah mengenai permasalahan dari keterbatasan sumber daya energi di kehidupan Siswa. Setelah memahaminya, diharapkan mereka bisa mengamalkan perilaku-perilaku tanggung jawab serta peduli terhadap lingkungan sekitar.

Energi merupakan sesuatu pengertian yang tidak mudah didefinisikan dengan singkat dan tepat. Energi yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan adanya. Energi atau yang sering disebut tenaga, adalah suatu pengertian yang sering sekali digunakan orang. Kita sering mendengar istilah krisis energi yang bermakna untuk menunjukkan krisis bahan bakar (terutama minyak). Bahan bakar adalah sesuatu yang menyimpan energi, jika dibakar akan diperoleh energi panas yang berguna untuk alat pemanas atau untuk menggerakkan mesin.. Jadi boleh dikatakan energi adalah sesuatu kekuatan yang dapat menghasilkan gerak, tenaga, dan kerja.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu tindakan atau pekerjaan (usaha). Kata “Energi” berasal dari bahasa Yunani yaitu “ergon” yang berarti

kerja. Dalam melakukan sesuatu kita selalu memanfaatkan energi, baik secara sadar maupun tidak sadar, Contohnya ketika kita berjalan kita memerlukan energi. Namun setiap kegiatan memerlukan energi dalam jumlah dan bentuk yang berbeda-beda. Energi tidak dapat dilihat namun pengaruhnya dapat dirasakan. Energi dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Contohnya pada setrika terjadi perubahan bentuk dari energi listrik menjadi energi panas.

Berdasarkan Hukum Kekekalan Energi, dapat ditarik kesimpulan bahwa Energi Tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Energi hanya dapat dirubah bentuknya dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Oleh karena itu jumlah total energi dalam suatu sistem hanya akan berubah ketika masuk atau keluarnya suatu energi. Berdasarkan definisi dalam UU RI No. 30 Tahun 2007 Bab I Pasal 1, sumber energi adalah yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi. Adapun sumber daya energi adalah sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan baik sebagai sumber energi maupun sebagai energi.

Berdasarkan ketersediaannya, sumber energi diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu energi terbarukan (*renewable energy*) dan energi tak terbarukan (*nonrenewable energy*). Sumber Energi Terbarukan, adalah sumber energi yang bisa diperbarui sehingga dalam penggunaannya dapat dengan cepat dan mudah didapatkan. Pemanfaatan sumber energi terbarukan dapat dalam jangka waktu yang lama dan berkelanjutan. Sumber energi ini memiliki kelebihan tidak mencemari lingkungan. Contoh: energi matahari/surya, energi panas bumi, energi angin, dan energi air. Sumber Energi tak Terbarukan, adalah sumber energi dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui artinya ketersediaannya di alam ini terbatas karena proses pembentukannya yang memerlukan waktu yang sangat lama. Dalam memanfaatkan energi tak terbarukan harus sangat diperhatikan jumlahnya di alam serta dampaknya bagi lingkungan. Contoh: minyak bumi, gas alam, dan batu bara.

Pemanfaatan energi tak terbarukan yang hingga saat ini masih mendominasi penggunaan energi di Indonesia membuat masalah yang sangat serius dalam hal

ketersediaan cadangan sumber energi tak terbarukan itu sendiri. Cadangan minyak bumi, batu bara, dan gas alam suatu saat akan habis di alam ini jika dari sekarang kita tidak memperhatikan pemanfaatannya secara optimal.

Krisis energi dan berbagai pencemaran yang berdampak sangat negatif bagi lingkungan dan kehidupan manusia mengharuskan kita mencari solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Secara umum solusi untuk mengatasi permasalahan akibat energi yaitu dengan cara penghematan energi dan penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif.

Ada beberapa definisi energi alternatif. Salah satunya menyatakan bahwa energi alternatif adalah energi yang tidak meninggalkan jejak (emisi) karbon. Dalam hal ini, energi alternatif juga meliputi energi nuklir, hidrolistrik dan bahkan gas alam. Definisi lain menyatakan bahwa energi alternatif merupakan energi yang diperoleh dengan metode modern (non-tradisional). Contohnya energi surya, angin, geothermal, biomassa, dan jenis-jenis energi baru lainnya.

Definisi yang lain lagi menyatakan bahwa energi alternatif harus bersifat bersih. Artinya, energi alternatif tidak menghasilkan polutan berbahaya. Dengan definisi ini energi nuklir tidak tergolong energi alternatif karena menghasilkan sampah radioaktif yang sangat berbahaya. Meski merupakan energi fosil, gas kadang disebut bahan bakar energi alternatif pengganti minyak bumi dan batubara. Hal ini karena penggunaan gas ditemukan belakangan. Selain itu, dibandingkan minyak bumi dan batubara, gas jauh lebih bersih dan ramah lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional, pemerintah Indonesia mendefinisikan sumber energi alternatif sebagai jenis sumber energi pengganti BBM. Dari berbagai definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa energi alternatif merupakan bentuk energi yang dapat menggantikan bahan bakar fosil dimasa depan.

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan manusia, hampir semua sendi kehidupan manusia menggunakan energi listrik di dalamnya.

Semakin bertambahnya jumlah penduduk serta semakin pesatnya pertumbuhan

ekonomi dan industri, mengakibatkan kebutuhan listrik semakin tinggi dan untuk pembangkit listrik masih secara konvensional menggunakan bahan bakar fosil, minyak gas dan batu bara yang kian lama semakin menipis dan juga dapat melakukan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasinya diperlukan inovasi dalam hal energi terbarukan. (Suwarti. 2019).

Berbagai macam energi terbarukan yang ada di alam sekitar seperti air, angin dan juga panas matahari yang bisa digunakan sebagai bahan untuk menghasilkan energi listrik. Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki sumber energi panas matahari yang cukup besar. Pemanfaatan panas matahari sebagai sumber energi listrik memiliki beberapa keuntungan yaitu energi mudah didapatkan, minim limbah, diperoleh secara gratis dan ramah lingkungan. (Safrizal. 2017).

Secara umum kita menggunakan energi untuk empat kategori: rumah tangga, komersial, transportasi, dan industri. Keempat kategori tersebut masih sangat bergantung pada energi fosil, khususnya minyak bumi. Jika ketergantungan ini terus berlanjut, suatu saat akan terjadi ketidakseimbangan karena kebutuhan yang semakin meningkat. Oleh karenanya kita segera beralih ke energi alternatif.

Ada beberapa alasan mengapa kita harus segera beralih ke energi alternatif, tiga diantaranya yaitu menipisnya cadangan minyak bumi, ketidakstabilan harga minyak karena konsumsi lebih besar daripada produksi dan meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida dan polutan lain di atmosfer akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Jadi, penggunaan energi alternatif memiliki fungsi strategis sebagai antisipasi krisis dan kelangkaan energi, menyiasati gejolak ekonomi yang mungkin terjadi, serta pelestarian lingkungan hayati dan nonhayati. (Bambang Ruswanto. 2020)

#### **2.1.4. Konversi Energi Panas-Listrik**

Perkembangan teknologi memberikan pengaruh terhadap kebutuhan tenaga listrik yang semakin meningkat, baik di bidang industri maupun kebutuhan listrik rumah

tenaga. Peningkatan kebutuhan tenaga listrik juga harus diimbangi dengan keandalan sistem tenaga listrik, dalam hal ini adalah ketersediaan daya. Daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup untuk melayani kebutuhan tenaga listrik dari konsumen (Syahrial., Sawitri, Kania., & Gemahapsari, 2017).

Menurut Pujianto (2016:197), energi listrik merupakan energi yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Energi listrik dapat diubah menjadi berbagai macam energi misalnya, seperti penggunaan lampu pijar yang mengubah energi kinetik menjadi energi cahaya dan energi kalor, penggunaan kipas angin yang mengubah energi listrik menjadi energi angin, dan penggunaan setrika yang mengubah energi listrik menjadi energi panas.

Menurut Culp (1996:4) menjelaskan bahwa energi listrik merupakan jenis energi yang berhubungan dengan arus dan akumulasi elektron. Energi jenis ini biasanya dinyatakan dalam satuan daya dan waktu, seperti watt-jam atau kilowatt-jam. Aliran elektron merupakan bentuk transisional dari energi listrik. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan induksi. Energi medan elektrostatik merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan (elektron) pada pelat-pelat kapasitor. Energi medan induksi adalah energi yang berkaitan dengan medan magnet akibat aliran elektron yang melalui kumparan induksi.

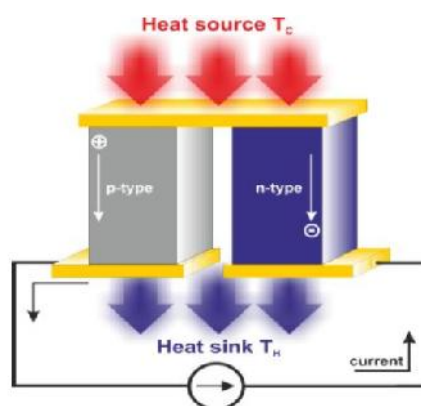
Beberapa sistem konversi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik sering disebut sebagai pengubah energi langsung (*direct-energy converter*). Energi panas dapat langsung diubah menjadi energi listrik, misalnya dalam konverter termoelektrik (*thermoelectric converter*) dan konverter termionik (*thermionic converter*). (Culp, 1996:385-386).

Generator termoelektrik adalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam. Termoelektrik merupakan konversi langsung dari energi panas menjadi energi listrik. Termoelektrik didasarkan pada sebuah

efek yang disebut efek Seebeck, yang pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh Thomas Johann Seebeck. Prinsip kerja dari efek Seebeck yang bekerja pada pembangkit termoelektrik adalah jika ada dua buah material atau lempeng logam yang tersambung berada pada lingkungan dengan suhu yang berbeda maka di dalam material atau lempeng logam tersebut akan mengalir arus listrik. Teknologi termoelektrik relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama dan bisa digunakan dalam skala yang besar (Lubis, 2017).

Berdasarkan perkembangannya elemen termoelektrik terbagi menjadi dua jenis berdasarkan kegunaannya, yaitu sebagai pendingin *Thermoelectric Cooler* (TEC) dan sebagai pembangkit listrik atau generator, *Thermoelectric Generator* (TEG). TEG adalah suatu pembangkit listrik yang didasarkan pada penerapan efek seebeck yang memanfaatkan perbedaan temperatur. Pada prinsipnya antara TEC dan TEG keduanya menggunakan peltier, namun yang menjadi perbedaan mendasar adalah ketahanan terhadap menahan panas yang dimiliki TEG jauh lebih besar karena telah dibuat dari bahan yang tahan panas (Baharuddin & Hariyanto, 2015).

Prinsip kerja dari TEG adalah berdasarkan efek Seebeck yaitu “jika 2 (dua) buah material semikonduktor yang berbeda disambungkan pada salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang ujung yang lain”.



**Gambar 1.** Struktur TEG

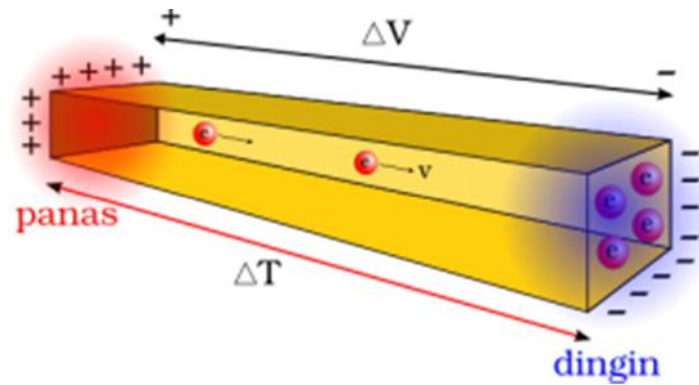


Struktur TEG dapat dilihat pada Gambar 1. tersebut menunjukkan struktur TEG yang terdiri dari susunan elemen tipe-N (material kekurangan *electron*) dan tipe-P (material kelebihan *electron*). Panas masuk pada salah satu sisi TEG dan panas tersebut dibuang melalui sisi lainnya. Proses transfer panas tersebut menghasilkan suatu tegangan yang melewati sambungan struktur TEG dan besarnya tegangan yang dihasilkan sebanding dengan perbedaan temperatur. Sedangkan Gambar 2, adalah modul TEG yang ada di pasaran.



**Gambar 2.** Modul TEG

Untuk dapat mudah memahami fenomena ini bayangkan kita memiliki sebatang logam, tembaga misalnya. Kita panaskan salah satu ujung tembaga dengan lilin dan membiarkan ujung lainnya pada suhu ruangan. Pada ujung tembaga yang dipanasi, elektron-elektron yang ada di sana mendapat energi tambahan dari api lilin sehingga memiliki energi yang tinggi dan dengan cepat bergerak ke arah ujung tembaga lainnya yang lebih dingin. Sebagai akibat dari banyaknya elektron yang berpindah menuju ujung dingin terjadilah penumpukan elektron di ujung tembaga yang dingin. Penumpukan elektron di ujung tembaga yang dingin meninggalkan ion-ion positif logam di ujung tembaga yang panas, sehingga ujung tembaga yang panas menjadi memiliki energi potensial tinggi (kutub positif) dan ujung tembaga yang dingin memiliki potensial yang lebih rendah (kutub negatif). Perbedaan potensial antar ujung tembaga inilah yang menimbulkan tegangan listrik (Voltage).



**Gambar 3.** Elektron-elektron bergerak dari ujung panas menuju ujung dingin, menciptakan perbedaan potensial diantara ujung-ujung batang tembaga

Salah satu hal yang penting dalam pembangkit listrik termoelektrik adalah materialnya. Material yang digunakan sebagai material termoelektrik umumnya menggunakan bahan yang bersifat semikonduktor. Material semikonduktor, seperti juga material-material lainnya terdiri atas atom-atom yang berukuran sangat kecil. Atom-atom ini terdiri atas nukleus (inti) yang dikelilingi oleh sejumlah elektron. Nukleus sendiri terdiri atas neutron dan proton. Proton bermuatan positif, elektron bermuatan negatif, sedangkan neutron netral. Elektron-elektron yang mengelilingi nukleus ini tersebar pada beberapa lapisan kulit dengan jarak tertentu dari nukleus, dimana energinya semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jarak dari setiap lapisan kulit terhadap nukleus. Elektron pada lapisan terluar disebut elektron valensi. Aktifitas kimiawi dari sebuah unsur terutama ditentukan oleh jumlah elektron valensi ini.

Unsur-unsur pada tabel periodik telah disusun sedemikian rupa berdasarkan jumlah elektron valensinya. Silikon (Si) dan Germanium (Ge) berada pada golongan IV A karena memiliki empat elektron valensi pada kulit terluarnya, sehingga disebut juga semikonduktor dasar (*elemental semiconductor*). Sedangkan Gallium Arsenik (GaAs) masing-masing berada pada golongan III A dan V A, sehingga dinamakan semikonduktor gabungan (*compound semiconductor*).

Atom-atom silikon yang berdiri sendiri dapat digambarkan sebagai lambang unsur (Si) dengan empat buah garis kecil yang terpisah. Saat atom-atom ini berdampingan cukup, elektron valensinya akan berinteraksi untuk menghasilkan kristal. Struktur akhir kristalnya sendiri adalah dalam konfigurasi tetrahedral sehingga setiap atom memiliki empat atom lainnya yang berdekatan. Elektron-elektron valensi dari setiap atom akan bergabung dengan elektron valensi dari atom didekatnya, membentuk apa yang disebut ikatan kovalen. Salah satu sifat penting dari struktur ini adalah bahwa elektron valensi selalu tersedia pada tepi luar kristal sehingga atom-atom silikon lain dapat terus ditambahkan untuk membentuk kristal yang lebih besar.

Pada suhu 0 K, setiap elektron berada pada kondisi energi terendahnya, sehingga posisi pada tiap ikatan akan terisi penuh. Apabila sebuah medan listrik kecil diberikan pada struktur, elektron-elektron ini tidak akan bergerak, karena mereka akan tetap meloncat kembali pada atom individualnya. Karenanya, pada suhu 0 K silikon akan menjadi sebuah isolator, dimana tidak ada aliran muatan didalamnya.

Saat atom-atom silikon bergabung untuk membentuk sebuah kristal, elektron-elektronnya akan menempati pita energi tertentu yang diperbolehkan. Apabila suhu ditingkatkan, elektron valensinya dapat memperoleh tambahan energi thermal. Beberapa elektron mungkin memperoleh cukup energi thermal untuk memutuskan ikatan kovalen dan keluar dari posisi awalnya. Untuk memutuskan ikatan kovalen ini, elektron tersebut mesti memperoleh sejumlah energi minimum,  $E_g$ , atau sering juga disebut energi *bandgap*.

Elektron yang memperoleh energi minimum ini sekarang berada pada pita konduksi dan dikatakan menjadi elektron bebas. Elektron bebas ini didalam pita konduksi dapat berpindah-pindah sepanjang struktur. Jumlah aliran elektron pada pita konduksi inilah yang lalu akan menghasilkan arus. (Neamen, Donald A. 2007).

### **2.1.5. Kemampuan Berpikir Kreatif**

Proses pemecahan masalah tugas utama pendidikan salah satunya mengajarkan siswa bagaimana cara berpikir yang tepat, untuk menumbuhkan berpikir yang tepat maka dibutuhkan keterampilan berpikir. Salah satu keterampilan berpikir adalah keterampilan berpikir kreatif. Menurut Association of American Colleges & Universities (2007) Berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menggabungkan atau mensintesis ide, gambar, atau keahlian yang ada dalam cara-cara orisinal dan pengalaman berpikir, bereaksi, dan bekerja dengan cara imajinatif yang ditandai dengan inovasi tingkat tinggi, pemikiran divergen, dan pengambilan resiko. Pemikiran kreatif akan timbul setelah banyak penyelidikan dan analisis untuk memecahkan masalah sebagai bukti bahwa mereka telah menguasai pengetahuan dengan melintasi batas-batas bidang ilmu pengetahuan (Desmarais, 2012).

Seseorang yang telah memiliki kemampuan berpikir kreatif biasanya dapat menghasilkan penyelesaian masalah yang berbeda dari yang ada. Hal ini sejalan dengan pendapat Fitriani, N., Gunawan, G., dan Sutrio (2017) bahwa kemampuan berpikir kreatif yang dimiliki siswa adalah kemampuan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dari pengetahuan yang dimilikinya untuk menemukan banyak kemungkinan jawaban terhadap suatu masalah. Munandar (2009) menyebutkan ciri-ciri orang yang memiliki kemampuan berpikir kreatif yang tinggi yaitu: 1) memiliki dorongan ingin tahu yang besar, 2) sering mengajukan pertanyaan yang baik, 3) sering mengemukakan banyak gagasan dan usul terhadap suatu masalah, 4) bebas dalam menyatakan pendapat, 5) menonjol dalam salah satu bidang seni, 6) memiliki pendapat sendiri dan mampu mengutarakannya, 7) tidak mudah terpengaruh orang lain, 8) daya imajinasi kuat, 9) memiliki tingkat orisinalitas yang tinggi, 10) dapat bekerja sendiri, 11) senang mencoba hal-hal yang baru. Baer (1993) menjelaskan bahwa ada empat indikator berpikir kreatif seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Indikator Berpikir Kreatif

<b>Indikator</b>	<b>Perilaku</b>
Kemampuan berpikir lancar ( <i>Fluency</i> )	Kemampuan ini ditunjukkan oleh perilaku peserta didik seperti mengajukan banyak pertanyaan, lancar dalam mengungkapkan gagasannya dan berpikir lebih cepat dari biasanya
Kemampuan berpikir luwes ( <i>Flexibility</i> )	Kemampuan ini ditunjukkan oleh perilaku peserta didik yang dapat menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang baru dan dapat melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda
Kemampuan berpikir orisinal ( <i>Originality</i> )	Kemampuan ini ditunjukkan oleh perilaku peserta didik yang memiliki cara berpikir lain dari yang lain dan mencari pendekatan yang baru dimana setelah membaca dan mendengar gagasan-gagasan, peserta didik bekerja untuk menemukan penyelesaian yang baru
Kemampuan merinci ( <i>Elaboration</i> )	Kemampuan ini ditunjukkan oleh perilaku peserta didik seperti mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci dan mengembangkan gagasan orang lain.

Melalui indikator berpikir kreatif yang telah dijabarkan, seseorang dapat dikatakan memiliki kemampuan berpikir kreatif apabila telah memenuhi indikator-indikator kemampuan berpikir kreatif. Indikator-indikator tersebut yang akan dijadikan sebagai tolak ukur bagi peserta didik apakah sudah memiliki kemampuan berpikir kreatif pada saat sedang menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam pembelajaran fisika.

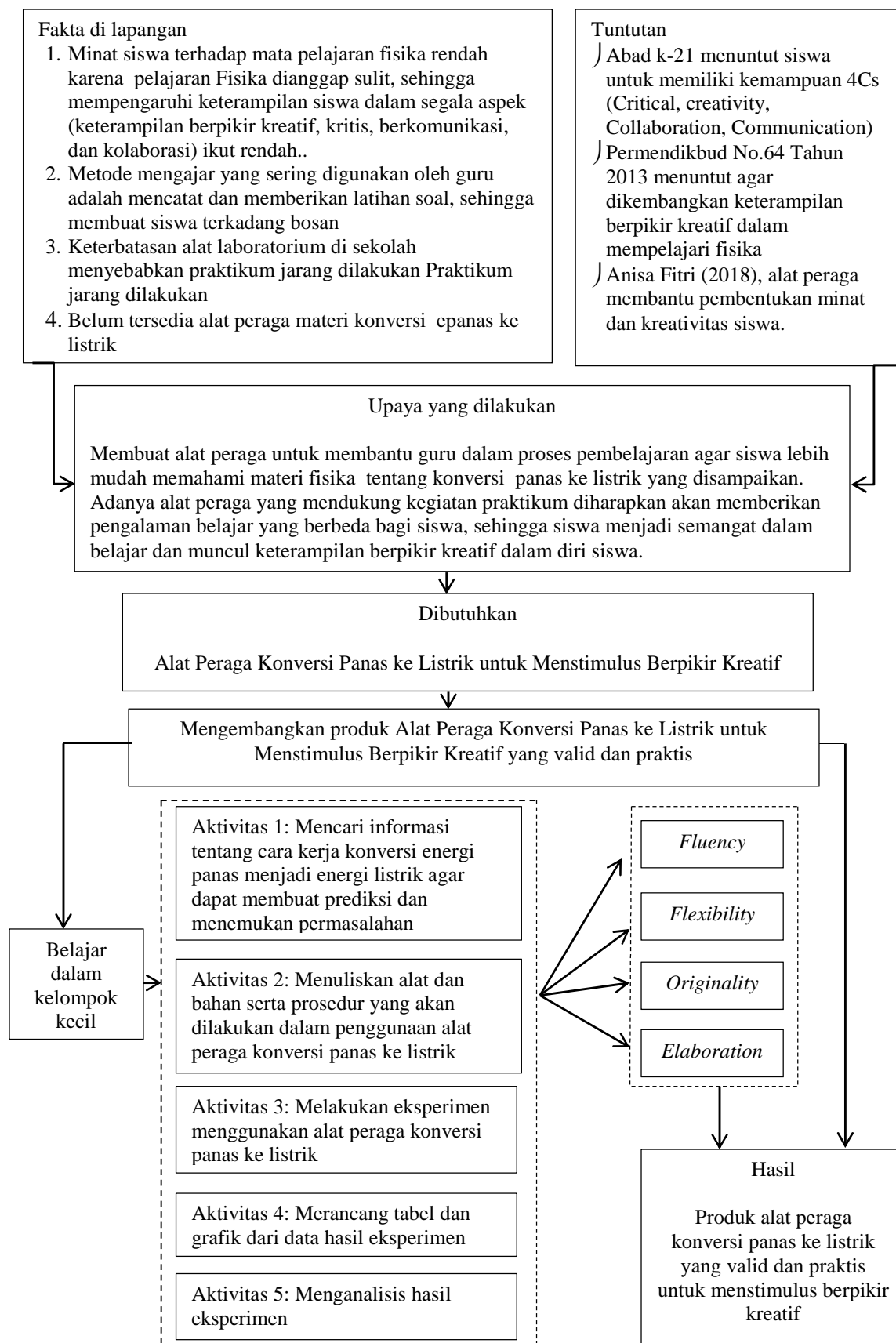
Siswono (2008) mengategorikan kemampuan berpikir kreatif ke dalam 5 tingkat berpikir kreatif yaitu tingkat 4 (sangat kreatif), tingkat 3 (kreatif), tingkat 2 (cukup kreatif), tingkat 1 (kurang kreatif), dan tingkat 0 (tidak kreatif). Siswa berada pada tingkat 4 jika siswa mampu memenuhi 3 komponen indikator berpikir kreatif (*fluency*, *flexibility*, dan *originality*), siswa berada pada tingkat 3 jika siswa memenuhi dua komponen indikator berpikir kreatif (*fluency* dan *flexibility* atau *fluency* dan *originality*), siswa berada pada tingkat 2 jika siswa memenuhi 1 komponen indikator berpikir kreatif (*originality* atau *flexibility* saja), siswa berada pada tingkat 1 jika siswa hanya memenuhi indikator *fluency* saja dan siswa berada pada tingkat 0 jika siswa tidak memenuhi semua indikator berpikir kreatif.

### **2.1.6. Keterkaitan Alat Peraga dengan Keterampilan Berpikir Kreatif**

Alat peraga adalah media yang digunakan untuk membantu menerangkan suatu konsep. Adanya alat peraga yang mendukung kegiatan dalam pembelajaran, diharapkan akan memberikan pengalaman belajar yang berbeda bagi siswa, sehingga siswa menjadi semangat dalam belajar dan muncul kemampuan dalam diri siswa salah satunya yaitu kemampuan berpikir kreatif. Soeparmi dan Yunianto (2020) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa dengan menggunakan alat peraga akan memperoleh banyak manfaat, diantaranya adalah guru akan jadi lebih mudah mengerti akan materi yang disampaikan, guru menjadi lebih mudah dalam menyampaikan materi ke siswa serta memunculkan daya kreasi, inovasi dan kemampuan kerjasama yang baik.

Kreatifitas siswa muncul ketika siswa mencoba sendiri alat peraga. Pada saat mencoba, setiap siswa akan terstimulus untuk merumuskan penggunaan alat peraga tersebut sesuai dengan pemikirannya masing-masing, kemudian dari rumusan itu akan menghasilkan ide, gagasan, jawaban, atau pertanyaan baru lainnya, setiap siswa melihat permasalahan dari sudut pandang yang berbeda-beda. Setelah itu siswa akan memiliki cara berpikir lain dari yang lain dan mencari pendekatan yang baru untuk menemukan penyelesaian permasalahan sesuai dengan versinya.

## 2.2. Kerangka Pemikiran



**Gambar 4.** Kerangka Pemikiran

### 2.3. Penelitian yang Relevan

Tabel di bawah ini menunjukkan beberapa penelitian yang relevan.

**Tabel 2.** Penelitian yang Relevan

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil
1	(Pradana,dkk, 2021)	Perancangan Purwarupa Pembangkit Termoelektrik sebagai Media Pembelajaran Konversi Energi	Penelitian ini menghasilkan purwarupa yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran konversi energi. Dari penelitian ini dibuktikan bahwa hubungan antara perbedaan suhu permukaan termoelektrik berbanding lurus dengan tegangan yang dihasilkan.
2	(Rifky, R., Fikri, A., dan Mujirudin, 2021)	Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Thermoelektrik	Variabel dalam penelitian ini adalah susunan sambungan generator termoelektrik (seri dan paralel). Hasil penelitian memberikan simpulan bahwa daya yang dihasilkan dari susunan seri lebih besar dibandingkan dengan susunan paralel. Hubungan perbedaan temperatur terhadap tegangan listrik, arus listrik, serta daya listrik adalah linear untuk kedua sistem susunan sambungan.
3	(Harfi dan Suntajaya, 2020)	Perancangan dan Analisa Alat Pengubah Energi Panas menjadi Energi Listrik dengan Prototype Thermoelectric Generator dengan Varian Fluida Panas dan Fluida Dingin	Pengujian dilakukan dengan menggunakan minyak tanah, lilin, spirtus sebagai media pemanas dan menggunakan air, es, oli pelumas sebagai media pendingin. Hasil yang diperoleh spirtus menjadi media pemanas yang paling baik dan es memiliki kemampuan media pendingin yang paling baik dibandingkan oli dan air. Melalui pengujian ini dapat disimpulkan bahwa hubungan antara temperatur dan tegangan berbanding lurus.

**Tabel 3.** Kebaruan Penelitian

Penelitian 1	)	Menggunakan satu TEG
	)	Menggunakan wadah pembakaran disisi atas
	)	Menggunakan wadah pendingin disisi bawah
	)	Menggunakan heatsink sebagai penahan pelepas panas
	)	Menggunakan DC Boost Step Up untuk menaikkan tegangan keluaran
Penelitian 2	)	Menggunakan variasi susunan pada termoelektrik yaitu susunan seri dan susunan paralel
	)	Menggunakan plat alumunium sebagai penyerap panas matahari



---

	) Menggunakan plat yang dialiri fluida sebagai pendingin
	) Sistem TEG nya ditempatkan pada atap model bangunan dan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya
Penelitian 3	) Menggunakan variasi fluida sebagai pemanas dan pendinginnya
	) Menggunakan satu TEG
	) Menggunakan <i>volt regulator</i> untuk menstabilkan tegangan keluaran
Penelitian Saya	) Menggunakan dua TEG yang dirangkai seri
	) Menggunakan Step Up volt regulator untuk menstabilkan tegangan keluaran
	) Menggunakan wadah berbentuk kotak bening sebagai sistemnya
	) Menggunakan air mendidih sebagai sumber panas
	) Menggunakan air dingin sebagai pendingin
	) Menggunakan <i>thermometer waterproof</i> sebagai penunjuk suhu
	) Menggunakan lampu LED 5V sebagai indikator keluaran energi listrik

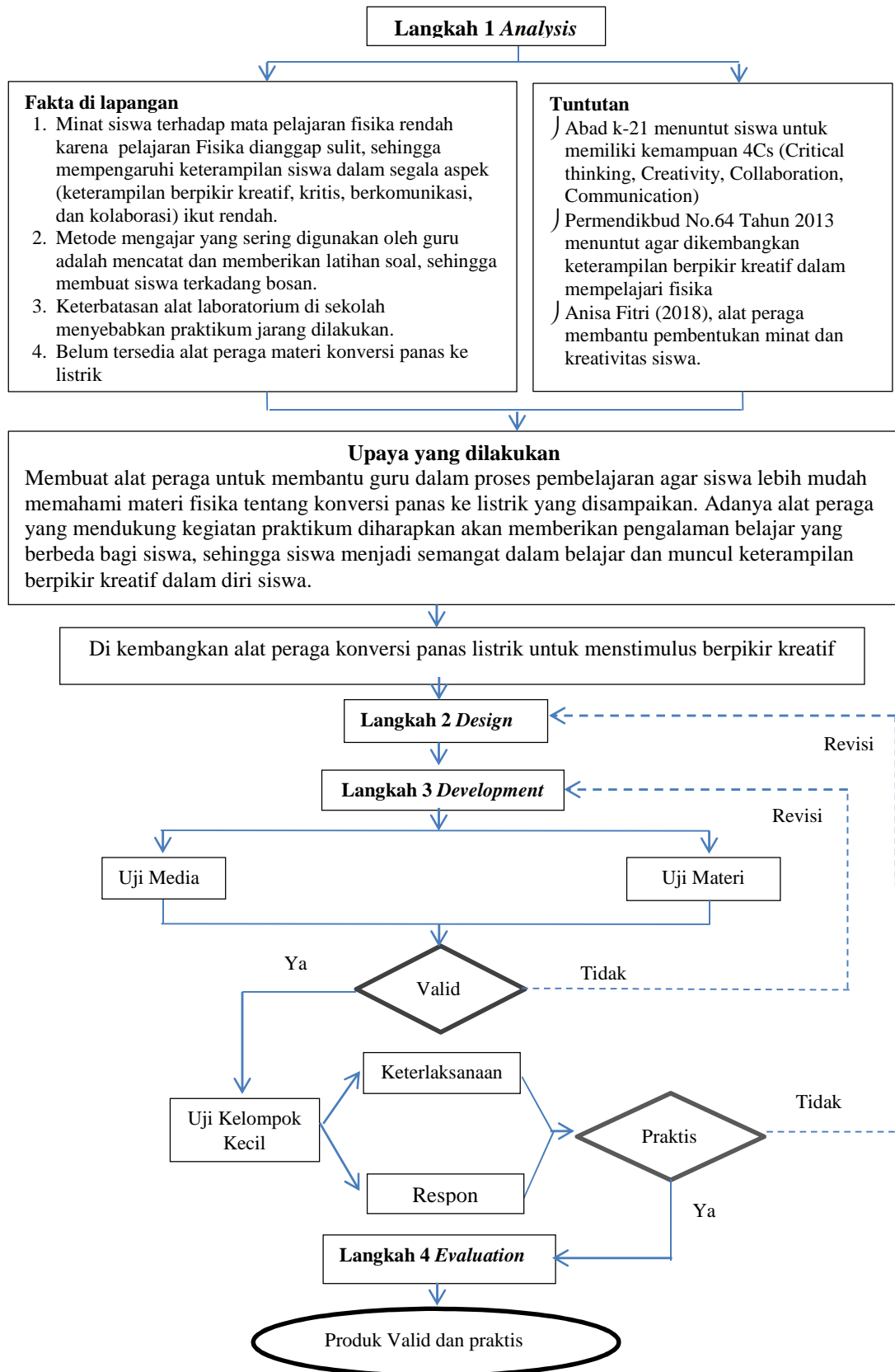
---

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk yang berguna dalam bidang pendidikan. Pengembangan yang dimaksud pada penelitian ini adalah membuat alat peraga konversi panas ke listrik dengan memanfaatkan TEG untuk menstimulus keterampilan berpikir kreatif.

Dalam penelitian ini, *mix methods* merupakan metode analisis data yang digunakan. Model penelitian ini menggunakan *Design and Development Research* (DDR) yang diadaptasi dari Richey and Klien (2007) yang menyatakan bahwa pendekatan DDR adalah pendekatan yang sistematis dan melibatkan beberapa proses, yaitu diantaranya proses analisis, desain dan pengembangan serta evaluasi yang didasarkan pada penelitian empiris. Prosedur penelitian pengembangan merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk membuat suatu produk. Prosedur penelitian yang digunakan mengadaptasi prosedur penelitian menurut Richey dan Klein (2007) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis*, *design*, *development*, dan *evaluation* adaptasi dari. Prosedur penelitian pengembangan dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.** Prosedur Penelitian

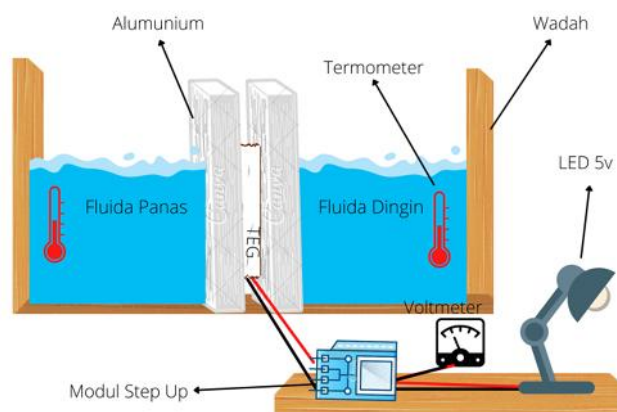
Berdasarkan bagan diatas dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap analisis, kegiatan yang dilakukan adalah observasi di SMA Al-Huda, Lampung selatan. Analisis kebutuhan dilakukan dengan wawancara dan pengisian kuisioner kepada peserta didik dan guru fisika kelas XII. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah pada sekolah tersebut. Informasi yang diperoleh berdasarkan analisis kebutuhan menjadi dasar peneliti melakukan penelitian. Analisis kebutuhan menggali informasi mengenai penggunaan media pembelajaran, ketersediaan KIT alat peraga, pelaksanaan kegiatan praktikum, dan penilaian hasil belajar peserta didik. Kemudian, data yang diperoleh pada studi pendahuluan ini dianalisis dan dijadikan dasar untuk penelitian yang akan dilakukan.

### 2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap kedua penelitian pengembangan ialah melakukan perancangan kerangka. Produk dibuat berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dan indikator yang ingin dicapai, yaitu peraga konversi panas-listrik untuk meningkatkan berpikir kreatif. Peraga dikembangkan untuk materi energi alternatif kelas XII semester 2. Pada tahap ini dilakukan untuk mendesain kerangka alat peraga. Berikut desain kerangka alat peraga yang akan dibuat:



**Gambar 6.** Desain Alat Peraga

### 3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada Tahap ini merupakan perancangan dan pembuatan produk berupa alat peraga sederhana sebagai pendukung pembelajaran. Tahap *development* yang

akan menghasilkan alat peraga dan petunjuk penggunaan. Produk yang dikembangkan, divalidasi oleh validator, yang terdiri dari ahli media dan ahli konten Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru fisika SMA. Validator melakukan uji validasi yang terdiri dari uji media dan uji materi.

#### 4. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan alat peraga dengan tujuan untuk menyempurnakan produk dengan melakukan revisi berdasarkan saran perbaikan atau masukan dari para ahli. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi keberhasilan produk alat peraga hingga dapat dikatakan layak, valid dan praktis.

### **3.2. Instrumen Penelitian**

Instumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu pedoman instrument analisis kebutuhan, wawancara dan lembar observasi pengguna.

#### 1. Analisis Kebutuhan

Tahapan pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan peserta didik. Analisis kebutuhan dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai alat yang akan dikembangkan dan mengetahui sejauh mana diperlukannya media alat peraga pada materi konversi energi bagi peserta didik. Analisis kebutuhan dilakukan dengan penyebaran angket kuisisioner dan wawancara kemudian dijadikan sebagai landasan dalam penyusunan latar belakang.

#### 2. Pedoman Wawancara

Wawancara berfungsi sebagai alat pengumpul data yang dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan informasi mengenai proses pembelajaran yang digunakan guru ketika mengajarkan materi konversi energi serta mengetahui media yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran di kelas. Selain itu, wawancara digunakan untuk mengetahui tanggapan siswa dan guru mengenai alat peraga yang akan dibuat dan digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

### 3. Angket

Angket digunakan untuk mengetahui tingkat kevalidan alat peraga sebagai media pembelajaran dan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap alat peraga. Angket diberikan kepada 4 (tiga) uji ahli dan 5 (lima) mahasiswa, angket yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

#### a) Angket Uji Validasi

Angket ini bertujuan untuk dapat mengetahui tingkat kevalidan alat peraga sehingga dapat memberikan informasi bahwa alat peraga valid atau tidak digunakan sebagai pendamping guru dalam kegiatan pembelajaran. Angket ini diberikan kepada tiga uji ahli. Validitas produk yang terdiri dari beberapa aspek uji ahli yang meliputi uji ahli pada aspek materi, uji ahli pada aspek ilustrasi, uji ahli pada aspek kualitas dan tampilan media, uji ahli pada aspek daya tarik, dan uji ahli pada aspek ketersediaan alat dan bahan. Sistem penskoran menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent (2011:131) dengan menggunakan empat buah pilihan yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Skala Likert pada Angket Uji Ahli

No	Aspek yang Diamati	Skor			
		4	3	2	1
1	Materi	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
2	Ilustrasi	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
3	Kualitas dan Tampilan Media	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
4	Daya Tarik	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
5	Ketersediaan Alat dan Bahan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

#### b) Angket Tanggapan Peserta Didik

Angket ini bertujuan untuk mengetahui pendapat peserta didik tentang alat peraga yang digunakan dapat membantu peserta didik memahami materi konversi energi dengan mudah atau tidak. Sistem penskoran

menggunakan angket respon terhadap penggunaan produk yang diadaptasi Festiana, dkk (2019) menjadi 5 pilihan yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Angket tanggapan peserta didik terhadap penggunaan produk

No	Aspek yang Diamati	Skor			
		4	3	2	1
1	Keberfungsian Alat Peraga	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
2	Kepraktisan Penggunaan Alat Peraga	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
3	Kemudahan Penggunaan Alat Peraga	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
4	Kemenarikan Alat Peraga	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

Angket respon diisi oleh 5 peserta didik yang bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik setelah menggunakan alat peraga. . Sistem penskoran pada angket respon ini menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent, (2011:131) dengan menggunakan empat buah pilihan yang disajikan pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Skala Likert pada angket respon peserta didik

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang baik	2
Tidak baik	1

### 3.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian pengembangan ini adalah dengan cara menganalisis hasil skala uji validitas dan penilaian angket tanggapan peserta didik terhadap penggunaan produk yang dikembangkan.

#### 1. Uji Validitas

Uji validitas alat peraga digunakan untuk mendapatkan data kevalidan alat peraga sebagai media pembelajaran yang dikembangkan. Data kevalidan

diperoleh dari penilaian oleh uji ahli. Analisis skala uji ahli yang terdiri dari beberapa aspek uji ahli yang meliputi uji ahli pada aspek materi, uji ahli pada aspek ilustrasi, uji ahli pada aspek kualitas dan tampilan media, uji ahli pada aspek daya tarik, dan uji ahli pada aspek ketersediaan alat dan bahan memiliki empat pilihan skor jawaban yang sesuai dengan konten pertanyaan. Instrumen yang digunakan memiliki empat pilihan jawaban, sehingga skor penilaian total dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$S_p = \frac{juhs_pain}{juhn_sit} \times 4$$

Data yang diperoleh dari hasil uji validasi dapat diketahui kriterianya berdasarkan skor yang ditampilkan pada Tabel 7 berikut ini.

**Tabel 7.** Skor penilaian terhadap pilihan jawaban

No	Aspek yang Diamati	Skor			
		4 3,26 - 4,00	3 2,51 - 3,25	2 1,76 - 2,50	1 1,00 - 1,75
1	Materi	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
2	Ilustrasi	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
3	Kualitas dan Tampilan Media	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
4	Daya Tarik	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
5	Ketersediaan Alat dan Bahan	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid

## 2. Analisis Data Respon

Analisis data respon diperoleh dari angket respon yang diisi oleh peserta didik. Kemudian dari hasil analisis data respon peserta didik dan dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$N = \frac{\Sigma}{S} \times 100\%$$



Keterangan :

$N$  = Nilai persen yang dicari

$\Sigma$  = Jumlah skor penilaian

$S$  = Skor maksimum

Hasil analisis kemudian dikelompokkan menurut persentase jawaban yang mengacu pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8.** Klasifikasi tingkat pencapaian

<b>Tingkat Pencapaian</b>	<b>Kualitatif</b>
90% - 100%	Sangat Baik
75% - 89%	Baik
65% - 74%	Cukup
55% - 64%	Kurang baik
0% - 54%	Sangat kurang

(Suswanto, 2011)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Alat peraga konversi energi yang dikembangkan peneliti merupakan alat peraga yang dapat mengubah energi panas menjadi energi listrik. Alat ini menggunakan TEG sebagai bahan utama dalam melakukan konverter energinya. Prinsip kerja dari alat peraga ini yaitu memanfaatkan perbedaan temperatur dari kedua sisi TEG untuk menghasilkan energi listrik. Semakin besar perbedaan temperturnya maka semakin besar pula tegangan dan arus listrik yang dihasilkan
2. Alat peraga konversi panas ke listrik dinyatakan valid melalui 6 aspek penilaian yaitu materi, ilustrasi, kualitas dan tampilan media, daya Tarik, ketersediaan alat dan bahan, kreatifitas. Berdasarkan 6 aspek tersebut diperoleh nilai rata-rata akhir sebesar 3,61 yang dipersentasekan sehingga menjadi 90,25% dengan kategori validitas sangat valid.
3. Alat peraga ini dinyatakan praktis berdasarkan 4 aspek penilaian uji kepraktisan dari angket observasi pengguna yang digunakan pada uji kelompok kecil yaitu keberfungsian, kepraktisan, kemudahan, kemenarikan. Dari keempat aspek penilaian tersebut diperoleh nilai rata-rata akhir sebesar 3,51 yang dipersentasekan sehingga menjadi 87,75% dengan kategori sangat baik atau sangat praktis. Uji kepraktisan dari angket respon pengguna memperoleh nilai rata-rata sebesar 83% dengan kategori baik.

4. Berdasarkan penelitian, melalui uji stimulus keterampilan berpikir kreatif terhadap lima pengguna di dapatkan hasil rata-rata 78% sehingga alat peraga ini dapat menstimulus siswa untuk melatih keterampilan nya dalam berpikir kreatif sesuai indikator keterampilan berpikir kreatif.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut.

1. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan sumber panas yang lebih stabil agar energi listrik yang dihasilkan lebih tahan lama.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan lebih banyak termoelektrik sehingga listrik yang dihasilkan juga akan lebih besar.
3. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan uji coba dalam kelompok besar sehingga data yang didapat akan lebih akurat. Uji kelompok besar dapat dilakukan dilaboratorium maupun di tempat lain.
4. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk menduplikasi alat lebih banyak sehingga tidak hanya digunakan sebagai alat peragaan tetapi dapat juga digunakan sebagai alat praktikum di dalam kelas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akinsola, M. K. (2014). Effects of Mnemonic and Prior Knowledge Instructional Strategies on Students Achievement In Mathematics. *International Journal of Education and Research*, 2(7), 675–688.
- Association American Colleges & Universities. (2007). Rubrics. Retrieved January. Online. 19.
- Asyhar, R. (2011). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Gaung Persada (GP) Press Jakarta.
- Baer, J. (1993). *Creativity and divergent thinking: A task-specific approach*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Baharuddin, & Hariyanto, A. (2015). Konversi Energi Panas Penggerak Utama Kapal Berbasis Thermoelektrik. *Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 18(1), 1–12.
- Borg, D. W., Gall, Joyce P., D., & Gall, M. D. (2002). *Education Research*. Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Cheung, C.-K. (2009). *Media Education in Asia*. Springer Netherlands.
- Collette, A. T. & Chiappette, E. L. (1994). *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Culp, A. W. (1996). *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.
- Desmarais, S. (2012). *Changing Lives Improving Lives*. Kanada: University Geulph.
- Festiana, I., Herlina, K., Kurniasari, L. S., dan Haryanti, S. S. (2019). Damping Harmonic Oscillator ( DHO ) for learning media in the topic damping harmonic motion Damping Harmonic Oscillator ( DHO ) for learning media in the topic damping harmonic motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 032062.
- Fitri, A. (2018). Pengembangan Alat Peraga Optik Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Prosiding Seminar Nasional*

*Lembaga Penelitian Dan Pendidikan Mandala.*

- Fitriani, N., Gunawan, G., dan Sutrio, S. (2017). Berpikir Kreatif dalam Fisika dengan Pembelajaran Conceptual Understanding Procedures (CUPs) berbantuan LKPD. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(1), 24–33.
- Giancoli, D. C. (2011). *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh 1 Jilid* (Terjemahan Irzam Hardiansyah). Erlangga: Jakarta.
- Harfi, R., dan Suntajaya, B. J. (2020). Perancangan dan Analisa Alat Pengubah Energi Panas Menjadi Energi Listrik dengan Prototype Thermo Electric Generator dengan Varian Fluid Panas dan Fluida Dingin. *Presisi*, 22(1), 1–9.
- Lubis, A. (2017). Energi Terbarukan Dalam Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 155–162.
- Munandar, U. (2009). *Pengembangan Kreativitas anak berbakat*. Rineka Cipta.
- Neamen, Donald A. (2007). *Microelectronics : Circuit Analysis dan Design. 3rd ed.* NY : McGraw-Hill.
- Ongardwanich, N., Kanjanawasee, S., T. (2015). Development of 21st Century Skill Scale as perceived by students. *Procedia – Social and Behaviour Sciences*, 737–741.
- Permendikbud. (2016). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Pradana, A. B., Irawan, F., Wisnu, A., Saputra, B. D., Subakti, G., Yusuf, M., Yunita, T. R. (2021). Perancangan Purwarupa Pembangkit Termoelektrik Sebagai Media Pembelajaran Konversi Energi. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1), 14–19.
- Pujianto. (2016). *Buku Guru Fisika untuk SMA/MA Kelas X Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam*. PT Intan Pariwara.
- Ratumanan, T., dan Laurent, T. (2011). *Penilaian Hasil Belajar Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Richey, R. C., dan Klein, J. D. (2007). *Design and Developoment Research Method, Strategies, and Issues*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Rifky, R., Fikri, A., dan Mujirudin, M. (2021). Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 60–65.

- Ruseffendi, E. T. (2006). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Ruswanto, Bambang. (2020). *Fisika SMA kelas XII*. Jakarta: Yudhistira.
- Samudra, G. B., Suastra, I. W., & Suma, K. (2014). Permasalahan-permasalahan yang dihadapi siswa SMA di kota singaraja dalam mempelajari fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1).
- Sandy, A., Taufiq, R., Yohannes, D., & Iqbal, R. (2019). Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator. *Jurnal Teknik Elektro Untar*.
- Schwab, K. (2019). *Revolusi Industri Keempat*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Siswono, T. E. Y. (2008). Penjenjangan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Identifikasi Tahap Berpikir Kreatif Siswa dalam Memecahkan dan Mengajukan Masalah Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika "Mathedu. Online"*. 15(1).
- Soeparmi, S., & Yuniarto, M. (2020). Optimalisasi Alat Peraga Materi Kelistrikan Bagi Guru IPA SMP Muhammadiyah di Sukoharjo. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Seni Bagi Masyarakat)*, 9(1), 48–52.
- Sudjana, N. (2005). *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sulitrayanti, N. K., Saehana, S., & Jarnawi, M. (2021). Perbedaan Pendekatan Kontekstual Berbantuan Alat Peraga dengan Pendekatan Scientific Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*, 9(December), 72–78.
- Suwarti. (2019). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi Polines*, 14(3).
- Suwastono. (2011). Pengembangan Pembelajaran E-Learning Berbasis Moodle pada Mata Kuliah Penginderaan Jauh. S-1 Jurusan Geografi Universitas Negeri Malang. *Tesis*. Tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Syahrial., Sawitri, Kania., & Gemahapsari, P. (2017). Studi Keandalan Ketersediaan Daya Pembangkit Listrik pada Jaringan Daerah "X." *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 51(9), 3.